

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ ВНУТРИМОЗГОВЫХ ГЕМАТОМ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ЧУВАШИЯ)

П. А. Святочевский — БУ «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Чувашской Республики, врач-нейрохирург; **Д. А. Гуляев** — ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, ФГБУ «Институт мозга человека им. Н. П. Бехтерева» Российской академии наук, главный научный сотрудник НИЛ интегративных нейрохирургических технологий, профессор кафедры нейрохирургии института последипломного образования, доктор медицинских наук; **В. Н. Орлов** — ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», доцент кафедры прикладной математики, доктор физико-математических наук; **Т. А. Каурова** — ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, старший научный сотрудник НИЛ интегративных нейрохирургических технологий, кандидат медицинских наук; **Т. Ю. Винокур** — БУ «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Чувашской Республики, заместитель главного врача по медицинской части, кандидат медицинских наук.

THE STUDY OF SURGICAL ACTIVITY DYNAMICS AT PATIENTS WITH HYPERTENSIVE INTRACEREBRAL HAEMATOMA USING SIMULATION ANALYSIS IN THE CHUVASH REPUBLIC

P. A. Svyatochevsky — Chuvash Republic Clinical Hospital, Neurosurgeon; **D. A. Gulyaev** — Almazov National Medical Research Center, N. P. Bekhtereva Institute of Human Brain, Chief Research Assistant of Scientific Research Laboratory for Integrative Neurosurgical Technologies, Professor of Department of Neurosurgery of the Institute of Post-graduate Education, DSc; **V. N. Orlov** — National Research Moscow State University of Civil Engineering, Associate Professor of Department of Applied Mathematics, DSc; **T. A. Kaurova** — Almazov National Medical Research Center, Senior Research Assistant of Scientific Research Laboratory for Integrative Neurosurgical Technologies, PhD, **T. Yu. Vinokur** — Chuvash Republic Clinical Hospital, Deputy Head Doctor for Medical Work, PhD.

Дата поступления — 24.05.2019 г.

Дата принятия в печать — 13.06.2019 г.

Святочевский П. А., Гуляев Д. А., Орлов В. Н., Каурова Т. А., Винокур Т. Ю. Исследование динамики хирургической активности в отношении гипертензивных внутримозговых гематом с помощью математического моделирования (на примере Республики Чувашия). Саратовский научно-медицинский журнал 2019; 15 (2): 308–312.

Цель: улучшение показателей эффективности результатов лечения больных с гипертензивными внутричерепными гематомами за счет оптимизации планирования на основе математической модели эпидемиологических данных и динамики показателей хирургического лечения. **Материал и методы.** Проанализированы 225 историй болезни пациентов с гипертензивными внутримозговыми гематомами, находившихся на обследовании и лечении в Республиканской клинической больнице города Чебоксары с января 2008 г. по декабрь 2017 г. **Результаты.** Отмечено сокращение количества операций по поводу гипертензивных внутримозговых гематом с 35 до 19, снижение летальности оперированных больных с объемом гематом от 30 до 60 мл с 2011 по 2017 г.; уменьшение количества операций в группе больных от 50 до 70 лет, у которых инсульты встречались наиболее часто, с 2010 по 2017 г. **Заключение.** Внедрение на этапах диагностики системы принятия решения позволяет осуществлять дифференцированный подход к выбору тактики хирургического лечения.

Ключевые слова: инсульт, математическая модель, внутричерепная гематома, нарушение мозгового кровообращения.

Svyatochevsky PA, Gulyaev DA, Orlov VN, Kaurova TA, Vinokur TYu. The study of surgical activity dynamics at patients with hypertensive intracerebral haematoma using simulation analysis in the Chuvash Republic. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2019; 15 (2): 308–312.

Objective: improving the efficiency of treatment for patients with hypertensive intracranial hematomas by means of planning optimization, epidemiological evidences simulation analysis and dynamics of surgical treatment indices. **Material and Methods.** 225 patient charts with hypertensive *intracerebral* hematomas have been analyzed. All patients were examined and treated in Cheboksary Republican Clinical Hospital January 2008 to December 2017. **Results.** The retrospective analysis revealed decrease in the number of surgeries for hypertensive intracerebral hematomas from 35 to 19. From 2011 to 2017 mortality in the group of patients with 30 to 60 ml hematomas decreased as well. Surgeries in the group of patients aged 50–70 who had strokes most frequently in 2010–2017 got fewer. **Conclusion.** Introduction of decision-making system at diagnosis stage enables applying differentiated approach for choosing surgical treatment approach.

