

# Хирургия опухолей IV желудочка головного мозга: характеристика доступов и роль эндоскопических технологий

В.Б. Карахан

ФГБУ «Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина» РАМН, Москва

Контакты: Владислав Борисович Карахан vkarakhan@yandex.ru

Представлена оценка использования современных доступов к опухолям IV желудочка, заполняющим, сдавливающим извне его полость, у 28 больных. Применены оригинальные сопряженные эндомикрохирургические технологии. Выделено 2 группы и 5 топографических вариантов опухолей IV желудочка. Основные доступы — теловелярный и надмозжечковый — исключают необходимость рассечения червя мозжечка. Ключевой эндоскопический прием — обеспечение одновременного обзора нижнего и верхнего полюсов опухоли в процессе ее удаления. Представлена технология блокового удаления метастатических узлов из IV желудочка. Преимущества эндоскопических технологий включают ранний осмотр ранимых сосудистых и невральных структур, перекрываемых опухолью на этапе доступа; уменьшение объема самого доступа и тракции мозжечково-стволовых структур; полный обзор канала водопровода мозга без дополнительного смещения или рассечения червя мозжечка; поддержание оптической резкости в поле зрения разноудаленных микроструктур. В целом включение эндоскопического метода реализует принцип минимально инвазивной нейрохирургии.

**Ключевые слова:** опухоли IV желудочка, нейроэндоскопия, теловелярный доступ

## Surgery for tumors of the fourth ventricle: the characteristics of accesses and the role of endoscopic techniques

V.B. Karakhan

N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

The use of current accesses to the tumors of the fourth ventricle, which fill and compress from the outside its cavity, was assessed in 28 patients. Original associated endomicrosurgical techniques were used. Two groups and five topographic types of fourth ventricle tumors are identified. Basic accesses — telovelar and supracerebellar — eliminate the necessity of dissecting the vermis cerebelli. The key endoscopic technique is to provide a simultaneous survey of the lower and upper poles of a tumor during its removal. The technique of trochlear removal of metastatic nodes from the fourth ventricle is shown.

The benefits of endoscopic techniques are to early examine the vulnerable vascular and neural structures blocked by a tumor at the access step; to reduce the volume of an access itself and the traction of cerebellar and truncal structures; to completely survey the Sylvian aqueduct without additionally displacing or dissecting the vermis cerebelli; to maintain optical sharpness within sight of differently remote microstructures. Overall, incorporation of the endoscopic method realizes the principle of mini-invasive neurosurgery.

**Key words:** tumors of the fourth ventricle; neuroendoscopy, telovelar access

Четвертый желудочек мозга представляет собой сложно устроенный конечный участок расширения ликворного пространства головного мозга и является перекрестком путей ликворооттока. Его стенками служат участки ствола головного мозга и тонкие мозговые пластинки (парусы), примыкающие к срединным частям мозжечка. Поэтому появление опухолевых объемных процессов в области IV желудочка предполагает развитие как ликвородинамических нарушений, так и стволочно-мозжечковых расстройств.

Опухоли IV желудочка составляют 5% всех внутречерепных новообразований, а среди опухолей желудочковой системы регистрируются в 2/3 случаев [1]. Почти в половине случаев исходным пунктом роста опухолей является дно IV желудочка. Окруженность

полости желудочка со всех сторон массивом мозговой ткани, казалось бы, предопределяет неизбежность рассечения этой ткани, в частности червя мозжечка, при любой траектории оперативного доступа, а это должно сопровождаться еще большим неврологическим дефицитом. Однако между мозжечком и стволом мозга существуют 3 разделительные борозды, нижняя из которых — так называемая церебелло-медулярная щель — непосредственно связывает полость IV желудочка с субарахноидальным пространством (большая цистерна). Это предусматривает возможность подхода и манипуляций в полости IV желудочка, минуя рассечение паренхимы мозжечка. Детальная разработка хирургической анатомии области данного естественного зазора в желудочке привела к существенному

снижению травматичности вмешательства и послеоперационных осложнений [2–6]. Данный доступ к IV желудочку через анатомически оформленный естественный зазор в литературе обозначается как теловелярный [6] в связи с тем, что подход осуществляется путем последовательного рассечения сосудистой выстилки (*tela*) и нижнего мозгового паруса (*velum*). Однако дополнительный разрез нижнего червя мозжечка может быть необходим для обеспечения лучшего обзора верхних отделов желудочка [7]. Ключом к решению дилеммы — шадящий доступ с ограниченной обзорностью или травматичный доступ с широким обзором — может стать использование приемов оперативной эндоскопии.

Нейроэндоскопия как технология полипроектионного контроля и хирургических действий за пределами прямой видимости под оптическим увеличением приобретает важное значение при удалении глубинно расположенных опухолей головного мозга, особенно околостволовой локализации [3, 8, 9], так как обеспечивает одновременный двойной визуальный контроль в различных участках операционного поля с увеличением обзорности (угол операционного действия) без расширения операционной раны. При этом имеются благоприятные условия для проведения эффективного эндоскопического обзора: полостная конструкция желудочка, пластический рост опухолей без инфильтрации стенок, наличие четких топографических структур-ориентиров желудочковых стенок. Это позволяет безопасно и маневренно выполнять манипуляции в условиях ограниченного операционного поля [3, 8].

### Материал и методы

Микрохирургические доступы к IV желудочку выполнены у 28 пациентов с опухолями и опухолеподобными поражениями внутри самого желудочка, ствола мозга и червя мозжечка с включением эндоскопических технологий на различных этапах операции — на этапе подхода к опухоли, ее удаления, обзора поля перед завершением вмешательства. Среди оперированных больных в возрасте от 16 до 68 лет мужчин было 11, женщин — 17. По гистологической характеристике пациенты распределены следующим образом: астроцитомы (5), эпендимомы (4), менингиома области прямого синуса (1), метастазы рака (13), гемангиобластомы (3), кавернозная ангиома (1), очаговая кистозная трансформация моста мозга (1).

Гистология метастатических опухолей: рак молочной железы (7), немелкоклеточный рак легкого (2), рак почки (2), нейроэндокринный рак тонкой кишки (1), хорионкарцинома (1).

