



ПРЕДИКТОРЫ ДИСФУНКЦИЙ ВЕНТРИКУЛОПЕРИТОНЕАЛЬНЫХ ШУНТОВ У ДЕТЕЙ

Д. И. Абдуллин^{1,2}, В. И. Данилов¹, В. С. Иванов^{1,2}, Э. Ф. Фатыхова², В. С. Филатов²,
Э. Р. Бариев², А. Г. Газизов², В. В. Фролов², Д. Ф. Загидулин²

¹ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» МЗ РФ,
Бутлерова ул., 49, Казань, 420012

² ГАУЗ «Детская республиканская клиническая больница Министерства Здравоохранения
Республики Татарстан», Оренбургский тракт, 140, Казань, 420138

РЕЗЮМЕ. Гидроцефалия — одно из самых распространенных заболеваний нервной системы у детей. Ежегодно растет количество ликворошунтирующих операций (ЛШО), вместе с этим увеличивается и число дисфункций шунтирующих систем.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: определить факторы риска развития дисфункций шунтирующих систем у детей на материале нейрохирургического отделения Детской республиканской клинической больницы Минздрава Республики Татарстан (ДРКБ МЗ РТ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: в исследование включены 668 пациентов с гидроцефалией, которым имплантированы вентрикулоперитонеальные Давыдове шунты (ВПШ) в Республике Татарстан с 1995 по 2016 годы.

РЕЗУЛЬТАТЫ: при увеличении возраста и массы тела на момент оперативного вмешательства риск дисфункции снижался. Медианы выживаемости у детей с поствоспалительной гидроцефалией значимо ниже чем у пациентов с гидроцефалией другой этиологии. При окклюзионной форме гидроцефалии медиана выживаемости в 2 раза меньше, чем при сообщающейся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Значимыми предикторами дисфункции ВПШ были этиология и форма гидроцефалии, возраст и вес пациента на момент имплантации, а также место первичной имплантации вентрикулярного катетера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидроцефалия, ликворошунтирующие операции, дисфункция шунта.

Для цитирования: Абдуллин Д. И., Данилов В. И., Иванов В. С., Фатыхова Э. Ф., Филатов В. С., Бариев Э. Р., Газизов А. Г., Фролов В. В., Загидулин Д. Ф. Предикторы дисфункций вентрикулоперитонеальных шунтов у детей. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2023;15(1):5–9. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_1_5

PREDICTORS OF VENTRICULOPERITONEAL SHUNT MALFUNCTIONS IN CHILDREN

D. I. Abdullin^{1,2}, V. I. Danilov¹, V. S. Ivanov^{1,2}, E. F. Fatichova², V. S. Filatov²,
E. R. Bariev², A. G. Gazizov², V. V. Frolov², D. F. Zagidulin²

¹ “Kazan State Medical University”, 49, Butlerov st., Kazan, 420012, Russia

² “Children’s Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan”,
140, Orenburgskiy Trakt, Kazan, Russian Federation, 420138

SUMMARY. Hydrocephalus is one of the most common diseases of the nervous system in children. Every year the number of cerebrospinal fluid shunt surgeries is raising but malfunction of shunt systems is also increasing.

PURPOSE OF THE STUDY: define risk factors of malfunctioning of shunt systems in children in the material of the neurosurgical department of the Children’s Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan.

MATERIALS AND METHODS: research performed on 688 children with hydrocephalus that were implanted with ventriculoperitoneal shunt (VPS) in the Republic of Tatarstan from 1995 to 2016.

RESULTS: increase in age and body mass at the time of surgery decreased risk of VPS failure. Mean values of survival in children with post-inflammatory internal hydrocephalus is significantly lower than in patients with hydrocephalus of other etiology. Occlusive hydrocephalus mean values of survival are twice lower when compared to communicating hydrocephalus.

CONCLUSION. main factors influencing malfunctioning of VPS are type of hydrocephalus, age and weight of patients at the time of surgery and implant position of ventricular catheter.

KEY WORDS: hydrocephalus, cerebrospinal fluid (CSF) shunting, shunt malfunction.