Key words: stroke, simulation analysis, intracranial hematoma, cerebrovascular disorders.

Введение. Острое нарушение мозгового кровообращения занимает третье место по причине смертности населения, после сердечно-сосудистых

и онкологических заболеваний. В структуре данной патологии кровоизлияние в мозг составляет 4–30%, возникая у 13–271 человека на 100 тыс. населения в год. Высокая частота встречаемости в популяции, крайняя дороговизна реанимационных и лечебно-реабилитационных мероприятий, обеспечения сестрин-

Ответственный автор — Святочевский Павел Александрович
Тел.: +7 (927) 8573636
E-mail: spa_chr@mail.ru

ского, санитарного и социального ухода за больными и инвалидами обуславливают важное экономическое значение этого раздела здравоохранения [1].

Для принятия стратегических решений в области экономики здравоохранения невозможно обойтись без формирования моделей долгосрочных прогнозов, основанных на статистических данных и результатах математического анализа. Такие данные позволяют службе главного специалиста эффективно использовать бюджетные средства, разрабатывать новые и внедрять наиболее современные программные продукты с целью улучшения результатов лечения когорты больных с острым нарушением мозгового кровообращения как с медицинской, так и с экономической точки зрения [2, 3]. Математический подход не только позволяет с достоверной точностью описать количественное описание определенной медицинской задачи путем построения той или иной подходящей модели, но и снабжает инструментами для ее решения. Математическое моделирование, как одно из эффективных средств обоснования исследований, широко применяется в фундаментальных исследованиях [4], а также в разных областях деятельности человека: строительстве, животноводстве, медицине, образовании и экономике. Для построения прогнозов неких эпидемиологических процессов в конкретном регионе Российской Федерации обычно используют либо зарубежные математические модели, либо отечественные статистические схемы. Однако такой подход может не учитывать не только индивидуальные популяционные особенности региона, такие как плотность населения, гендерный состав, средний возраст, но и сугубо медицинские факторы, а именно плечо эвакуации, оснащенность и традиции клиники, квалификацию и опыт медицинского персонала [5, 6]. В связи с изложенным формирование индивидуальных прогностических математических моделей на основе баз данных конкретного региона может иметь важное медицинское и экономическое значение.

Цель: улучшение показателей эффективности результатов лечения больных с гипертензивными внутричерепными гематомами за счет оптимизации планирования хирургического и консервативного лечения на основе разработки математической модели эпидемиологических данных и динамики показателей хирургического лечения этих больных в Чувашской Республике.

Материал и методы. Работа основана на ретроспективном анализе 225 историй болезни пациентов с гипертензивными внутримозговыми гематомами, находившихся на обследовании и лечении в Республиканской клинической больнице города Чебоксары с января 2008 г. по декабрь 2017 г. Возраст больных варьировался от 18 до 80 лет (средний возраст 55 ± 6 лет). Женщин было 94 (42%), мужчин 131 человек (58%). В лечении применялись как малоинвазивные, так и открытые методы хирургического лечения гематом. С помощью малоинвазивных методов оперировано 68 больных (30,2%), стандартная краниотомия использовалась у 157 человек. Летальность составила 35 человек (22,3%), способных к самослуживанию было 77 человек (34,2%), способных вернуться к работе 47 человек (29,9%).

В качестве метода исследования выбрано математическое моделирование, позволяющее на основе статистической информации восстановить исследуемый процесс в виде математической модели и осуществлять достаточно хорошее прогнозирование ин-

тересующих показателей на основе дисперсионного анализа авторской разработки [7, 8].

Первая математическая модель направлена на исследование динамики количества операций пациентов с диагнозом геморрагического инсульта. Для построения математической модели применена технология обработки аддитивной модели временного ряда:

$$Y = T + S + E,$$

где Y — количество проведенных операций; T — трендовая компонента, являющаяся основной в определении количества проведенных операций; S — циклическая компонента, представляющая дополнение трендовой компоненты по количеству проведенных операций; E — случайная компонента, значение которой формируется неучтенными в процессе исследования факторами, влияющими на количество проведенных операций.