Всем больным проведено комплексное клиническое, лабораторно-инструментальное обследование, магнитно-резонансно-томографическое (МРТ) и компьютерно-томографическое (КТ) исследования, вклю-

чая послеоперационный контроль. В большинстве случаев использована система антибиотикопрофилактики по рекомендациям бактериологической лаборатории РОНЦ им. Н.Н. Блохина.

Неврологическая симптоматика зависела от расположения опухоли относительно структур ствола мозга и мозжечка, выраженности окклюзионной гидроцефалии. Помимо характерных симптомов нарушения равновесия с туловищной атаксией, декомпозиции движений, нарушения походки, различных видов нистагма и тремора (непроизвольного и при выполнении движений) следует отметить 2 необычных симптома, исчезнувших вскоре после операции: некупируемая гипергликемия (до 20 ммоль/л) (см. рис. 8) и стойкое ощущение синего фона полей зрения (см. рис. 2). Ни в одном случае дренирующие операции до выполнения основного вмешательства не проводили.

При микрохирургических операциях планировали максимально шадящие срединные доступы. В большинстве случаев использовали теловелярный доступ — без рассечения червя мозжечка. Техника этого доступа подробно описана в литературе [2, 4–6]. Ограниченное рассечение червя мозжечка осуществлено при расположении опухоли в нем самом с протрузией в желудочек. В 2 случаях выполнен надмозжечковый доступ.

**Техническое оснащение.** Все операции выполнены под микроскопом ОРМІ, в последние годы — ОРМІ Pentero. Использованы ригидные эндоскопы фирмы Karl Storz диаметром 4 мм, с отклонением окуляра 30°, а также гибкие диаметром 3,7–6 мм фирмы Olympus с подвижным дистальным сегментом. Из специальных микроинструментов применяли оригинальный эндоскопический диссектор со шкалированным подвижным рабочим сегментом и боковой раздувной микробаллон, вводимые соосно эндоскопу для выполнения внепроектионной микропрепаровки опухоли.

В зависимости от микротопографии и гистологических вариантов объемных поражений IV желудочка использованы избирательные приемы эндоскопического обзора и манипуляций. При этом использовали приоритетный принцип сопряженной эндомикрохирургической технологии [3].

### Результаты

По отношению к полости IV желудочка опухоли и опухолеподобные образования разделены на 2 основные группы — внутрижелудочковое заполнение и внежелудочковое сдавление — субэпендимарная протрузия. Выделено 5 топографических вариантов опухолей: 1) интравентрикулярные; 2) суправентрикулярная компрессия (со стороны верхнего мозгового паруса); 3) ретровентрикулярная компрессия (со стороны нижнего паруса); 4) инфравентрикулярная компрессия (со стороны ствола мозга); 5) латероventрикулярная