For citation: Abdullin D. I., Danilov V. I., Ivanov V. S., Fatichova E. F., Filatov V. S., Bariev E. R., Gazizov A. G., Frolov V. V., Zagidulin D. F. Predictors of ventriculoperitoneal shunt malfunctions in children. Rossiiskii neurokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova. 2023;15(1):5–9. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_1_5

Введение. В настоящее время наиболее распространенной ЛШО является имплантация ВПШ. Эффективность данного метода лечения достигает 95 %. Однако, по данным различных источников, осложнения после установки шунта возникают в 20–80 % случаев [1,2]. По данным ряда крупных проспективных исследований у 29–40 % пациентов дисфункция шунта возникает в течение одного года после имплантации шунта, а у 33–53 % в течение двух лет [3,4].

Несмотря на усовершенствования в конструкции клапанных ликворошунтирующих систем и улучшение хирургической техники, в большинстве нейрохирургических клиник соотношение имплантация шунта/ревизия варьирует от 1 до 2,5. [5]

На частоту осложнений, после ЛШО, в первую очередь влияют возраст больных, тяжесть состояния, этиология и степень выраженности гидроцефалии, степень нарушения гомеостаза. [6–9].

Цель работы. Определить предикторы дисфункций шунтирующих систем.

Материалы и методы. Для оценки риска дисфункции ликворошунтирующих систем и выявления причин ее развития отобраны пациенты, которым имплантированы ВПШ для стабилизации гидроцефалии в нейрохирургическом отделении ДРКБ МЗ РТ с 1995 по 2016 годы. Всего в исследование включено 668 пациентов, из которых 416 (62,3 %, 95 % ДИ: 58,5–65,9) — мальчики. Средний возраст на момент имплантации шунта составил $2,25 \pm 0,15$ лет ($\sigma = 3,97$), медианный возраст — 0,37 лет. У 361 (54 %) наблюдалась дисфункция ВПШ, в среднем она развивалась через $2,18 \pm 0,17$ года ($\sigma = 3,25$) после имплантации (медиана — 0,48 года). Данной группе пациентов выполнено 792 операции по поводу дисфункции вентрикулоперитонеальных шунтов.

Для выявления факторов риска развития дисфункции ВПШ использовалась регрессионная модель про-

порциональных рисков Кокса, с помощью которой проводилась оценка отношения рисков (HR), 95 % ДИ для него и статистической значимости ассоциации. Для визуализации данных при анализе выживаемости использовались кривые Каплана-Мейера.

Результаты. Обнаружено, что риск дисфункции, независимо от причины, наиболее высок в первый год после имплантации ВПШ (рис. 1), а затем наблюдалось резкое снижение базового риска, медианная выживаемость без дисфункции при этом составила 4,56 года (95 % ДИ: 3,25–5,86). Количество эпизодов дисфункции за весь период наблюдения находилось на уровне $1,32 \pm 0,08$ ($\sigma = 1,96$; 1 (0; 2)).

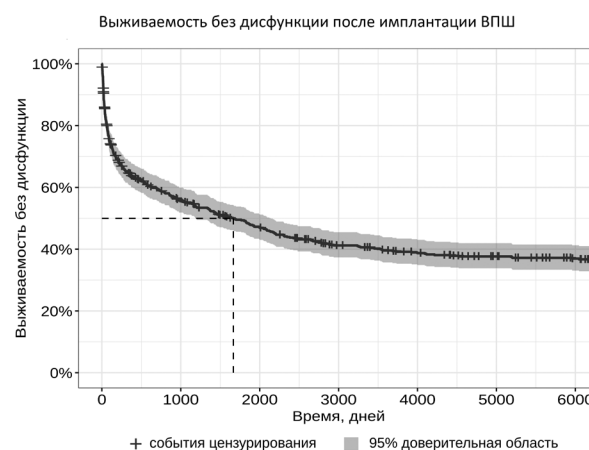


Рисунок 1. Выживаемость детей после имплантации ВПШ без развития его дисфункции. Серая область — 95 % доверительный регион для выживаемости, пунктирная линия — медиана выживаемости.