На основании расчетов по исходной информации получена трендовая компонента:

$$T = 539,93 - 6,16 * t,$$

где t — временной показатель.

Доверительный интервал прогнозируемого значения рассчитан на основе дисперсионного анализа. Значимость построенной модели подтверждена статистическим критерием Фишера $F_{кр} (1; 5; 0,05) = 6,61$ на уровне $\alpha = 0,05$; $F_{набл} = 17,55$. Принимается конкурирующая гипотеза о значимости построенной математической модели $H_1: R^2 \neq 0$. Показатель качества построенной модели, основанный на дисперсионном анализе, составляет $R^2 = 0,77$.

Вторая модель отражает динамику числа оперированных пациентов в группе 50–70 лет с 2011 по 2017 г. За основу математической модели выбрана аддитивная структура временного ряда. Трендовая компонента имеет вид:

$$T = 19,45 - 0,11 * t.$$

Значимость построенной модели подтверждена статистическим критерием Фишера $F_{кр} (1; 6; 0,05) = 5,99$ на уровне значимости $\alpha = 0,05$; $F_{набл} = 93,45$. Принимается конкурирующая гипотеза о значимости построенной математической модели $H_1: R^2 \neq 0$. Показатель качества построенной модели, основанный на дисперсионном анализе, составляет $R^2 = 0,93$ [9].

Следующая модель представляет динамику летальности проведенного хирургического лечения гипертензивных гематом в группе больных 50–70 лет за период с 2011 по 2017 г. Для модели также выбрана аддитивная структура временного ряда:

$$Y = T + S + E.$$

Трендовая компонента представляется выражением

$$T = 2,83 + 0,20 * t.$$

Значимость построенной модели подтверждена статистическим критерием Фишера $F_{набл} = 11,81$; $F_{кр} (1; 6; 0,05) = 5,99$ на уровне значимости $\alpha = 0,05$. Принимается конкурирующая гипотеза о значимости построенной математической модели $H_1: R^2 \neq 0$. Показатель качества построенной модели, основанный на дисперсионном анализе [10], составляет $R^2 = 0,58$. Доверительный интервал прогнозируемого количества летальности при оперативном лечении получен на основе дисперсионного анализа [7, 9]:

$$2,05 \leq Y_{2018} \leq 4,98.$$

Результаты. Геометрическая интерпретация исходной информации количества проведенных операций и построенная модель представлены на рис. 1, где 1-й ряд соответствует исходной информации, а 2-й ряд — построенной модели. Построенная модель была протестирована на 2017 г. Доверительный интервал прогнозируемого количества операций:

$$385,66 \leq Y_{2017} \leq 521,69.$$

Фактическое значение на 2017 г. составило $Y_{2017} = 463$ операции. Трендовая компонента свидетельствует о тенденции уменьшения количества операций по диагнозу «геморрагический инсульт».

На рис. 2. представлена геометрическая интерпретация исходной информации и построенной математической модели динамики числа оперированных пациентов с гипертензивными внутримозговыми гематомами: 1-й ряд соответствует исходной информации, а 2-й ряд — построенной модели. Доверительный интервал прогнозируемого результата на 2018 г.:

$$22,28 \leq Y_{2018} \leq 25,14.$$

Фактическое значение показателя на 2018 г. составило 24 операции.

Геометрическая интерпретация исходной информации и прогнозируемых данных математического моделирования частоты послеоперационной летальности представлена на рис. 3, где 1-й ряд соответствует исходной информации, а 2-й ряд — прогнозируемым данным.

Для сравнения приведено фактическое значение показателя $Y_{2018} = 4$.

Нами выявлено, что в период с 2011 по 2017 г. отмечалось сокращение количества операций по поводу гипертензивных внутримозговых гематом с 35 до 19; снижение летальности этих больных с объемом гематом от 30 до 60 мл с 2011 по 2017 г.; уменьшение количества операций в группе больных от 50 до 70 лет, у которых инсульты встречались наиболее часто, с 2010 по 2017 г.

