© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ВИДЕОАНГИОГРАФИИ ПРИ УДАЛЕНИИ ГЕМАНГИОБЛАСТОМ СПИННОГО МОЗГА

Коновалов Н.А., Тиссен Т.П., Тимонин С.Ю., Назаренко А.Г., Асютин Д.С., Оноприенко Р.А., Королишин В.А., Баталов А.И., Пронин И.Н., Мартынова М.А., Закиров Б.А., Погосян А.Л., Бринюк Е.С., Капровой С.В.

НМИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко, ул. 4-я Тверская-Ямская д.16, 125047 Москва, Россия

Цель: продемонстрировать эффективность применения интраоперационной видеоангиографии во время микрохирургического удаление интрамедуллярных гемангиобластом спинного мозга.

Материалы и методы: На базе НМИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко с 2002 г. по 2017 г. оперированы 683 пациентас интрамедуллярными опухолями спинного мозга. Из них 93 пациентас интрамедуллярными гемангиобластомами, что составило 8% от числа всей серии пациентов. С июня по август 2017 г. нами было проведено 2 операции с использованием видеоангиографического режима (микроскоп Haag-Streit Surgical©).

Результаты: Во время проведения интраоперационной видеоангиографии в 22 наблюдениях удалось визуализировать питающие артерии и дренирующие вены солидного компонента опухоли, что позволило удалить опухоль без кровопотери и нарастания неврологической симптоматики. В одном наблюдении во время контрольной видеоангиографии был обнаружен остаток опухоли, который был впоследствии удален.

Заключение: Методика интраоперационной видеоангиографии является доступным методом визуализации питающих артерий, дренирующих вен и границ солидного компонента интрамедуллярной гемангиобластомы спинного мозга, с возможностью многократного повторения в ходе оперативного вмешательства. Внедрение данной методики в рутинную практику позволит увеличить безопасность хирургического лечения интрамедуллярных гемангиобластом и уменьшить число случаев субтотального удаления опухоли.

Ключевые слова: гемангиобластома, интрамедуллярная опухоль, интраоперационная видеоангиография, индацианин зеленый

Objective: to demonstrate the efficacy of intraoperative videoangiography usage during microsurgery of intramedulary spinal haemangioblastomas.

Material and methods: 683 patients with intramedullary spinal tumors were operated on from 2002 till 2017, among them 93 (8%) patients had intramedullary haemangioblastomas. Authors operated 2 patients from June to August 2017 with the usage of videoangiography (microscope Haag-Streit Surgical©).

Results: The feeding arteries and drainage veins of tumor solid component were identified due to intraoperative videoangiography in 22 patients which allowed removing tumor without bleeding and increase of neurological deficit. The remnant of tumor was revealed in one patient during videoangiography and was totally removed. **Conclusion:** The intraoperative videoangiography is available method of visualization of feeding arteries, drainage veins and borders of solid component of spinal intramedullary haemangioblastoma with the possibilities for multiple repeated usage during surgery. The application of this method in routine work allows increasing the safety of intramedullary haemangioblastomas surgery and decreasing the numbers of subtotal removal of tumor.

Key words: haemangioblastoma, intramedullary tumor, intraoperative videoangiography, Indocyanine green

Введение

Гемангиобластома (ГАБ) спинного мозга, по данным разных авторов, составляет от 2 до 15% от всей опухолевой патологии спинного мозга [1—5]. По своей гистологической природе ГАБ являются доброкачественными, высоковаскуляризированными опухолями неясного генеза. Интрамедуллярные ГАБ могут являться причиной развития сирингомиелии выше и ниже солидного узла опухоли, что значительно влияет на развитие неврологического дефицита. Залогом эффективного лечения данной патологии является тотальное удаление солидного компонента

опухоли, что впоследствии приводит к регрессу сирингомиелии [6]. Идентификация питающих артерий и дренирующих вен является основным условием тотального удаления опухоли без выраженной кровопотери. Следует отметить, что повреждение питающих артерий сопряжено с высоким риском значительной кровопотери и стойким неврологическим дефицитом в послеоперационном периоде.