Figure 1. Malfunction-free survival after VPS implantation. The gray area is a 95 % confidence interval of survival, the dotted line is the median survival.

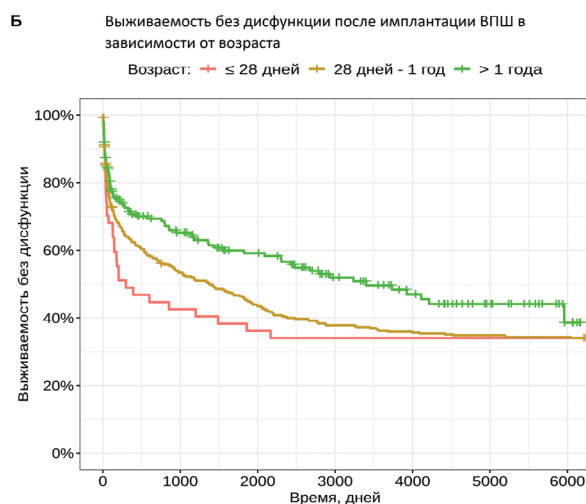
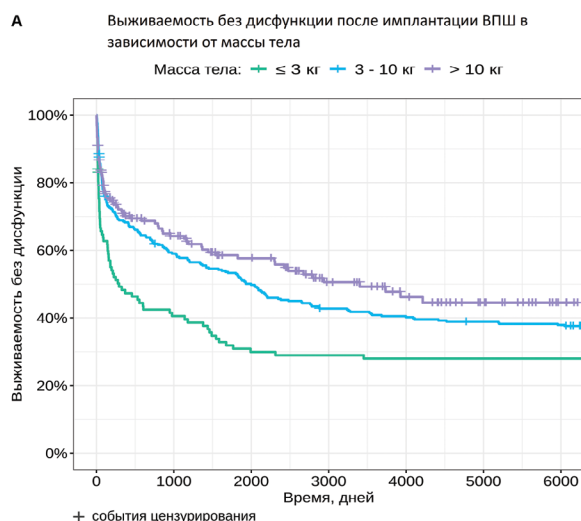


Рисунок 2. А — выживаемость после имплантации шунта без развития дисфункции при стратификации по массе тела на момент имплантации; Б — выживаемость после имплантации ВПШ без развития дисфункции в возрастных группах.

Figure 2. А — Malfunction-free survival after VPS implantation with stratification by body weight at the time of implantation; Б — Malfunction-free survival after VPS implantation in age groups.

Выявлено, что возраст и масса тела на момент имплантации шунтирующей системы являлись значимыми факторами риска дисфункции. При увеличении возраста на момент оперативного вмешательства на 1 год риск дисфункции статистически значимо снижался в среднем в 1,04 раза ($HR = 0,96$, 95 % ДИ: 0,93–0,99, $p_{LR} = 0,01$). При увеличении массы тела ребенка на момент оперативного вмешательства на 1 кг риск дисфункции снижался в 1,01 раза ($HR = 0,987$, 95 % ДИ: 0,976–0,998, $p_{LR} = 0,02$) (рис. 2).

Не выявлено статистически значимых отличий в риске дисфункции при сравнении пациентов, которым ВПШ имплантирован при первом оперативном вмешательстве (медиана выживаемости без развития дисфункции = 5,04, 95 % ДИ: 3,72–6,32) и пациентов, которым имплантация осуществлена при повторных операциях (медиана выживаемости = 2,81, 95 % ДИ: 1,52–6,33). Следует отметить, что на ранних сроках (первые 6 месяцев после операции) риск был ниже при первичной имплантации шунтирующей системы ($HR = 0,97$, 95 % ДИ: 0,76–1,24, $p = 0,805$) (рис. 3).