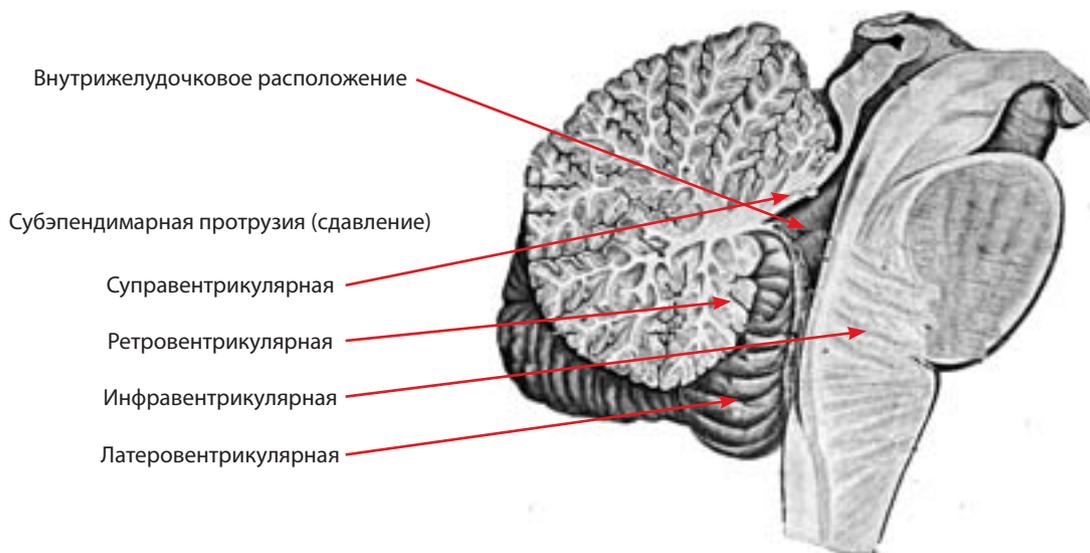


Рис. 1. Топография опухолей IV желудочка головного мозга

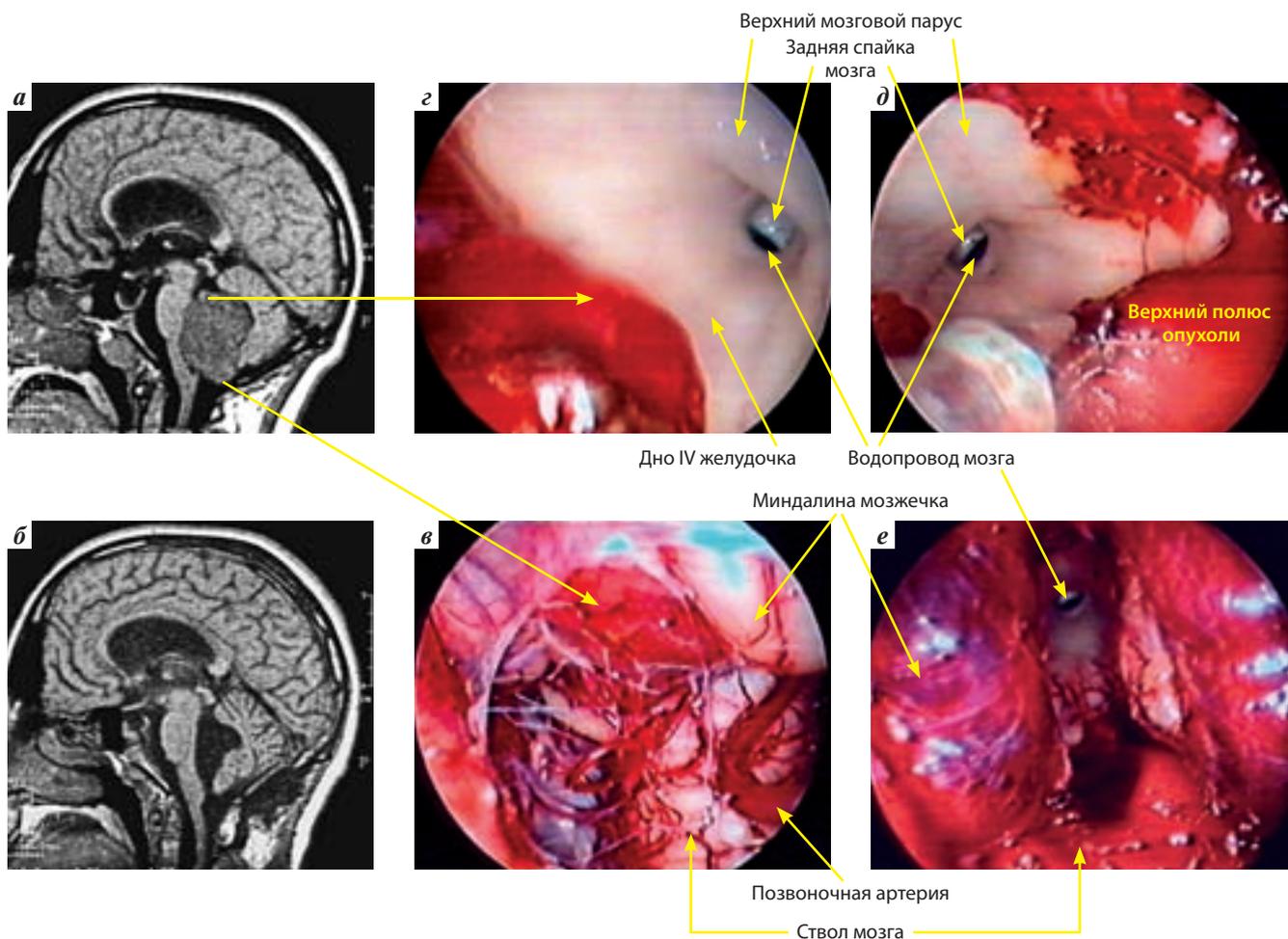


Рис. 2. Обширная эпендимома, заполняющая полость IV желудочка, выбухающая через церебелло-медулярную щель мозга: а, б — МРТ в сагиттальном плане до и после тотального эндомикрохирургического удаления опухоли; в — эндоскопический обзор нижнего полюса опухоли, раздвигающего миндалины мозжечка в стороны, смещающего язычную дольку червя мозжечка кверху; г, д — полипроекционный эндоскопический обзор верхнего треугольника ромбовидной ямки и верхнего полюса опухоли с заведением эндоскопической трубки слева и справа от опухоли; е — эндоскопическая панорама стенок и полости IV желудочка после тотального удаления опухоли

компрессия (со стороны боковых отделов продолговатого мозга) (рис. 1).

Расширительная трактовка опухолевых поражений IV желудочка обоснована тем, что в обеих группах происходит ограничение объема полости желудочка при деформации его стенок за счет сдавления снаружи или изнутри. Хирургические приемы в обоих случаях предполагают воздействие на структуры желудочковой системы и восстановление контуров стенок желудочка.

### Внутрижелудочковое расположение

Во всех 16 случаях в данной группе выполнен телоскопический доступ.

### Особенности диссекции церебелло-медуллярной щели.

После субокципитальной краниотомии с резекцией края затылочного отверстия, но без удаления дужки атланта, производится разделение и отведение миндалин мозжечка (или одной из них) в стороны с обнажением нижнего угла IV желудочка (задвижка — обех). Таким образом выделяется церебелло-медуллярная щель. При этом определяется ствол задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА) (рис. 2в, 3б), реже ее бифуркация. В расширении доступа с микропрепаровкой щели между язычком и миндалиной мозжечка (тонзилло-увулярная диссекция [2, 5]) не было необходимости. Такая диссекция таит опасность поражения зубчатого ядра, находящегося в проекции действий, при этом расширение обзора не столь значительно. Более того, опухоль (чаще эпендимома), растущая из нижнего треугольника ромбовидной ямки вниз, перфорирует сосудистую выстилку и нижний мозговой парус и как бы сама «препарирует» церебелло-медуллярную щель (рис. 2). В таких случаях, когда массив опухоли перекрывает обзор операционного поля, используется *ключевой технический прием* — ранний одновременный визуальный контроль как нижнего, так и верхнего полюса опухоли (рис. 2). Введение трубки эндоскопа выполняется вдоль верхне-латеральной стенки желудочка последовательно с 2 сторон (рис. 2г, д).

При этом важно не повредить латеральные отделы зубчатого ядра, зная, что его проекция соответствует верхнему полюсу миндалины мозжечка. Для этого при введении эндоскопа поверхность опухоли нужно отвести медиально. Для смелой безопасной мобилизации и удаления подобных новообразований необходима оценка верхнего и нижнего полюсов опухоли по *навигационным ориентирам* верхнего и нижнего углов ромбовидной ямки. Ориентирами верхнего угла служат устье канала водопровода мозга (рис. 2г, д, 3б—г, 5в) и задняя спайка мозга (рис. 2г, д, 3в). Эта спайка, расположенная в задних отделах III желудочка, доступна широкому обзору при расширении водопровода мозга (рис. 3в). При этом канал водопровода кажется усеченным сверху. Канал водопровода расширен в случаях

