

Исследование динамики хирургической активности в отношении гипертензивных внутримозговых гематом в Чувашской Республике с помощью математического моделирования.

П. А. Святочевский, нейрохирургическое отделение БУ "Республиканская клиническая больница", г.Чебоксары, ЧР;

д.м.н., Дмитрий Александрович Гуляев, ФГБУ "НМИЦ им.В.А. Алмазова" МЗ РФ, ФГБУ «Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой» Российской академии наук, СПб;

Орлов Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., профессор Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва.

Для принятия стратегических решений в области экономики здравоохранения невозможно, на сегодняшний день, 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 исследуемой патологией как с медицинской так и с экономической точек зрения.

Математический подход не только позволяет с достоверной точностью провести количественное описание определенной медицинской задачи задачи путем построения той или иной подходящей модели, но и дает средство к решению поставленной задачи. Математическое моделирование, как одно из эффективных средств обоснования исследований широко применяется в разных областях деятельности человека в: фундаментальных исследованиях, строительстве, животноводстве, медицине, образовании, в экономике. Для построения математической модели применена технология обработки аддитивной модели временного ряда

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

где Y – количество проведенных операций головного мозга; T – трендовая компонента, являющаяся основной в определении количества производимых хирургических операций; S – циклическая компонента, полученная с помощью метода скользящей средней и представляющая дополнение трендовой компоненты по количеству проводимых хирургических операций; E – случайная компонента, значение которой формируется не учтенными в процессе исследований факторами,

влияющими на количество проводимых операций. Трендовая компонента имеет вид

$T = 30,8571 - 1,5476 * t$, где t – временной показатель. Геометрическая интерпретация исходной информации о проведенных хирургических операциях и построенная модель представлены на рис. 1, где ряд 1 соответствует исходной информации, а ряд 2 – построенной модели. Построенная модель была протестирована на 2017 год. Доверительный интервал прогнозируемого количества хирургических операций составляет $18,4945 \leq Y_{2017} \leq 20,2198$.

Реальное экспериментальное значение на 2017 год составляет $Y_{2017} = 19$. Трендовая компонента свидетельствует о тенденции уменьшения количества оперируемых.

Рис. 1. Зависимость количества операций от времени. Вторая модель, разработанная на результатах данных с 2011 по 2017, позволяет получить доверительный интервал прогнозируемого результата на 2018 год.

$$17,7565 \leq Y_{2018} \leq 19,1959.$$

Доверительный интервал прогнозируемого значения рассчитан на основе дисперсионного анализа, представленного в работе. Значимость построенной модели подтверждена статистическим критерием Фишера на уровне значимости $\alpha = 0,05$; $F_{кр} = 5,59$; $F_{набл} = 123,3607$. Показатель качества построенной модели, основанный на дисперсионном анализе, составляет $R^2 = 0,961$. Как свидетельствует трендовая компонента, наблюдаем уменьшение количества операций.

Следующая модель представляет динамику летальности после хирургического лечения гипертензивных гематом объемом от 30 до 60 миллилитров. Для модели выбрана аддитивная структура временного ряда $Y = T + S + E$.

Трендовая компонента представляется выражением

$$T = 10,3333 - 2,3333 * t.$$

Геометрическая интерпретация исходной информации летальности при проведенных операциях и построенной модели представлены на рис. 2, где ряд 1 соответствует исходной информации, а ряд 2 – построенной модели. Значимость построенной модели подтверждена статистическим критерием Фишера на уровне значимости $\alpha = 0,05$; $F_{кр} = 7,71$; $F_{набл} = 55,5$. Показатель качества построенной модели, основанный на дисперсионном анализе, составляет $R^2 = 0,9652$ [14].

Доверительный интервал прогнозируемого количества летальности при оперативном лечении определяет значение $Y_{2018} = 0$.

Рис. 2. Динамика летальности при хирургическом лечении гипертензивных гематом объемом от 30,0 до 60,0 мл.

Как свидетельствует статистика с 2010 по 2017 года, большая часть оперированных больных относится к возрастному интервалу от 50 до 70 лет. Следующая модель Представленная на рис.3 отражает динамику изменения этой категории пациентов. Ряд 1 соответствует исходной информации, а ряд 2 – построенной модели.

Рис.3. Количество больных оперированных по поводу гипертензивных гемаотом в возрастной категории от 50 до 70 лет за период времени с 2010 по 2017 года.

За основу модели взяли аддитивную структуру временного ряда. Трендовая компонента имеет вид

$$T = 19,4524 - 0,1190 * t.$$

Значимость построенной модели подтверждена статистическим критерием Фишера на уровне значимости $\alpha = 0,05$; $F_{кр} = 5,99$; $F_{набл} = 93,4528$. Принимается конкурирующая гипотеза о значимости построенной математической модели $H_1: R^2 \neq 0$. Показатель качества построенной модели, основанный на дисперсионном анализе, составляет $R^2 = 0,9397$ [14]. Доверительный интервал прогнозируемого результата на 2018 год

$$22,2836 \leq Y_{2018} \leq 25,1450.$$

В результате мы получили снижение количества операций по поводу гипертензивных внутримозговых гематом с 2011 по 2017 годы.

Снижение летальности в самой большой группе оперированных больных с объемом гематом от 30 до 60 мл с 2011 по 2017 годы.

Снижение количества операций в группе больных от 50 до 70 лет у которых инсульты встречались наиболее часто с 2010 по 2017 годы.

Такая динамика связана 1) с качественным изменением в подходе обследования пациентов и применения оперативного лечения как вынужденной меры. При отборе больных на операцию ведущими факторами являются тяжесть состояния пациента, степень угнетения сознания, характер и объем кровоизлияния, глубина залегания гематомы, наличие внутрижелудочкового кровоизлияния и сопутствующей патологии. Наличие тяжелой сопутствующей соматической патологии требует времени на дообследование и стабилизацию состояния в связи с чем экстренные хирургические операции без показаний ведут к повышению летальности и ухудшению прогноза к восстановлению.

2) с повышением технического оснащения проводимых операций. Нейрохирургическое отделение ежегодно оснащается современным оборудованием. При хирургическом лечении гипертензивных гематом используются нейронавигация, УЗИ навигация, операционный микроскоп, эндоскоп, микроинструментарий.

- 3) с повышением квалификации медицинского персонала, накоплением опыта хирургического лечения инсультных гематом,
- 4) своевременным оказанием помощи больным с артериальной гипертензией на поликлиническом уровне,
- 5) ранней диагностикой и лечением геморагических инсультов в первичных сосудистых центрах(раннее начало лечения позволяет предотвратить нарастание объема гематомы)
- 6) с помощью математических моделей можно прогнозировать количество больных и оперативных вмешательств на ближайшие годы, что поможет правильно рассчитать потребности и рассчитать необходимые затраты на лечение, что в конечном итоге приведет к улучшению результатов лечения и значительной экономии средств.