Обсуждение. В работе построены прогностические модели показателей хирургической активности и послеоперационной летальности пациентов с гипертензивными внутримозговыми гематомами, показатели качества которых достаточно высоки. Анализ моделей и их комментарии позволяют определить порядок мероприятий, направленных на повышение эффективности оперативного лечения пациентов.



Рис. 1. Количество операций с 2011 по 2017 г.: 1-й ряд — статистическая информация по количеству операций с 2011 по 2017 г.; 2-й ряд — интерпретация построенной математической модели количества операций с 2011 по 2017 г.



Рис. 2. Количество больных, оперированных по поводу гипертензивных гематом в возрастной категории от 50 до 70 лет за период с 2010 по 2017 г.: 1-й ряд — исходная информация; 2-й ряд — геометрическая интерпретация математической модели

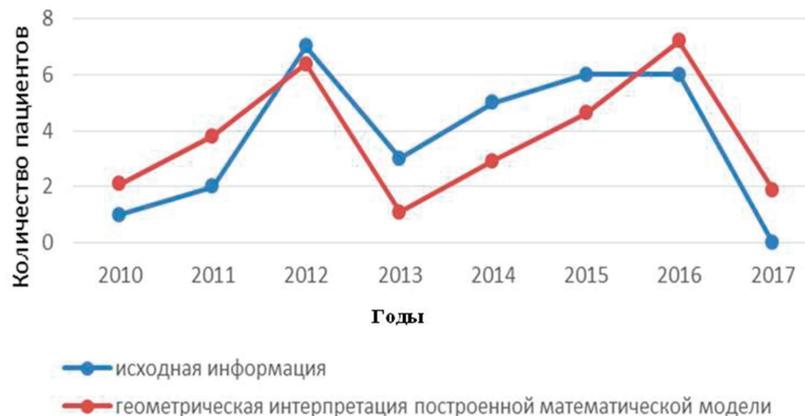


Рис. 3. Динамика летальности при хирургическом лечении гипертензивных гематом в возрастной категории 50–70 лет: 1-й ряд — исходная информация; 2-й ряд — геометрическая интерпретация построенной математической модели

Представленная в работе динамика статистических характеристик специализированной нейрохирургической помощи данной когорте пациентов, на наш взгляд, обусловлена двумя основными факторами, а именно изменениями в организационно-методической и технической составляющих лечебного процесса [10]. Первая составляющая определяет дифференцированную, основанную на индивидуальном комплексном подходе тактику лечения, как воплощение концепции персонализированной медицины. Конечным результатом такого концептуального подхода явилось внедрение системы поддержки принятия врачебного лечения в виде балльной системы (в начале исследования) и программного обеспечения, интегрированного в электронную историю болезни в настоящее время. При этом учитываются такие признаки, как тяжесть общего состояния больного, уровень угнетения сознания, характер кровоизлияния и объем внутримозговой гематомы, состояние системы гемостаза. Это информационное обеспечение позволяет любому участвующему в лечении больного врачу ориентироваться в дальнейшей тактике ведения и проводить адекватную терапевтическую концепцию. Конечная цель такого развития: разработка и применение на практике электронной истории болезни пятого поколения по R. M. Gardner (1994) [11].

С другой стороны, следует отметить, что внедрение в повседневную хирургическую практику таких высокотехнологичных методик, как безрамная навигация, микрохирургия, нейроэндоскопия, включающая и тубулярные ретракторы, безусловно способствует снижению степени травматичности операции и, как следствие, улучшению ее исходов [12].

Внедрение на этапах диагностики, принятия решения и в ходе хирургического пособия современных медицинских технологий позволило повысить эффективность лечения больных с острым нарушением мозгового кровообращения. Математический подход, в свою очередь, помогает избежать избыточных финансовых затрат на определенных, прежде всего хирургических, этапах специализированной медицинской помощи, перераспределив их, например, на этап реабилитации.

Заключение. Адекватные статистические популяционные и медицинские когортные исследования должны проводиться с целью формирования математической модели и в конечном счете прогнозирования количества объемов оказания медицинской

помощи населению по различным профилям на ближайшие годы, что реально поможет правильно оптимизировать — с точки зрения не только финансовой эффективности, но и медицинской адекватности — систему оказания специализированной медицинской помощи населению конкретного субъекта Российской Федерации.