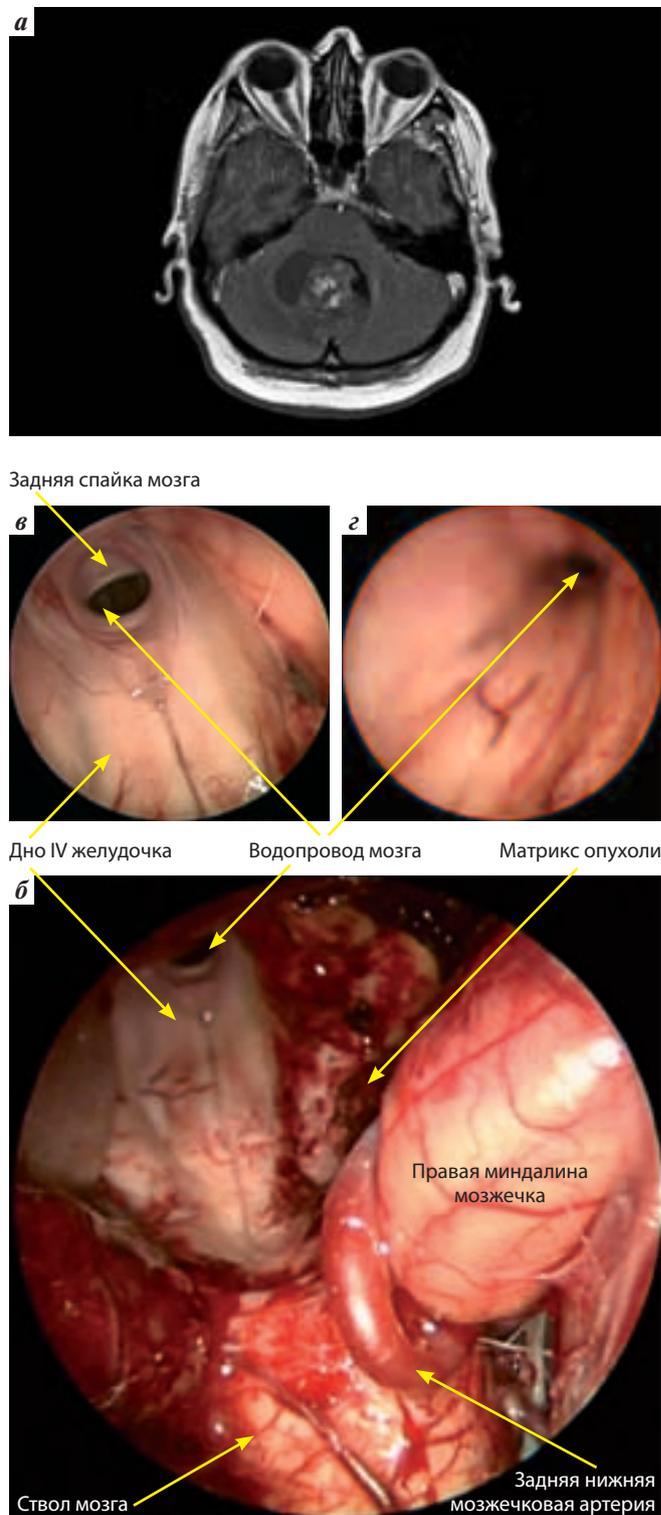
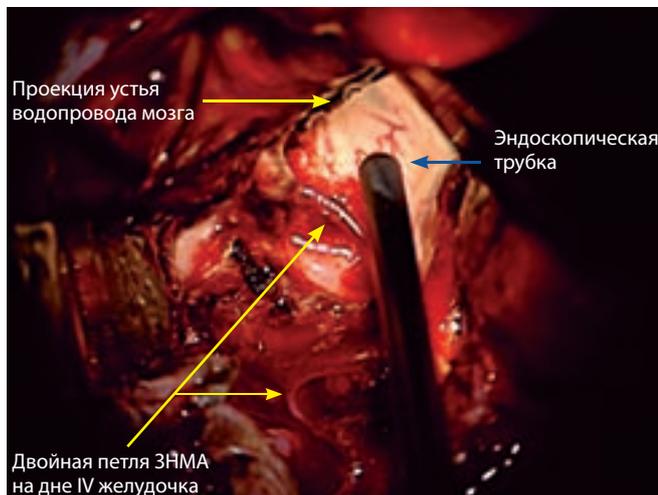


Рис. 3. Астроцитома IV желудочка, исходящая из промежуточного и медуллярного отделов ромбовидной ямки, с выраженным расширением канала водопровода мозга (а–в) и сравнительная эндоскопия верхнего треугольника ромбовидной ямки после удаления метастаза рака легкого из IV желудочка без нарушения ликворооттока (г): а — МРТ в аксиальном плане; б, в — эндоскопический обзор полости IV желудочка после тотального удаления опухоли. Просвет водопровода значительно расширен с обеспечением широкого обзора задней спайки мозга; г — канал устья нерасширенного водопровода мозга



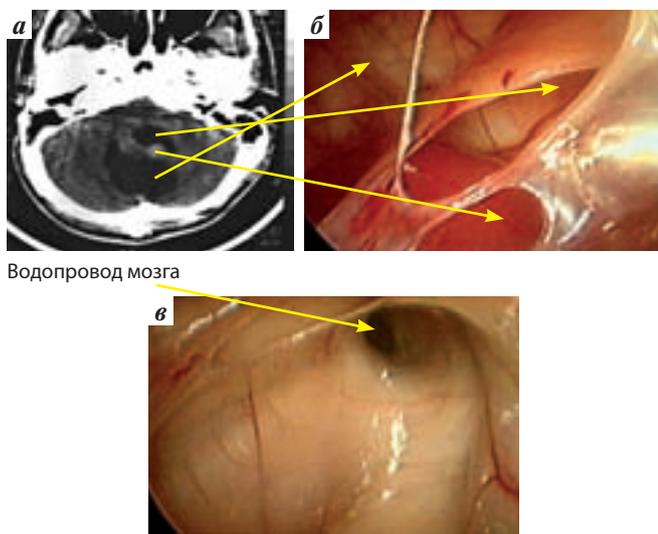
**Рис. 4.** Микрохирургическая топография и эндоскопический мониторинг ромбовидной ямки после удаления анапластической эпендимомы, заполнявшей IV желудочек. Двойная петля ЗНМА смещена в полость желудочка и примыкает к его дну. Верхний мозговой парус прикрывает обзор водопровода мозга. Его осмотр выполняется при введении эндоскопической трубки по траектории вдоль дна желудочка

хронической ликворной окклюзии на уровне отверстий IV желудочка (см. рис. 3в, г).

Ранее нами было показано, что расширение просвета водопровода происходит за счет расправления складок его эпендимы [8].

Ориентирами для оценки нижнего угла ромбовидной ямки служат задвижка (*obex*) и петля ЗНМА, ее тонзиллярный сегмент (рис. 2в, 3б).

