

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ  
ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРВИЧНОЙ  
ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ**

М.Д. Хомушку, В.В. Гарькавенко

Красноярская государственная медицинская академия, ректор – д.м.н., проф. И.П.Артюхов; кафедра глазных болезней, зав.-д.м.н., проф. В.И.Лазаренко; краевая офтальмологическая больница, гл.врач – к.м.н., С.С.Ильенков.

**Резюме.** Разработан метод прогнозирования осложнений раннего послеоперационного периода при хирургическом лечении первичной открытоугольной глаукомы. Результаты обследования и хирургического лечения 95 больных первичной открытоугольной глаукомой в закодированном виде использованы в качестве базы данных для обучения и 55 - для тестирования искусственной нейросети. Чувствительность полученного метода по прогнозированию осложнений составила 86,6%, специфичность по неосложненному течению – 100%. Определены значимые факторы риска развития осложнений

**Ключевые слова:** глаукома, осложнения послеоперационного периода, прогнозирование, искусственные нейронные сети.

Проблема лечения глаукомы, несмотря на значительные достижения офтальмологии, не теряет своей актуальности. В России в настоящее время удельный вес глаукомы среди других заболеваний, приведших к слепоте и слабовидению составляет 29%. В Красноярском крае в 2003 г. По данным МСЭК, удельный вес глаукомы среди прочих заболеваний, приведших к первичной инвалидности по зрению составлял 23%.

Нормализация внутриглазного давления – одна из задач решаемых офтальмологами в лечении этого заболевания. Несмотря на расширяющийся в последнее десятилетие арсенал местных медикаментозных гипотензивных средств - хирургическое лечение остается наиболее эффективным методом нормализации офтальмотонуса. В отдаленные сроки гипотензивный эффект сохраняется в 80-95% случаев среди прооперированных [1,2].

Несмотря на совершенствование хирургической техники, вмешательство, проводимое со вскрытием глазного яблока, сопряжено с опасностью возникновения осложнений, как во время операции, так и в послеоперационном периоде. Из них значимыми являются кровоизлияния, цилиохориоидальная отслойка (ЦХО), ириты и иридоциклиты. Их частота встречаемости колеблется в пределах от 1,7 до 28% [5,6]. Ухудшение зрительных функций и удлинение сроков лечения при развитии осложнений заставляют офтальмохирургов искать новые и совершенствовать имеющиеся возможности прогнозирования развития и профилактики ожидаемых осложнений. Широкое внедрение компьютерной техники, развитие медицинских нейроинформационных технологий позволило с высокой точностью получать прогнозы в решении многих медицинских задач. [7].

Цель работы. Разработать метод прогнозирования осложнений (кровоизлияние, ЦХО, иридоциклит), раннего послеоперационного периода при хирургическом лечении первичной открытоугольной глаукомы с помощью искусственных нейронных сетей.

### **Материал и методы**

Клинические исследования выполнены у 150 (150 глаз) больных первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) на базе II отделения Красноярского межрегионального центра микрохирургии глаза им. П.Г. Макарова. В эту группу вошли 89 мужчин и 61 женщина. Средний возраст составил  $66,7 \pm 0,6$  лет. Начальная стадия заболевания диагностирована в 17 (11,3%) глазах, развитая – у 54 (36,0%), далекозашедшая - у 73 (48,7%), терминальная – у 6 (4,0%). Уровень офтальмотонуса составил  $32,9 \pm 0,3$  мм рт. ст. Из сопутствующей патологии глаз катаракта имелась в 83% случаев, миопия - в 42%, гиперметропия в 27%.

Общеклиническое обследование обнаружило у исследуемых гипертоническую болезнь в 65% случаев, ишемическую болезнь сердца - в 28%, хронические заболевания легких - в 17%, атеросклероз сосудов головного мозга - в 18%.

Больным проводили: визометрию, периметрию, тонометрию, электронную тонографию, биомикроскопию, гониоскопию, офтальмоскопию, исследования электрической чувствительности сетчатки и зрительного нерва, реоэнцефалографию, реоофтальмографию, функциональную реоофтальмографию. Для оценки функционального состояния интраокулярных сосудов применяли метод управляемой локальной гипотермии. Методика позволяла оценить исходный тонус, выявить резервы констрикции и дилатации интраокулярных сосудов. Реограммы обрабатывали традиционным математическим способом с расчетом 10 реоофтальмографических показателей: реографический коэффициент, амплитуда систолической волны, венозный отток, скорость быстрого и медленного кровенаполнения, модуль упругости, длительность анакроты и катакроты, индекс периферического сопротивления, период быстрого и медленного кровенаполнения, пульсовой объем крови.

Оперативные вмешательства осуществляли больным как проникающего так и непроникающего типа по стандартной технологии. В раннем послеоперационном периоде осложнения не наблюдали у 73 больных. ЦХО отметили у 22, кровоизлияния различной степени выраженности - у 35, иридоциклиты - у 20.

В работе использовали персональный компьютер IBM Pentium, программу нейроимитатора "Multi Neuron 2,0" [3,4] разработанную сотрудниками Института вычислительного моделирования СО АН РФ г. Красноярск и группой «Нейрокомп». В решении поставленной задачи мы пользовались методологией создания нейросетевого классификатора с помощью этой программы. Используемый нейроимитатор обеспечивает самообучение ИНС, которое представляло собой автоматический процесс поиска закономерностей между совокупностью обучающих данных и заранее известным результатом. Обучение заканчивалось при правильном преобразовании входных сигналов всех обучающих примеров в выходные.