В данной статье описана методика идентификации кровеносных сосудов с использованием интраоперационной видеоангиографии (ВАГ) индоцианином зеленым. Метод был апробирован в отделении спинальной нейрохирургии НМИЦ

им. акад. Н.Н. Бурденко в качестве основной методики идентификации питающих артерий и дренирующих вен интрамедуллярной ГАБ. Впервые эту методику стали применять в середине 70-х годов прошлого века для проведения офтальмической ангиографии [7]. Далее интраоперационную ВАГ стали активно применять в хирургии аневризм сосудов головного мозга [8], для контроля состоятельности экстра-интракраниальных анастомозов [9] и идентификации остатков артериовенозных мальформаций (АВМ) [10].

В современной литературе найдено несколько публикаций, посвященных успешному применению интраоперационной ВАГ для идентификации питающих артерий и дренирующих вен во время удаления интрамедуллярных ГАБ [6, 11, 12]. В данной работе мы представляем результаты и технические особенности хирургического этапа лечения двух пациентов с интрамедуллярными ГАБ спинного мозга с использованием интраоперационной ВАГ на основе применения индоцианина зеленого.

Материалы и методы

На базе НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко с 2002 г. по 2017 г. было оперировано 683 пациента с интрамедуллярными опухолями спинного мозга. Из них 93 пациентов с интрамедуллярными ГАБ, что составило 8% от числа всей серии пациентов. С июня по август 2017 г. нами было проведено 2 операции с использованием видеоангиографического режима (микроскоп Haag-Streit Surgical©). Клинические данные двух пациентов, а именно пол, возраст, локализация опухоли, наличие болезни Гиппеля-Линдау, предоперационный и послеоперационный функциональный статус по шкале McCormick представлены в табл. 1.

Технические особенности хирургического вмешательства с применением интраоперационной ВАГ

В НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко все операции по удалению интрамедуллярных опухолей спинного мозга проводят с применением интраоперационного мониторинга транскраниальных вызванных потенциалов. Пациентам выполняли стандартную ламинэктомию.

После визуализации опухоли пациенту внутривенно вводят 10-20 мг раствора индоцианина

зеленого. После введения препарата наблюдают 2 фазы контрастирования опухоли: артериальная фаза (длится около 3-5 с), за которой следует длительная венозная фаза. Следует отметить, что первыми визуализируются питающие артерии, далее контрастируется солидная часть опухоли, затем определяются крупные дренирующие вены.

Питающие артерии коагулируют сразу после идентификации, затем проводят диссекцию опухоли от здоровой ткани спинного мозга. Когда опухоль выделена из тканей спинного мозга, проводят коагуляцию дренирующих вен, опухоль удаляют единым блоком, что обеспечивает надежный гемостаз и позволяет избежать как интраоперацинного кровотечения, так и отсроченных гематом. Повторяют процедуру ВАГ в том случае, если необходим контроль после выключения питающих опухоль артерий или контроль радикальности удаления опухоли.

Клинические наблюдения

№1

Пациент К., 26 лет, поступил в стационар с жалобами на снижение силы и чувствительности в верхних и нижних конечностях. В неврологическом статусе: тетрапарез до 3 баллов и гипестезия в проекции С3-Th4 дерматомов, преимущественно справа, повышение рефлексов, вызываются с расширенных зон по немодифицированной шкале McCormik III.

МРТ-исследование шейного отдела позвоночника: на сериях МР-томограмм шейного отдела позвоночника, выполненных в режимах Т2 и Т1, до и после внутривенного введения контрастного вещества определяется обширная зона интрамедуллярных изменений, захватывающая весь шейный отдел спинного мозга. В режиме Т2 область изменений представлена сирингомиелитическими кистами в сочетании с отеком спинного мозга, на фоне которых в режиме Т1 после внутривенного введения контрастного вещества отмечается выраженное интенсивное контрастирование солидных узлов опухоли. При этом стенки сопутствующих кистозных полостей контрастный препарат не накапливают (рис. 1).

Пациенту было запланировано двухэтапное лечение узлов опухоли на уровне C4-C5 позвонков: эндоваскулярная эмболизация с последующим микрохирургическим удалением опухоли.