Четкий обзор водопровода мозга обеспечивается именно при использовании эндоскопии за счет увеличения угла обзора без расширения доступа. Это обус-



**Рис. 5.** Гемангиобластома полости IV желудочка: а — КТ в аксиальном плане; б — внутрисполостная оценка структуры новообразования (широкоформатная эндоскопия); опухолевый узел — стенка кисты — эпендима желудочка; в — водопровод мозга, определяемый через кистозную стенку

ловлено тем, что нависающий верхний мозговой парус и структуры верхнего червя перекрывают прямой обзор через микроскоп устья водопровода (рис. 4), а эндоскопическая оценка проводится почти под прямым углом к направлению этого осмотра.

Обнаружение устья водопровода и срединной борозды (рис. 3в, г) позволяет идентифицировать части ромбовидной ямки, мозговые полоски, лицевые бугорки, уточнить проекцию опухолевого матрикса на поверхности дна желудочка (рис. 3б), а также смещенной в полость желудочка к ромбовидной ямке извитого 4-го сегмента (теловелотонзиллярного, по A.L. Rhoton [10]) ЗНМА (рис. 4).

Внутриполостная эндоскопия позволяет оценить структуру кистозных стенок и солидной части гемангиобластомы (рис. 5) с прецизионным ее удалением.

Для обеспечения безопасного проведения эндоскопа и манипуляций по препаровке опухоли за пределами прямого видения через операционную рану необходимо постоянное поддержание в поле зрения видимых ранимых микроструктур.

#### Варианты субэпендимарной протрузии

**Суправентрикулярное сдавление** IV желудочка со стороны верхнего мозгового паруса отмечено в 2 наблюдениях. Так, при обширной менингиоме области прямого синуса (рис. 6) после ее удаления с декомпрессией желудочка провисающий мозжечок создает угрозу отсроченного отрыва мостиковых тенториальных вен. Использование эндоскопии в надмозжечковом пространстве позволяет идентифицировать вены разного калибра, коагулировав мелкие, сохраняя крупные сосуды с прочной стенкой.

**Ретроventрикулярное сдавление.** При опухолях, растущих из нижних отделов червя в полость желудочка с замещением нижнего мозгового паруса, крыша желудочка оказывается разрушенной. При больших размерах опухоли ее массив по мере роста вдавливает ЗНМА в полость желудочка с вероятным интимным контактом с опухолью на большом протяжении (рис. 7). Это делает необходимым тщательный визуальный контроль пробега этой артерии, особенно при предполагаемом блоковом удалении метастатического очага. Как и при внутрижелудочковом варианте расположения опухоли, необходим ранний эндоскопический контроль положения ее верхнего полюса и оценка состояния водопровода мозга (рис. 7г, д).

**Инфравентрикулярное сдавление** отмечено в 2 случаях кистозных новообразований моста (рис. 8) и продолговатого мозга. Для подхода к стволу использован теловелярный доступ. Эндоскопический подход обеспечивает обзор ромбовидной ямки, поверхности кисты, шадящую ее диссекцию с внутрикистозным обзором и резекцией глиозно перерожденной стенки (рис. 8г, д), являющейся частью моста мозга. После операции имеющаяся стойкая гипергликемия исчезла.

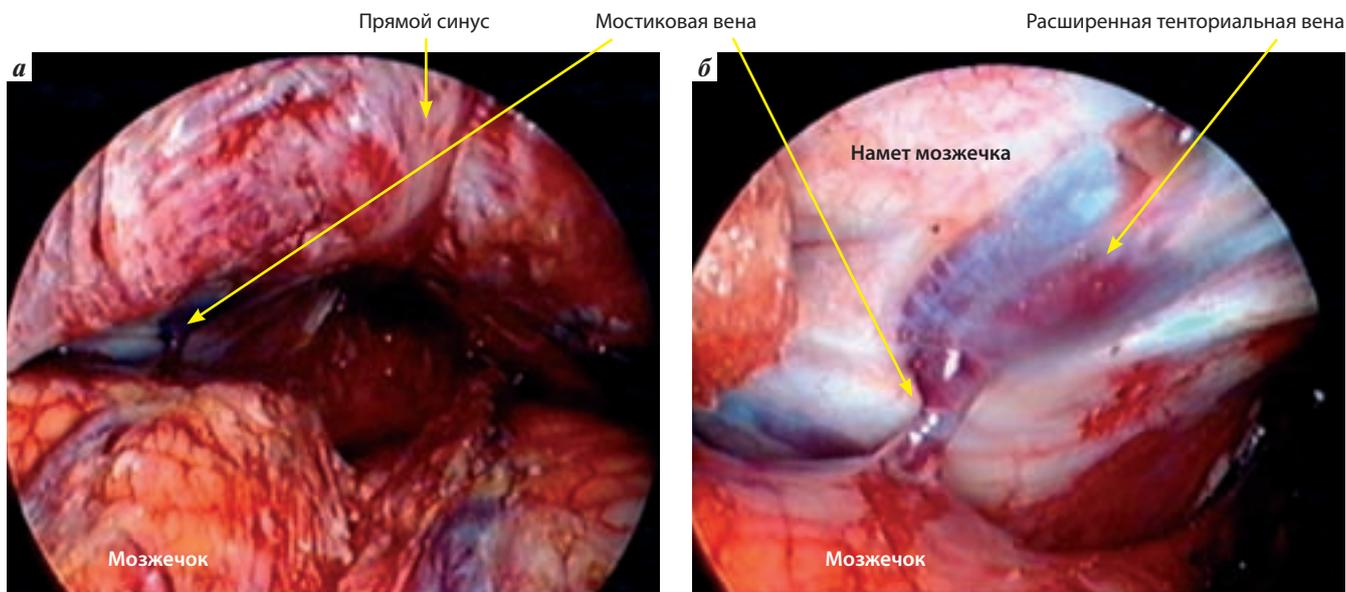


Рис. 6. Надмозжечковый доступ под наметом мозжечка. Эндовидеомониторинг плоскости доступа (а) и оценка тенториальных мостиковых вен (б) после удаления менингиомы прямого синуса, вызывавшей компрессию IV желудочка сверху