Конфликт интересов не заявляется.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, получение и обработка данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи, утверждение рукописи для публикации — П.А. Святочевский, Д.А. Гуляев, В.Н. Орлов, Т.А. Каурова, Т.Ю. Винокур.

References (Литература)

1. Svyatochevsky PA, Gulyaev DA, Orlov VN, et al. Medical decision-making support system in the structure of defining indications and outcome prognosis for hypertensive intracerebral hematomas. Biomedical journal Medline.ru. URL: http://www.medline.ru/conference/tezis/tezis_01.pdf. 2018.04.17.
2. Yang G, Shao G. Clinical effect of minimally invasive intracranial hematoma in treating hypertensive cerebral hemorrhage. Pak J Med Sci 2016; 32 (3): 677–81.
3. Dolzhenko DA, Burov SA, Nazarenko NV, et al. Hemorrhagic stroke: Work experience of regional vascular center in Altai Territory. Clinical Neurology 2012; 2: 9–14. Russian (Долженко Д.А., Буров С.А., Назаренко Н.В. и др. Геморрагический инсульт: опыт работы Алтайского регионального сосудистого центра. Клиническая неврология 2012; 2: 9–14).
4. Fomkina OA, Ivanov DV, Kirillova IV, Nikolenko VN. Biomechanical modeling of cerebral arteries in different designs of intracranial arteries of the vertebrobasilar system. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2016; 12 (2): 118–27. Russian (Фомкина О.А., Иванов Д.В., Кириллова И.В., Николенко В.Н. Биомеханическое моделирование артерий головного мозга при разных вариантах конструкции внутричерепных артерий вертебробазилярной системы. Саратовский научно-медицинский журнал 2016; 12 (2): 118–27).
5. Creutzfeldt CJ, Becker KJ, Weinstein JR, et al. Do-not-attempt-resuscitation orders and prognostic models for intraparenchymal hemorrhage. Crit Care Med 2011; 39: 158–62.
6. Unzhakov VV, Greben'ko AM, Tokmaev KA, et al. Evaluation of emergency treatment efficiency for hemorrhagic cerebrovascular accident patients. Far East Healthcare 2017; 2: 41–44. Russian (Унжаков В.В., Гребенько А.М., Токмаев К.А. и др. Оценка эффективности интенсивной терапии у больных с острым нарушением мозгового кровообращения по геморрагическому типу. Здравоохранение Дальнего Востока 2017; 2: 72).
7. Barannik DS, Maslakova LF. The use of mathematics in medicine. Theory and practice of modern science 2017; 5 (23), 119–21. Russian (Баранник Д.С., Маслакова Л.Ф. Применение

ние математики в медицине. Теория и практика современной науки 2017; 5 (23), 119–21).

8. Langhorne P, Fearon P, Ronning OM et al. Stroke unit care benefits patients with intracerebral hemorrhage: systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2013; 44 (11): 3044–9. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.001564>.

9. Orlov VN. On one variant of simulation model predicted value confidence limit. *Bulletin of Russian State Social University (Cheboksary Branch)* 2014; 1: 128–9. Russian (Орлов В.Н. Об одном варианте доверительного интервала прогнозируемого значения математической модели. *Вестник РГСУ (Филиал г. Чебоксары)* 2014; 1: 128–9).

10. Hemphill JC 3rd, Greenberg SM, Anderson et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral

hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2015; 46 (7): 2032–60. URL: <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000069>.

11. Gardner RM, Lundsgaarde HP. Evaluation of user acceptance of a clinical expert system. *J Am Med Inform Assoc* 1994; 1 (6): 428–38.

12. Gregson BA, Broderick JP, Auer LM et al. Individual patient data subgroup meta-analysis of surgery for spontaneous supratentorial intracerebral hemorrhage. *Stroke* 2012; 43 (6): 1496–504. URL: <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.111.640284>.