Таблица 1 / Table 1

Клинические данные пациентов / Clinical data of patients

	Пол	Возраст, годы	Локализация опухоли	Болезнь Гиппеля-Линдау	Статус по шкале МсСогтіск до операции	Статус по шкале McCormick после операции
Пациент К.	M	26	C4-C5	нет	III	III
Пациент П.	M	50	C4	нет	I	I

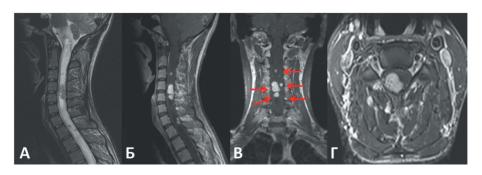


Рис. 1. Предоперационное МРТ-исследование шейного отдела позвоночника с контрастным усилением у пациента К. с множественными гемангиобластомами шейного отдела спинного мозга. В режиме Т2 (А) определяются гипо-интенсивные опухолевые узлы, сирингомиелические кисты в сочетании с отеком спинного мозга. В режиме Т1 после внутривенного введения контрастного вещества в сагиттальной (Б), фронтальной (В) и аксиальной (Г) проекциях отмечается выраженное достаточно гомогенное патологическое

контрастирование опухолевых узлов (множественные узлы указаны красными стрелками). Fig. 1. Preoperative MRI of cervical spine with contrast enhancement of patient K. with multiple haemangioblastomas of cervical spinal cord. Hypointense tumor nodes and syringomyelic cysts in combination with spinal cord edema are revealed on T2 (A) as well as significant enough homogenous pathological enhancement of tumor nodes (multiple nodes are showed by red arrow) are seen in sagittal (Б), frontal (B) and axial (Г) projections on T1 after intravenous contrast.

Этап ангиографии

При проведении прямой суперселективной вертебральной ангиографии были визулизированы питающие артерии, отходящие от правой позвоночной артерии, которые из-за малого размера оказались недоступными для эмболизации (рис. 2). Поэтому было принято решение провести только микрохирургическое удаление опухоли (рис. 3).

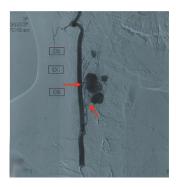


Рис. 2. Прямая суперселективная правосторонняя вертебральная ангиография. Определяется выраженное контрастирование опухолевых узлов, визуализируются питающие опухоль артерии малого диаметра (отмечены красными стрелками), отходящие на уровне С4 и С5 позвонков от правой позвоночной артерии.

Fig. 2. Digital subtraction superselective right-sided vertebral angiography demonstrates

the significant enhancement of tumor nodes with visualization of feeding small arteries (red arrows), arising from right vertebral artery at the level of C4 and C5 vertebrae.

Микрохирургический этап

Стандартная ламинэктомия на уровне C4-C5 позвонков. Твердая мозговая оболочка вскрыта линейным разрезом, подшита к мягким тканям. Выполнена интраоперационная ВАГ (рис. 4A, B). Выявлены 2 питающие артерии, которые были коагулированы и пересечены.

Крупный узел опухоли удалось удалить единым блоком, диссекция опухоли сопровождалась коагуляцией крупных дренирующих вен. Далее по такому же принципу были удалены 2 узла опухоли, расположенные выше этого. Каждая опухоль имела по несколько питающих артерий. Выполнена контрольная ВАГ, которая не выявила наличия контрастирования опухоли, что дополнительно подтверждало тотальность удаления опухоли (рис. 4Б, Г).

Послеоперационный период

Неврологический статус в раннем послеоперационном периоде — углубление тетрапареза до 2 баллов, гипестезия С3-Тh4 усилилась. Пациенту проводили консервативную терапию и реабилитационные мероприятия, на фоне чего парез частично регрессировал. При выписке мышечная сила оценена по шкале MRC (Medical Research Council Scale foe Muscle Strength): нижние конечности — 3 балла, правая рука — 2 балла, левая

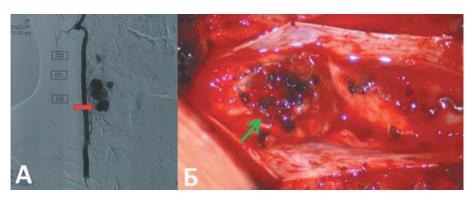
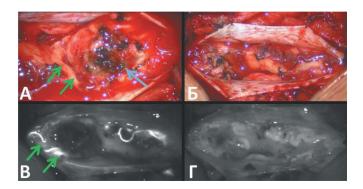


Рис. 3. Снимки пациента К. А — прямая ангиография, красной стрелкой указан нижний узел, который представлен на интраоперационном фото. Б — интраоперационный вид нижнего узла гемангиобластомы до начала проведения диссекции опухоли и мягких тканей (указан зеленой стрелкой). Fig. 3. Patient K. A-digital subtraction

angiography, red arrow indicates the bottom node which is also demonstrated on intraoperative image. B — intraoperative image of bottom node of haemangioblastoma before dissection of tumor and soft tissues (green arrow).