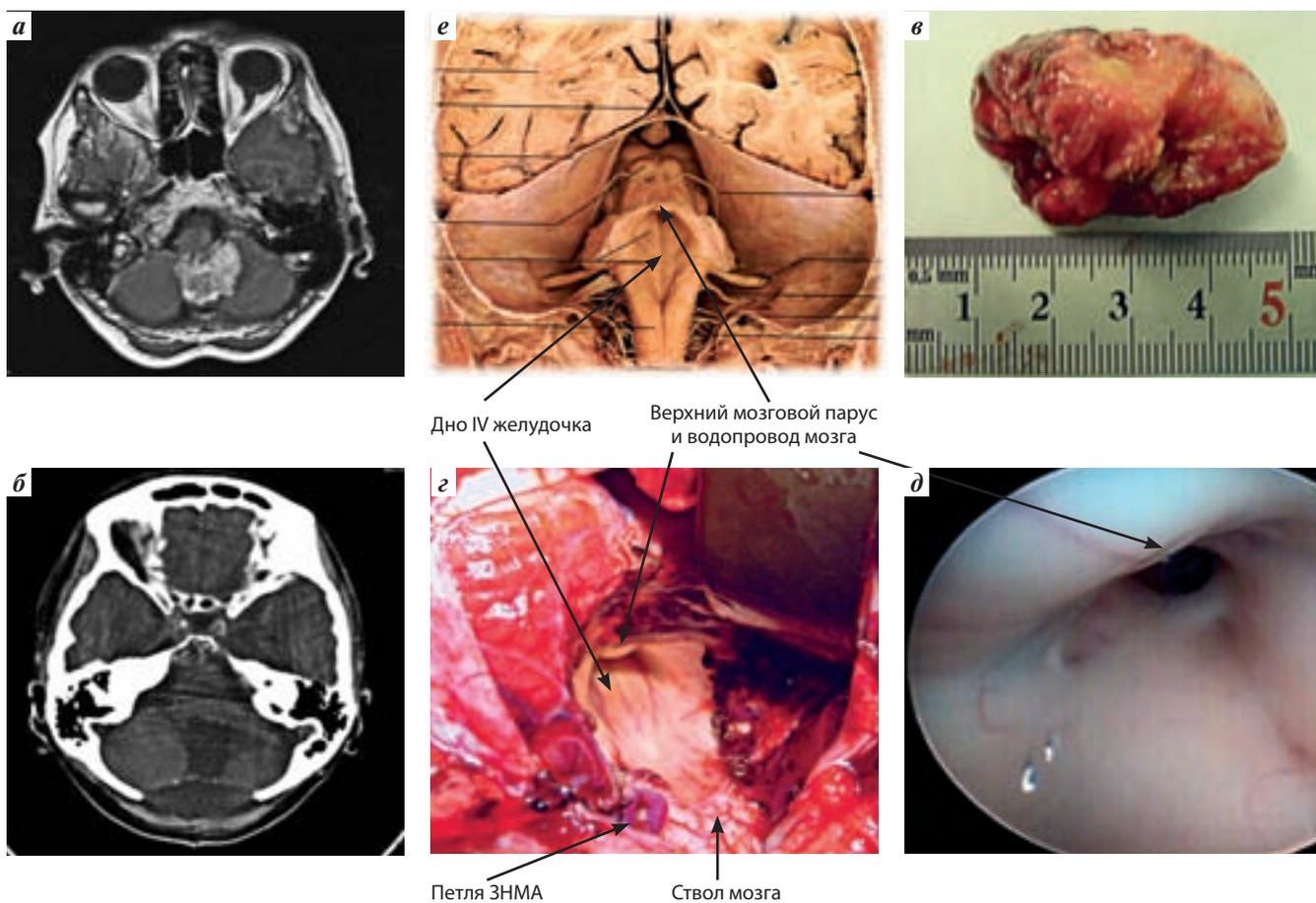
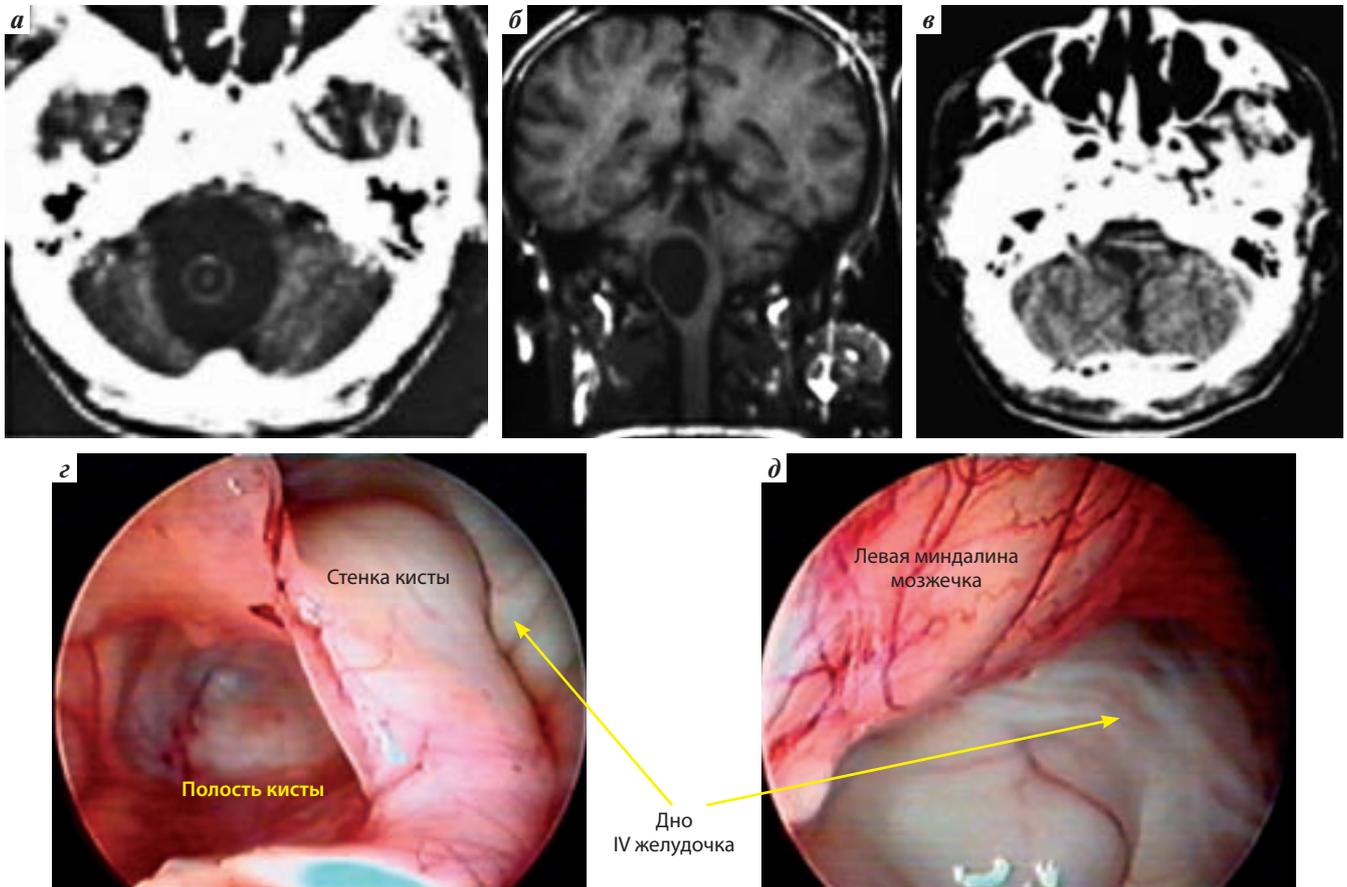