УДК 616.831–006:57.089.66–035.1/.2–089 (045)

Оригинальная статья

ВОЗМОЖНОСТИ БЕЗРАМНОЙ БИОПСИИ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ГЛУБИННОЙ И ТРУДНОДОСТУПНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ВЛИЯНИЕ ЕЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НА СТРАТЕГИЮ ЛЕЧЕНИЯ

А. В. Шабунин — ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, заведующий кафедрой хирургии, член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук; **А. В. Горожанин** — ГКБ им. С.П. Боткина, заведующий 19-м отделением нейрохирургии, кандидат медицинских наук; **Д. В. Вакатов** — ГКБ им. С.П. Боткина, заведующий 49-м отделением нейрохирургии, кандидат медицинских наук; **А. А. Шестаков** — ГКБ им. С.П. Боткина, врач-нейрохирург 19-го нейрохирургического отделения; **В. А. Чехонацкий** — ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, ординатор кафедры нейрохирургии.

POSSIBILITY OF FRAMELESS BIOPSY OF DEEP AND REMOTE BRAIN TUMORS AND IMPACT OF ITS RESULTS ON TREATMENT STRATEGY

A. V. Shabunin — Russian Medical Academy of Post-graduate Education, Head of Department of Surgery, Correspondent of RAS, Professor, DSc; **A. V. Gorozhanin** — Clinical Hospital n. a. S. P. Botkin, Head of Department of Neurosurgery №19, PhD; **D. V. Vakotov** — Clinical Hospital n. a. S. P. Botkin, Head of Department of Neurosurgery №49, PhD; **A. A. Shestakov** — Clinical Hospital n. a. S. P. Botkin, Neurosurgeon of Department of Neurosurgery №19; **V. A. Chekhonatsky** — Russian Medical Academy of Post-graduate Education, Resident of Department of Neurosurgery.

Дата поступления — 04.02.2019 г.

Дата принятия в печать — 13.06.2019 г.

Шабунин А. В., Горожанин А. В., Вакатов Д. В., Шестаков А. А., Чехонацкий В. А. Возможности безрамной биопсии опухолей головного мозга глубинной и труднодоступной локализации и влияние ее результатов на стратегию лечения. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2019; 15 (2): 312–317.

Цель: оценка возможностей безрамной биопсии опухолей головного мозга с глубинной и труднодоступной локализацией и влияния ее результатов на стратегию лечения. **Материал и методы.** Объектами исследования послужили 56 пациентов с супратенториальными опухолями головного мозга глубинной и труднодоступной локализации. Всем пациентам выполнена биопсия с использованием безрамной нейронавигации по принятым стандартам. **Результаты.** В 9 случаях (16,1%) отмечено расхождение данных предварительного МРТ-исследования и гистологического заключения пунктата после проведения биопсии, что изменило тактику лечения. **Заключение.** Биопсия опухолей головного мозга глубинной и труднодоступной локализации позволяет точно и наименее инвазивно установить правильный диагноз. Проведение безрамной биопсии с последующей иммуногистохимической верификацией биоптата позволяет правильно планировать дальнейшие методы лечения, увеличивая продолжительность и качество жизни пациентов с опухолями головного мозга глубинной и труднодоступной локализации.

Ключевые слова: опухоли головного мозга, биопсия, лечение.

Shabunin AV, Gorozhanin AV, Vakotov DV, Shestakov AA, Chekhonatsky VA. Possibility of frameless biopsy of deep and remote brain tumors and impact of its results on treatment strategy. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2019; 15 (2): 312–317.

Purpose: to assess the possibilities of frameless biopsy of brain tumors with deep and hard-to-reach localization and its impact on the treatment strategy. **Material and Methods.** 56 patients with supratentorial brain tumors of deep and hard-to-reach localization who underwent biopsy using frameless neuronavigation according to accepted standards. **Results.** In 9 (16.1%) cases there was a discrepancy between the data of the preliminary MRI examination and the histological conclusion of the punctate after the biopsy, which changed the tactics of treatment. **Conclusion.** Biopsy of brain tumors of deep and hard-to-reach localization allows you to accurately and least invasive to establish the correct diagnosis. Conducting a frameless biopsy with subsequent immunohistochemical verification of the biopsy allows planning adequate further treatment, increasing the duration and quality of life of patients with brain tumors of deep and hard-to-reach localization.

Key words: brain tumors, biopsy, treatment.