Для построения, обучения, тестирования искусственных нейронных сетей (ИНС) использовали примеры лечения 150 больных ПОУГ.

Из них в обучающие примеры были взяты результаты обследований и хирургического лечения 95 (группа I) больных. Примеры лечения 55 (группа II) больных использовали для тестирования работы обученной ИНС. Эти примеры в обучении ИНС не участвовали. Обе группы больных были сопоставимы по полу, возрасту, клинике ПОУГ.

Информацию о клинических, электрофизиологических, гемодинамических показателях каждого больного кодировали по 44 параметрам и заносили в базу данных.

В решении поставленной задачи использовали работу сложной экспертной системы, состоящей из нейросетевых классификаторов двух степеней, работающих последовательно.

С помощью бинарного классификатора первой ступени определяли течение послеоперационного периода (не- или осложненного), с помощью классификатора второй ступени – проводили прогнозирование кровоизлияний, ЦХО, иридоциклитов.

Последовательно были созданы и обучены несколько ИНС, отличающихся количеством нейронов. Каждую из них проверяли на 55 тестирующих примерах. Наилучшие результаты получены при тестировании ИНС из 14 нейронов. ИНС правильно прогнозировала ранние послеоперационные осложнения в 93% случаев, неосложненное течение послеоперационного периода - в 100%.

Используемый в работе метод позволил установить значимость входных параметров позволяющих достоверно прогнозировать как возможность развития осложнений, так и благоприятный исход.

Значимыми параметрами для развития ЦХО нейросеть определила: удлинение периода быстрого кровенаполнения (0,954), показатель длительности анакроты РОГ(0,875), уменьшение пульсового объема крови (0,915), повышение индекса периферического сопротивления внутриглазных сосудов (0,892), снижение показателя амплитуды систолической волны (0,810).

В развитии кровоизлияний значимыми определены параметры: сопутствующая гипертоническая болезнь (0,900), увеличение модуля упругости сосудов глаза (0,992) и уменьшение периода медленного кровенаполнения внутриглазных сосудов (0,935).

Хронические легочные заболевания определены ИНС наиболее значимыми в развитии иридоциклитов.

Данный метод прогнозирования осложнений раннего послеоперационного периода при помощи ИНС был непосредственно применен у 30 больных, поступавших в отделение для проведения гипотензивных операций. Прогнозирование возможно только после полного общеклинического и офтальмологического обследования перед операцией. Нейросеть рассчитывала принадлежность каждого случая к одному из классов (класс 1-гифема, класс 2 – ЦХО, класс 3 –иридоциклит). По результатам тестирования установлено, что гифема была правильно прогнозирована у 14 (93,3%) больных, ЦХО – у 7 (87,5%), иридоциклит – у 5 (71,4%). В целом прогноз оправдался у 26 (86,6%) больных. Чувствительность метода по прогнозированию осложнений составила 86,6%, специфичность по неосложненному течению – 100%.

Таким образом, разработанная медицинская нейроинформационная технология прогнозирования ранних послеоперационных осложнений, является методом ориентированным не только на эффективное решение задачи индивидуального прогнозирования, но и на обнаружение факторов риска развития осложнений с учетом функционального состояния и тонуса интраокулярных сосудов у больных первичной открытоугольной глаукомой.

THE TECHNOLOGY OF PROGNOSTICATION OF SURGICAL TREATMENT  
COMPLICATIONS IN PRIMARY  
OPEN ANGLE GLAUCOMA

**M.D. Homushku, V.V. Garkavenko**

Krasnoyarsk state medical academy

Prognostication method of complication of early postoperative period (surgical treatment) in primary open angle glaucoma was developed. Results of examination and surgical treatment in 95 patients with primary open angle glaucoma in the form of code are used in database for education; 55 – for artificial neuronet test. The sensitivity of this method was 86, 6%, specificity according to uncomplicated course - 100%. The factors of complication development were determined.

**Литература**

1. Соколовская Т.В., Тимошкина Н.Т., Козлова Е.Е., Кромская З.И. Исследование эффективности непроникающих антиглаукоматозных операций //Тезисы докладов VIII Съезда офтальмологов России: Часть I. – М., 2000. – С.196 –197.
2. Юнусова Г.Д. Непосредственные и отдаленные результаты хирургического лечения глаукомы за 6 лет // Офтальмол. журн. – 1990. - № 7. – С. 438 – 439.
3. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. — Новосибирск: Наука, 1996. – 276 с.
4. Россиев Д.А. Самообучающиеся нейросетевые экспертные системы в медицине: теория, методология, инструментарий, внедрение: автореф. дис. ...докт. мед. наук. – Красноярск, 1995. – 51с.
5. Толмачева Б.В. Лечение открытоугольной глаукомы у больных с тяжелой соматической патологией.// Современные проблемы оф-

тальмологии материалы 5-й конференции офтальмологов Восточной Сибири. – Иркутск, 1998 - С. 35-99.

6. Алексидзе А.Т. Ониани И.В. Влияние адренергических и антиоксидантных веществ на частоту постоперационных осложнений антиглаукоматозных операций //Микрохирургия глаза: тез. докладов научной конференции посвященной 100-летию кафедры офтальмологии. - Ленинград. Ин-т усовершенствования врачей им. С.М.Кирова. - Л.,1990. - С.103.
7. Комаровских Е.Н. Обоснование нового подхода к ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы: автореф. дис... докт. мед наук. – Красноярск, 2002. -56с.