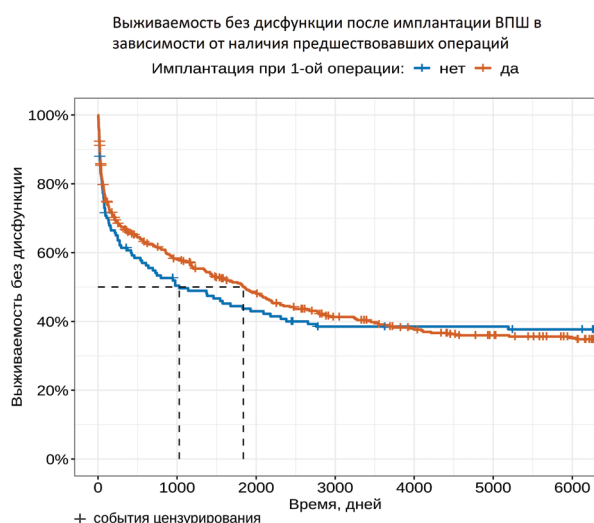


Рисунок 3. Выживаемость после имплантации ВПШ без развития дисфункции в зависимости от наличия операций, предшествовавших имплантации.
Figure 3. Malfunction-free survival after VPS implantation depending on previous surgical interventions.

Этиология гидроцефалии являлась значимым предиктором дисфункции шунта. Медианы выживаемости у детей с постгеморрагической и врожденной гидроцефалией составили 3,78 года (95 % ДИ: 2,04–5,59) и 5,09 лет (95 % ДИ: 2,40–8,98) соответственно. Поствоспалительная гидроцефалия характеризовалась несколько меньшей медианой выживаемости (1,88 года, 95 % ДИ: 0,68–4,94). У детей с опухолевой этиологией она была значительно выше и составила 10,76 лет (нижняя граница 95 % ДИ — 5,00) (рис. 4).

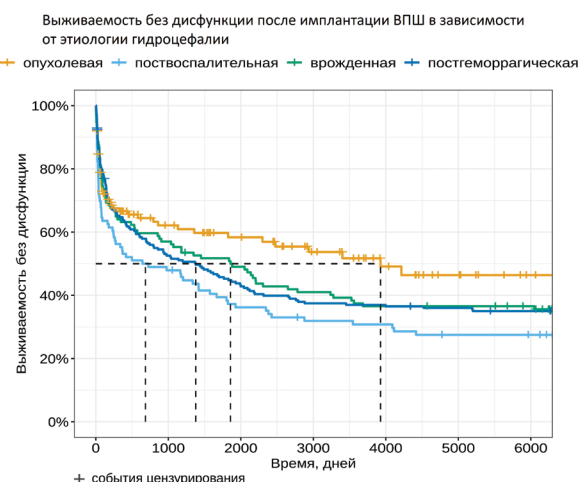


Рисунок 4. Выживаемость после имплантации ВПШ без развития дисфункции в зависимости от этиологии гидроцефалии.
Figure 4. Malfunction-free survival after VPS implantation depending on the etiology of hydrocephalus.

Выявлена тенденция ассоциации формы гидроцефалии с риском дисфункции шунта (HR для группы с окклюзионной гидроцефалией по отношению к группе сообщающейся гидроцефалии = 1,2, 95 % ДИ: 0,97–1,5, $p = 0,0895$). Медианы выживаемости у детей с окклюзионной и сообщающейся гидроцефалией составили 3,75 года (95 % ДИ: 2,35–5,73) и 6,04 лет (95 % ДИ: 3,69–14,25) соответственно (рис. 5).