рука — 3 балла. Пациент ходит при поддержке родственников. По немодифицированной шкале McCormik III. Выписан в удовлетворительном состоянии.

Наблюдение № 2.

Пациент П., 50 лет, поступил в стационар с жалобами на повышенный тонус мышц плечевого пояса, онемение и нарушение координации в обеих кистях, слабость в левой кисти. В неврологическом статусе: монопарез левой верхней конечности до 4 баллов, гипестезия в проекции дерматома С4 билатерально, С5-С8 слева, повышение рефлексов в нижних конечностях, а также левой руке. По немодифицированной шкале McCormik I.

МРТ-исследование шейного отдела позвоночника в Т1-режиме с контрастным усилением: на сериях МР-томограмм шейного отдела позвоночника, выполненных в режимах Т2 и Т1 до и после внутривенного введения контрастного вещества, на уровне тела С4 позвонка определяется интрамедуллярное объемное образование с интенсивным и достаточно гомогенным патологическим контрастированием. На уровне С1-С7 позвонков в режиме Т2 определяется крупных размеров сирингомиелическая кистозная полость без признаков патологического контрастирования ее стенок. Пациенту было предложено микрохирургическое удаление опухоли.

Рис. 4. ВАГ. А — зелеными стрелками указаны 2 питающие артерии. Б — ложе удаленной опухоли. В — визуализация питающих артерий в режиме видеоангиографии (зелеными стрелками указаны две питающие артерии, голубой стрелкой — солидный компонент опухоли). Г — контрольная ВАГ ложа опухоли — тотальное удаление.

Fig. 4. Digital subtraction vertebral angiography. A — green arrows show 2 feeding arteries. B — bed of removed tumor. B — visualization of feeding arteries in videoangiography mode (green arrows show 2 feeding arteries, blue arrow — solid component of tumor). Γ — control vertebral angiography of tumor bed — total removal.

Микрохирургический этап

Стандартная ламинэктомия на уровне С4 позвонка. Твердая мозговая оболочка вскрыта линейным разрезом и подшита к мягким тканям. Визуализирована ярко-оранжевого цвета опухоль, несколько выступающая над поверхностью спинного мозга. Выполнена интраоперационная ВАГ.

Найдены 2 питающие опухоль артерии (рис.6), первой была коагулирована и пересечена нижняя артерия (рис.7).

Особенностью данной операции являлось отсутствие четкой плоскости диссекции между тканью опухоли и здоровым спинным мозгом. Также следует отметить мягкотканную структуру опухоли, что приводило к диффузному кровотечению из стромы опухоли. После проведенного удаления, в ходе визуальной инспекции ложа удаленной опухоли, создалось впечатление о «тотальном» удалении (рис. 8A). Однако при контрольной ВАГ обнаружен остаток опухоли (рис. 8B).

Произведено удаление этого участка ткани опухоли, повторная контрольная ВАГ подтвердила тотальное удаление опухоли (рис. 8Б, Γ).

Послеоперационный период

На момент выписки отмечается регресс повышенного тонуса мышц плечевого пояса, сила и чувствительные расстройства остались на дооперационном уровне. Пациент самостоятельно

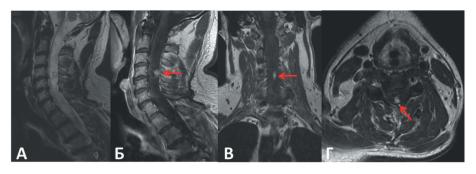


Рис. 5. Предоперационное МРТ-исследование шейного отдела позвоночника с контрастным усилением у пациента П. с ГАБ шейного отдела спинного мозга. В режиме Т2 (А) определяется гипоинтенсивный опухолевый узел, расположенный на уровне тела С4 позвонка, крупная сирингомиелическая киста на уровне С1-С7 позвонков. В режиме Т1 после внутривенного введения контрастного вещества в сагиттальной (Б), фронтальной (В) и аксиальной (Г) проекциях отмечается выраженное достаточно гомогенное

патологическое контрастирование опухоли (узел опухоли указан красными стрелками). Fig. 5. Postoperative MRI of cervical spine with contrast encancement of patient Π . with haemangioblastoma of cervical spinal cord. Hypointense tumor node at the level of C4 vertebra and large syringomyelic cyst at the level of C1-C7 vertebra on T2 (A), significant enough homogenous enhancement of tumor (red arrows) is seen on T1 after intravenous contrast in sagittal (Γ), frontal (Γ) projections.