Рис. 7. Крупный метастаз рака молочной железы околостволовой локализации с разрушением крыши IV желудочка (нижний мозговой парус), сравнением с внутрисветовым сегментом ЗНМА и краями ромбовидной ямки: а, б — КТ в аксиальном плане до и после блокового удаления опухоли; в — опухолевый узел; г — микрофотография IV желудочка после удаления опухоли с микропрепаровкой петли ЗНМА (отмечена стрелкой); д — эндоскопический обзор верхнего треугольника ромбовидной ямки и устья водопровода мозга; е — анатомический препарат мозга (по J.W. Rohen et al.)



**Рис. 8.** Очаговая кистозная трансформация моста мозга: а, в — КТ до и после иссечения стенки кисты; б — МРТ во фронтальном плане, уточняющая топографию кисты; г, д — этапы иссечения стенки кисты под эндоскопическим контролем теловелярным доступом с сохранением целостности червя мозжечка

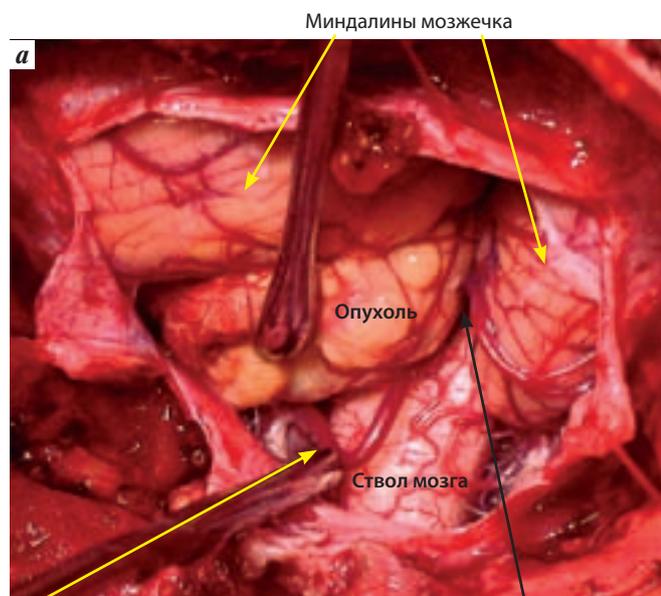
**Латероventрикулярное давление** происходит со стороны миндалины мозжечка. Во всех 3 случаях выявлены метастазы рака. При МРТ регистрировалось щелевидное сужение полости IV желудочка. При данном топографическом варианте опухоль оттесняет миндалину мозжечка вверх и латерально, придавливая к стволу мозга петлю ЗНМА, ее тонзиллярный сегмент (рис. 9а). Наличие крупной нижней петли обычно сопряжено с формированием верхней петли в полости желудочка, что требует оценки траектории пробега артерии перед мобилизацией опухолевого узла. Кроме того, артерия вступает в тесные контакты с каудальной группой черепных нервов (рис. 9б, в), вплоть до формирования нейро-сосудистой компрессии (языкоглоточного, добавочного нервов). Во избежание повреждения невралгических структур при тракции опухолевого узла и артерии необходим точный визуальный контроль положения этих микроструктур. При мобилизации и удалении опухоли важно сохранять мелкие сосуды, подходящие к продолговатому мозгу (рис. 9б, в).

Микропрепаровка петли ЗНМА с отсоединением от поверхности ствола мозга путем рассечения арахноидальных трабекул устраняет пульсирующее компрес-

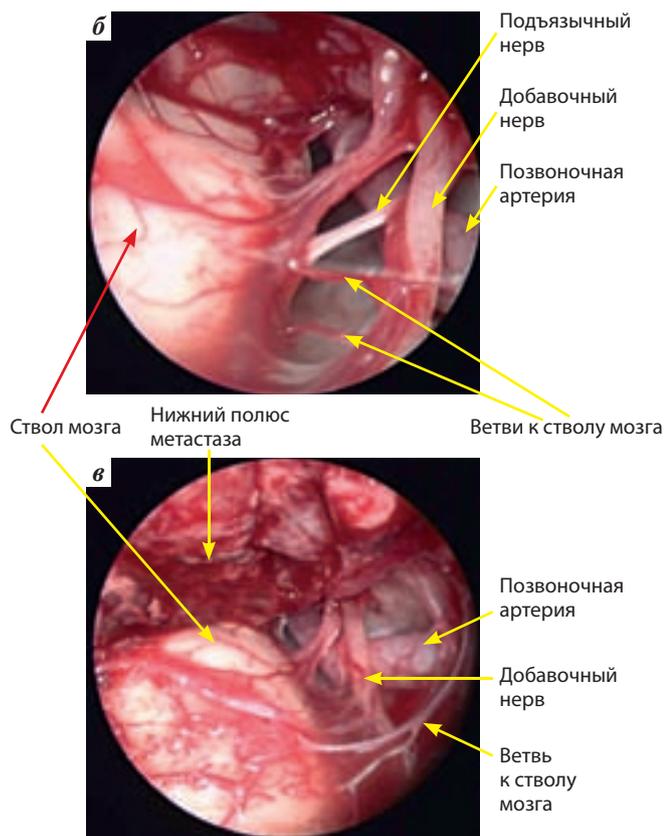
сионное влияние на продолговатый мозг (обычно слева) и может быть фактором коррекции артериальной гипертензии.