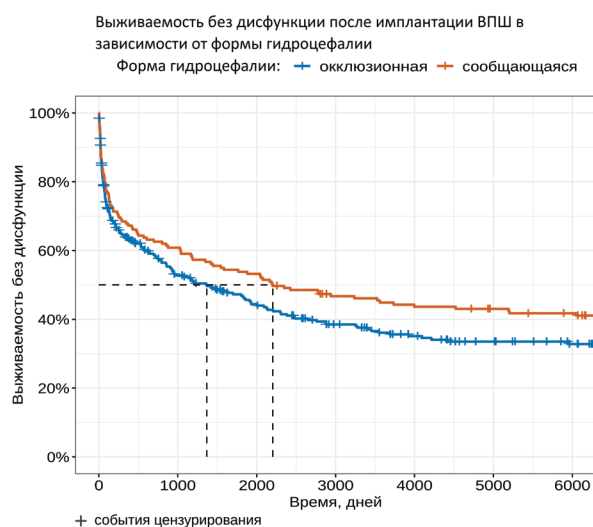


Рисунок 5. Выживаемость после имплантации ВПШ без развития дисфункции в зависимости от формы гидроцефалии.
Figure 5. Malfunction-free survival after VPS implantation depending on the type of hydrocephalus.

Не обнаружено значимых отличий ($p_{LR} = 0,1$) в отношении риска дисфункции при имплантации шунтов с антисифонными устройствами (медиана выживаемости = 4,44 года, 95 % ДИ: 2,84–11,27), шунтов без них (5,04 лет, 95 % ДИ: 3,24–6,32) и программируемых систем (9,71 лет, нижняя граница 95 % ДИ — 3,10). Однако, выявлено, что программируемые шунты в целом характеризовались меньшим риском дисфункции (рис. 6).

В 59,5 % случаев вентрикулярный катетер имплантирован в задний рог боковых желудочков (БЖ), в 40,5 % случаев — в передний рог. Отмечено, что 98 % всех имплантаций в задний рог выполнено

до 2009 года. С 2010 года имплантации проводились преимущественно в передний рог БЖ.

Выявлена статистически значимая ассоциация между местом первичной имплантации вентрикулярного катетера и риском дисфункции ($HR = 1,37$, 95 % ДИ: 1,11–1,70, $p = 0,00385$). Так, медианная выживаемость без дисфункции шунта в группе пациентов с катетером в переднем роге составляла 5,23 лет (нижняя граница 95 % ДИ — 2,81), в группе с катетером в заднем роге — 4,34 года (95 % ДИ: 2,93–5,73), риск дисфункции при установке катетера в задний рог БЖ увеличивался на поздних сроках (более 1 года) периода наблюдения (рис. 7).

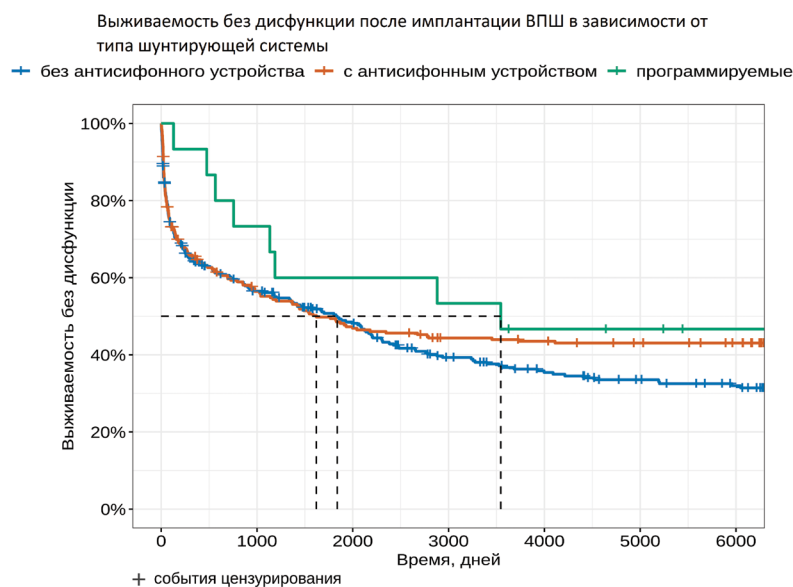


Рисунок 6. Выживаемость после имплантации ВПШ без развития дисфункции, в зависимости от типа шунтирующей системы. Пунктирные линии — медианы выживаемости для страт.

Figure 6. Malfunction-free survival after VPS implantation depending on the type of shunt system. Dotted lines are median survival rates for strata.