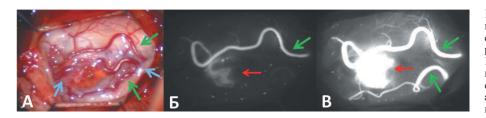


Рис. 6. А — интраоперационный вид интрамедуллярной ГАБ (зелеными стрелками указаны питающие артерии, голубыми — дренирующие вены). Б — ВАГ, 1-я секунда после начала контрастирования опухоли (зеленой стрелкой указала первая питающая артерия, красной — солидный компонент опухоли). В — ВАГ, 3-я секунда после начала контрастирования (зеле-

ными стрелками указаны питающие артерии, красной — активно контастируемая солидная часть опухоли). Fig. 6. A — intraoperative image of intramedullary haemangioblastoma (green arrows show the feeding arteries, blue arrows — drainage veins). B — Digital subtraction vertebral angiography, 1st second after contrast injection (green arrow indicates 1^{st} feeding artery, red arrow — solid component of tumor). B — Digital subtraction vertebral angiography, 3d second after contrast injection (green arrows indicate feeding arteries, red arrow — significant enhancement of tumor solid component).

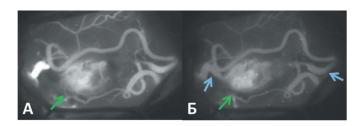


Рис. 7. Венозная стадия ВАГ (20 сек после начала контрастирования). А — зеленой стрелкой указаны ветви питающей артерии, подходящей к солидному компоненту опухоли. Б — зеленой стрелкой указано место коагуляции питающей артерии, голубыми — дренирующие вены.

Fig. 7. Venous stage of digital subtraction vertebral angiography (20 sec after contrast injection). A — green arrow indicate branches of feeding artery, passing to solid component of tumor. \mathbf{E} — green arrow indicates the site of feeding artery coagulation, blue arrows — drainage veins.

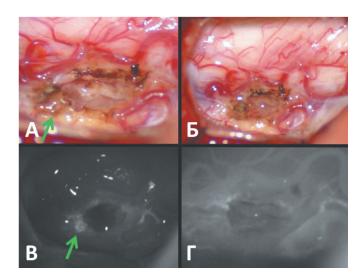


Рис. 8. Контрольная ВАГ. А — внешний вид ложа опухоли без видимых признаков остатка опухоли (зеленой стрелкой указано место расположения остатка опухоли определяемого на ВАГ). Б — ложе опухоли после удаления остатка опухоли. В — контрольная ВАГ, которая позволила выявить участок остаточной ГАБ (указана зеленой стрелкой), Γ —контрольная ВАГ — тотальное удаление опухоли.

Fig. 8. Control digital subtraction vertebral angiography. A — external view of tumor bed without visible signs of tumor remnant (green arrow — site of remnant tumor localization revealed on angiography). B — tumor bed after removal of tumor remnant. B — Control digital subtraction vertebral angiography, allowing revealing the remnant haemangioblastoma (green arrows), Γ — Control digital subtraction vertebral angiography — total removal of tumor.

передвигается без поддержки. По немодифицированной шкале — McCormik I.

Обсуждение

Гемангиобластома — высоковаскуляризованная, доброкачественная опухоль неясной этиологии. Наиболее часто опухоль локализуется в задней черепной ямке и спинном мозге [1, 2]. ГАБ может возникать спорадически, либо входить в симптомокомплекс болезни фон ГиппеляЛиндау [1, 4]. Медленный рост опухоли, четкие границы между солидным компонентом и здоровым спинным мозгом, а также низкий процент рецидивов позволяет говорить о благоприятном прогнозе для пациентов после тотального удаления опухоли. Однако хирургия интрамедуллярных ГАБ является сложной задачей с опасностью возникновения неконтролируемого кровотече-

ния. Данное осложнение способно привести не только к клинически значимой кровопотере, но и стойкому неврологическому дефициту, который, как правило, развивается вследствие длительных попыток остановки кровотечения при помощи биполярной коагуляции. Ввиду этого идентификация питающих сосудов опухоли до начала диссекции тканей может значительно снизить вышеуказанные риски [6].