При внутрижелудочковых метастазах рака предусматривается их удаление единым блоком для предотвращения локального рецидива [11]. Это возможно при непрерывном эндоскопическом мониторинге траектории ЗНМА и в процессе ее отделения от опухолевого узла (рис. 7) и использовании разработанных нами приемов удаления каждого метастатического очага в соответствии с принципами онкологии [11].

Летальных исходов в остром послеоперационном периоде не отмечено, гнойно-воспалительных осложнений также, несмотря на длительную экспозицию во внешней среде чувствительной к инфекции эпендиме желудочка. Это можно связать с использованием отмеченной системы антибиотикопрофилактики с введением препаратов до и во время операции. Наружное желудочковое дренирование не применяли, так как полностью был устранен субстрат компрессии и окклюзии на уровне IV желудочка при оценке проходимости водопровода мозга при эндоскопическом контроле. Уровень неврологических расстройств в большинстве



Петля задней нижней мозжечковой артерии



**Рис. 9.** Микрохирургическая анатомия и эндоскопический мониторинг при удалении околостволовых метастазов немелкоклеточного рака легкого (а — слева; б, в — справа) со сдавливанием стенок полости желудочка со стороны миндалин мозжечка: а — вид операционной раны после обнажения метастаза: опухоль смещает левую миндалину мозжечка вверх, сдавливает петлю ЗНМА; б, в — эндоскопическая оценка стволочно-сосудисто-невральных соотношений при аналогичном расположении метастаза справа. Темной стрелкой отмечено место введения эндоскопа в стволочно-мозжечковую щель

случаев после операции не нарастал и в дальнейшем симптоматика регрессировала. Ухудшение состояния отмечено в 1 случае после развития на 3-и сутки после операции дыхательных расстройств стволового характера с постгипоксической энцефалопатией.

### Обсуждение

Разнородные по топографии и структуре опухоли объединяются сужением просвета IV желудочка и деформацией его стенок. Удаление опухолей данной локализации сопряжено с опасностью повреждения стволовых, сосудистых и невральных структур в условиях перекрытия обзора этих структур массивом опухоли. Многогранность стенок полости желудочка требует расширения угла обзора и оперативных действий в условиях узкой раны. Так, для эффективного осмотра верхнего угла ромбовидной ямки, верхнего мозгового паруса и канала водопровода мозга требуется либо рассечение нижнего червя мозжечка [7], либо дополнительная резекция дуги атланта [2]. Но и эти меры не всегда позволяют обеспечить широкий обзор данной области. Эндоскопическая технология предусматривает увеличение угла обзора в узкой ране без ее расширения [3, 8, 9]. С другой стороны, уже на этапе доступа при обнаружении крупной петли ЗНМА можно предполагать извилистый ход всей артерии, внутрижелудочковое расположение дистального сегмента сосуда и тесные контакты с опухолью. Это предполагает полипроекционный осмотр траектории артерии до начала удаления опухоли.

Клинический эффект после удаления опухоли IV желудочка может быть обусловлен, помимо декомпрессии мозга, также отсоединением от ствола петли ЗНМА с прекращением пульсирующего влияния на структуры продолговатого мозга. Изменение траектории петли этой артерии и свободная ее пульсация зарегистрированы нами при эндоскопическом мониторинге в 2 случаях (рис. 2в, 9а).

При кистозных ствольных образованиях эндоскопия обеспечивает внутриволокнистый осмотр с принятием решения о возможности резекции стенки полости как участка ствола (рис. 8). При околостволовых поражениях в процесс вовлекаются черепные нервы и артерии, идущие к стволу. Эндоскопия позволяет уточнить характер нейрососудистых контактов и предотвратить тракцию этих ранимых структур (рис. 9).

Использование эндоскопии оптимизирует проведение микрохирургической операции, поэтому следует применять эти технологии в сопряжении, а не противопоставлять их.

Можно выделить следующие преимущества нейроэндоскопии: уменьшение ретракции мозга с профилактикой натяжения невральных, сосудистых структур; ограничение или исключение разреза коры мозжечка, поверхности ствола мозга; повышение обзорности

верхнего треугольника ромбовидной ямки, включая водопровод мозга; прослеживание пробега ЗНМА с безопасным ее отделением от опухоли; расширение угла оперативного действия без расширения доступа. При этом в целом реализуется принцип минимально инвазивной нейрохирургии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шелия Р.Н. Опухоли желудочковой системы головного мозга. Л.: Медицина, 1973. 263 с.
2. Григорян Ю.А., Ситников А.Р. Теловелярный (паратонзиллярный) доступ к четвертому желудочку. Рос нейрохирург журнал им. проф. А.Л. Поленова 2009;1(4):49–58.
3. Карахан В.Б. Сопряженная эндомикрoхирургическая технология при удалении краниобазальных опухолей. Малоинвазивная нейрохирургия. СПб., 2006. С. 22–29.
4. El-Bahy K. Telovelar approach to the fourth ventricle: operative findings and results in 16 cases. Acta Neurochir (Wien) 2005;147(2):137–42.
5. Matsushima T., Inoue T., Inamura T. et al. Transcerebellomedullary fissure approach with special reference to methods of dissecting the fissure. J Neurosurg 2001;94(2):257–64.
6. Mussi A.C.M., Rhoton A.L. Jr. Telovelar approach to the fourth ventricle: microsurgical anatomy. J Neurosurg 2000; 92(5):812–23.
7. Tanriover N., Ulm A.J., Rhoton A.L. Jr, Yasuda A. Comparison of the transvermian and telovelar approaches to the fourth ventricle. J Neurosurg 2004;101(3):484–98.
8. Karakhan V.B. Endofiberscopic intracranial stereotopography and endofiberscopic neurosurgery. Acta Neurochir Suppl (Wien) 1992;54:11–25.
9. Perneczky A., Tschabitscher M., Resch K.D.M. Endoscopic anatomy for neurosurgery. Stuttgart, New York: Thieme, 1993, p. 245–255.
10. Rhoton A.L. Jr. The cerebellar arteries. Neurosurgery 2000; 47(3 Suppl): s29–68.
11. Карахан В.Б., Алешин В.А., Фу Р.Г. и др. Новые хирургические технологии удаления метастазов рака в головном мозге в зависимости от топографии, количества и макроструктуры опухолевых узлов. Современные проблемы нейроонкологии. М.: Изд. РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, 2007. С. 6–12.