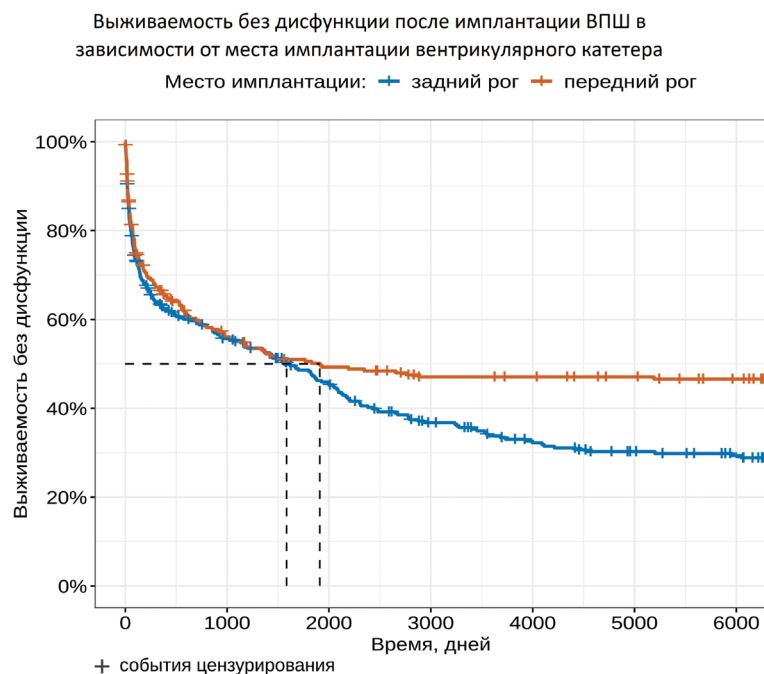


Рисунок 7. Выживаемость после имплантации ВПШ без развития дисфункции в зависимости от места имплантации шунта вентрикулярного катетера. Пунктирные линии — медианы выживаемости для страт.

Figure 7. Malfunction-free survival after VPS implantation depending on the place of ventricular catheter implantation. Dotted lines are median of survival rates for strata.

Заключение. Риск дисфункции наиболее высок в первый год после имплантации ВПШ. Значимыми предикторами дисфункции ВПШ были этиология и форма гидроцефалии, а также место первичной имплантации вентрикулярного катетера. Так медианы выживаемости у детей с постгеморрагической и врожденной гидроцефалией составили 3,78 года и 5,09 лет соответственно. Поствоспалительная гидроцефалия характеризовалась меньшей медианой выживаемости — 1,88 года, а у детей с опухолевой этиологией она была значительно выше и составила 10,76 лет.

При окклюзионной форме гидроцефалии медиана выживаемости в 2 раза меньше, чем при сообщающейся гидроцефалии и составила 3,75 года и 6,04 лет соответственно. При установке катетера в переднем роге БЖ медианная выживаемость без дисфункции шунта составляла 5,23 лет, в группе с катетером в заднем роге — 4,34 года.

Кроме того, статистически значимыми факторами риска дисфункции явились возраст и масса тела на момент имплантации ВПШ. Так, при увеличении возраста и массы тела на момент оперативного вмешательства риск дисфункции статистически значимо снижался.

Не выявлено статистически значимых отличий в риске дисфункции в зависимости от типа имплантируемой системы и наличия операций, предшествовавших имплантации ВПШ.

Исследование показало, что данные, полученные при изучении предикторов дисфункций вентрикулоперитонеальных шунтов у детей, проходивших лечение в условиях нейрохирургического отделения ГАУЗ «ДРКБ МЗ РТ», подтверждают данные представленные в современной литературе.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики: Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study.