Интраоперационная ВАГ позволяет получить принципиально важную информацию о топографических взаимоотношениях между солидным компонентом опухоли, сосудами и веществом здорового спинного мозга [13, 14]. При этом данная методика является неинвазивной, дешевой и легко воспроизводимой [15].

Контрастным веществом для проведения ВАГ является индоцианин зеленый, который был одобрен US FDA для проведения различных диагностических процедур еще в 1956 г. [16]. Частота

возникновения аллергических реакций составляет 1:250 000 случаев. Негативные последствия фотосенсибилизирующих свойств препарата могут развиться в случае болюсного введения 4 мг/кг совместно с инфракрасным облучением кожи 3 Вт/см³ [17].

Во время проведения поиска публикаций нами было найдено несколько статей зарубежных авторов, которые представляли собой клинические наблюдения с обзором литературы. Исследований с рассмотрением крупных серий пациентов с применением методики интраоперационной ВАГ найдено не было. В отечественной литературе подобных публикаций не обнаружено.

S. Нwang и соавт. впервые опубликовали результаты использования данной методики в 2010 г. [11]. Авторы использовали ВАГ при удалении интрамедуллярной ГАБ и отметили тот факт, что данная технология визуализации позволяет осуществлять контроль тотальности удаления опухоли, чего не всегда удается достичь при стандартном микрохирургическом удалении. Так D. Shin и соавт. докладывают о 3 пациентах, которым потребовалось повторное вмешательство по удалению остатков гемангиобластомы [18].

G. Schubert и соавт. также сообщают об успешном результате использования интраоперационной ВАГ у 22-летнего пациента при удалении солидного компонента опухоли на уровне C7-Th2 позвонков, подчеркивая высокую эффективность визуализации питающих сосудов [19].

Т. Ueba и соавт. применили методику интраоперационной ВАГ у 19-летнего юноши для удаление дорсальной ГАБ на уровне Th12 позвонка. Благодаря использованию ВАГ хирургам удалось визуализировать сосуды опухоли, а также осуществить контроль тотальности удаления опухоли [20].

Несмотря на множество плюсов применения методики, следует учитывать сложность визуализации питающих артерий, которые расположены внутри солидного компонента. [6]. Большинство ГАБ расположены на дорсальной поверхности спинного мозга [1], поэтому визуализация и выключение питающих артерий опухоли при помощи ВАГ не являются сложными задачами. Для выключения глубоких артерий или артерий, расположенных на вентральной поверхности спинного мозга, необходимо выполнить предварительную диссекцию опухоли и после этого осуществлять контрольную ВАГ для идентификации глубоких артерий, как и было сделано в двух представленных наблюдениях.

Заключение

Методика интраоперационной ВАГ является доступным методом визуализации питающих артерий, дренирующих вен и границ солидного компонента интрамедуллярной ГАБ спинного мозга, с возможностью многократного повторения в ходе оперативного вмешательства. ВАГ на завершающем этапе операции, после удаления

солидного компонента, обеспечивает контроль тотальности удаления опухоли. Внедрение данной методики в рутинную практику позволит увеличить безопасность хирургии интрамедуллярных ГАБ и уменьшить число случаев субтотального удаления опухоли.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Коновалов Николай Александрович — д-р мед. наук, проф. РМАНПО, член-корреспондент РАН, заведующий отделением спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России

Тиссен Теодор Петрович — д-р мед. наук, проф., заслуженный врач РФ, врач отделения эндоваскулярной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Тимонин Станислав Юрьевич — врач-ординатор отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России, e-mail: md.timonin@gmail.com

Назаренко А.Г. — д-р мед. наук, проф. РАН, главный врач ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отделения «спинальная нейрохирургия» ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Асютин Д.С. — канд. медицинских наук, врачнейрохирург, научный сотрудник отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Оноприенко Р.А. — канд. мед. наук, врач-нейрохирург отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Королишин В.А. — канд. мед. наук, врач-нейрохирург, научный сотрудник отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Баталов А.Й. — нейрорентгенолог, аспирант отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Пронин Игорь Николаевич — академик РАН, профессор, доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе, заведующий отделением рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «Национальный меди-

цинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России

Мартынова М.А. — канд. мед.наук, врач-нейрохирург отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Закиров Б.А. — врач-нейрохирург, аспирант отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Погосян А.Л. — врач-ординатор отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России

Бринюк Е.С. — врач-нейрохирург, аспирант отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Капровой С.В. — врач-ординатор отделения спинальной нейрохирургии ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Lonser R.R., Weil R.J., Wanebo J.E. et al. Surgical management of spinal cord hemangioblastomas in patients with von Hippel-Lindau disease. J Neurosurg 2003;98:106— 16.
- 2. Mandigo C.E. et al. Operative management of spinal hemangioblastoma. Neurosurgery 2009;65(6):1166—1177.
- 3. Lee D.K. et al. Spinal cord hemangioblastoma: surgical strategy and clinical outcome. Journal of neurooncology 2003; 61(1): 27—34.
- Berlis A. et al. Subarachnoid haemorrhage due to cervical spinal cord haemangioblastomas in a patient with von Hippel-Lindau disease. Acta neurochirurgica — 2003;145(11): 1009—1013.
- 5. Deng X. et al. Intraspinal hemangioblastomas: analysis of 92 cases in a single institution. Journal of Neurosurgery: Spine 2014; 21(2):260—269.
- 6. Hao S. et al. Application of intraoperative indocyanine green videoangiography for resection of spinal cord

- hemangioblastoma: advantages and limitations. Journal of Clinical Neuroscience 2013;20(9):1269—1275.
- Colby G.P. et al. Intraoperative Journal of Neurosurgery: Spine 2009;11(6): 705—709.
- 8. Imizu S. et al. Assessment of incomplete clipping of aneurysms intraoperatively by a near-infrared indocyanine green-video angiography (Niicg-Va) integrated microscope . min-Minimally Invasive Neurosurgery 2008; 51(04): 199—203
- 9. Woitzik J. et al. Intraoperative control of extracranial—intracranial bypass patency by near-infrared indocyanine green videoangiography. Journal of neurosurgery 2005;102(4):692—698
- 10. Takagi Y. et al. Detection of a residual nidus by surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography in a child with a cerebral arteriovenous malformation. Какой журнал, какой номер, страницы 2007.
- Hwang S. W. et al. Intraoperative use of indocyanine green fluorescence videography for resection of a spinal cord hemangioblastoma. Operative Neurosurgery 2010;67(3): 300 — 303
- 12. Murakami T. et al. Intraoperative indocyanine green videoangiography for spinal vascular lesions: case report. Operative Neurosurgery 2011;68;suppl_1:onsE241-onsE245.
- 13. Miyoshi Y. et al. Effectiveness of intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography in a case with recurrent spinal perimedullary arteriovenous fistula. Clinical neurology and neurosurgery 2011;113(3): 239-242.
- 14. de Oliveira J. G. et al. Assessment of flow in perforating arteries during intracranial aneurysm surgery using intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography. Operative Neurosurgery 2007;61; suppl_3: ONS-63-ONS-73.
 15. Killory B.D., Nakaji P., Gonzales L.F. et al. Prospective
- Killory B.D., Nakaji P., Gonzales L.F. et al. Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green angiography during cerebral arteriovenous malformation surgery. Neurosurgery 2009;65:456—62.
- 16. Fox İ.J. et al. A new dye for continuous recording of dilution curves in whole blood independent of variations in blood oxygen saturation. Circulation 1956;14(5): 937—938.
- 17. Wagner B.P. et al. Reproducibility of the blood flow index as noninvasive, bedside estimation of cerebral blood flow. Intensive care medicine 2003;29(2):196-200.
- Shin D.A. et al. Surgical management of spinal cord haemangioblastoma. Acta neurochirurgica 2008; 150(3): 215-220.
- Schubert G.A. et al. ICG videography facilitates interpretation of vascular supply and anatomical landmarks in intramedullary spinal lesions: two case reports. Spine 2011; 36(12): E811-E813.
- 20. Ueba T. et al. Efficacy of indocyanine green videography and real-time evaluation by FLOW 800 in the resection of a spinal cord hemangioblastoma in a child: case report. Journal of Neurosurgery: Pediatrics 2012; 9(4): 428-431.