ORCID авторов / ORCID of authors

Абдуллин Дамир Искандарович/

Abdullin Damir Iskandarovich

<https://orcid.org/0000-0001-5448-5494>

Данилов Валерий Иванович/Danilov Valery Ivanovich

<https://orcid.org/0000-0002-2017-7001>

Иванов Владимир Станиславович/

Ivanov Vladimir Stanislavovich

<https://orcid.org/0000-0001-5871-7862>

Фатыхова Эльза Фагилевна/Fatykhova El'za Fagilovna

<https://orcid.org/0000-0003-2976-8200>

Филатов Владимир Сергеевич/Filatov Vladimir Sergeevich

<https://orcid.org/0000-0003-3049-3881>

Бариев Эдуард Рефатович/Bariev Eduard Refatovich

<https://orcid.org/0000-0002-4643-2437>

Газизов Айрат Габдельхаевич/Gazizov Ajrat Gabel'haevich

<https://orcid.org/0000-0002-4345-8404>

Фролов Виктор Владимирович/Frolov Victor Vladimirovich

<https://orcid.org/0000-0003-2996-2978>

Загидуллин Дамир Фердинатович/

Zagidulin Damir Ferdinatovich

<https://orcid.org/0000-0002-3848-3189>

Литература/References

- Хачатрян В.А., Орлов Ю.А., Ким А.В. Осложнения клапанных ликворосунтирующих операции. — СПб.: ФГБУ «РНХИ им. проф. А.Л. Поленова», 2013. — 440 с. [Khachatryan V.A., Orlov Ju.A., Kim A.V. Oslozhneniya klappannykh likvoroshuntirujushhih operacii, — Saint-Petersburg: A. L. Polenov Russian Neurosurgery Research Institute, 2013. — 440 p. (In Russ.).]
- Kahle K.T., Kulkarni A.V., Limbrick D.D., Warf B.C. Hydrocephalus in children. *Lancet*. 2016; 387(10020): 788–799. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60694-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60694-8)
- Hanlo PW, Cinalli G, Vandertop WP, Faber JA, Bøgeskov L, Børgesen SE, Boschert J, Chumas P, Eder H, Pople IK, Serlo W, Vitzthum E. Treatment of hydrocephalus determined by the European Orbis Sigma Valve II survey: a multicenter prospective 5-year shunt survival study in children and adults in whom a flow-regulating shunt was used. *J Neurosurg*. 2003 Jul; 99(1): 52–7. <https://doi.org/10.3171/jns.2003.99.1.0052>
- Drake JM, Kestle JR, Milner R, Cinalli G, Boop F, Piatt J Jr, Haines S, Schiff SJ, Cochrane DD, Steinbok P, MacNeil N. Randomized trial of cerebrospinal fluid shunt valve design in pediatric hydrocephalus. *Neurosurgery*. 1998 Aug; 43(2): 294–303; discussion 303–5. <https://doi.org/10.1097/00006123-199808000-00068>
- Stein SC, Guo W. Have we made progress in preventing shunt failure? A critical analysis. *J Neurosurg Pediatr*. 2008 Jan; 1(1): 40–7. <https://doi.org/10.3171/PED-08/01/040>
- Еликбаев Г.М., Сахипов М.М., Бахтияров А.К. Результаты лечения детей с гидроцефалиями и причины неудовлетворительных исходов. *Вестник КазНМУ*. 2020; 1: 170–173. [Elikbaev G.M., Sahipov M.M., Bahtiyarov A.K. The results of treatment of children with hydrocephalus and the causes of unsatisfactory outcomes. *Vestnik KazNMU*. 2020; 1: 170–173. (In Russ.).]
- Рабандияров М.Р. Модифицированные ликворосунтирующие операции: ближайшие и отдаленные послеоперационные исходы. *Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова*. 2013;5(1): 20–26. [Rabandiyarov M.R. The modified liquor shunt operations: frequency uses? Closest and remote postoperative outcomes. *Russian neurosurgical journal. prof. A. L. Polenov*. 2013;5(1): 20–26. (In Russ.).]
- Robinson S. Neonatal posthemorrhagic hydrocephalus from prematurity: pathophysiology and current treatment concepts. *J Neurosurg Pediatr* 2012; 9(3): 242–258. <https://doi.org/10.3171/2011.12.peds11136>
- Melo JRT, Passos R. K., Carvalho C. M. Cerebrospinal fluid drainage options for posthemorrhagic hydrocephalus in premature neonates. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017; 75(7): 433–438. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20170060>