

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ РАННИХ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ

© Сараев И.А., Мишустин В.Н.

Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

Цель исследования – улучшение прогноза раннего послеоперационного периода путем дополнительной индивидуализации анестезиологического ведения больных во время экстренных хирургических вмешательств на желчном пузыре за счет технологий искусственных нейронных сетей.

Материалы и методы. У 92 пациентов с проведенной по экстренным показаниям эндоскопической холецистэктомией проанализировано течение комбинированного анестезиологического пособия и особенности послеоперационного периода. Прогноз варианта послеоперационного этапа госпитализации реализовали с помощью анализа значимости избранных для описания больных 20 разномодальных переменных с привлечением технологий нечеткой логики. Возможность изменения прогноза на более благоприятный достигалась на основе разработанного алгоритма оценки результатов обучения нейронных сетей на нейроимитаторе Neuro Pro 0.2.

Результаты. Согласно общепринятым критериям у всех больных эндоскопическая холецистэктомия и наркоз прошли без осложнений. На послеоперационном этапе выявили 2 группы лиц – с ожидаемой короткой госпитализацией (72 случая – $6,7 \pm 2,1$ дня) и с клиникой, приведшей к ее достоверной пролонгации (20 случаев – $12,2 \pm 3,5$ дня). Показано, что использование нейросетевого подхода позволяет с уверенностью более 80% предполагать случаи с высокой вероятностью послеоперационных расстройств и у половины таких больных улучшить прогноз в рамках технологии нейронных сетей и разработанного алгоритма подбора степени выраженности избранных 5 переменных факторов, относящихся к методике проведения анестезиологического пособия.

Заключение. Технология нейронных сетей позволяет прогнозировать случаи с индивидуальными «непредсказуемыми» реакциями на хирургическую травму. Оценка значимости используемых факторов и варьирование их степени выраженности создает основу для индивидуализации анестезиологического ведения больных, предупреждения послеоперационных реакций и сокращения периода госпитализации.

Ключевые слова: эндоскопическая холецистэктомия; анестезиологическое пособие; прогнозирование; послеоперационный период; нейронные сети.

Сараев Игорь Анатольевич – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры внутренних болезней № 2, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0001-5856-4894. E-mail: igorsarayev@yandex.ru (автор, ответственный за переписку)

Мишустин Владимир Николаевич – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры хирургических болезней ФПО, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-4104-5681. E-mail: vladimirshf2011@yandex.ru

Прогноз поведения живого объекта в условиях генерирования им неисчерпаемого информационного потока занимает особое место в математических технологиях. Для решения медицинских задач описано и применяется более ста методов, на основе которых достигается искомый результат [5, 11, 12, 14]. В частности, он может быть реализован с помощью алгоритмов анализа будущего поведения организма в условиях разнообразной патологии, на основе описания поведения избранной конечной группы заранее известных и фиксированных параметров. Одним из конкретных направлений, где необходима реализация данной концепции, остается прогнозирование состояния пациентов, подвергшихся хирургическим вмешательствам в интра- и послеоперационных периодах для оптимизации общей тактики их ведения, ускорения стабилизации объективного состояния, предотвращения возможных осложнений и сокращения в связи с этим длительности периода госпитализации [6, 7]. Для решения такой задачи предпринимались попытки анализа премор-

бидных предпосылок развития системных осложнений, которые опирались на исследование патогенетически связанной между собой и с исходом одной группы признаков или на привлечение некоторого множества разномодальных характеристик, коррелировавших с представлением об общей устойчивости гомеостаза организма. Разрабатывались технологии, при которых учитывалась не только данные о преморбидном состоянии пациентов, но также и о типе предполагаемого оперативного вмешательства (экстренный или плановый его варианты) в сочетании с оценкой текущих значений некоторых параметров гомеостаза. На практике в рамках данного подхода широкое распространение получили система оценки состояния пациентов американского общества анестезиологов (ASA), шкалы степени тяжести больных, коррелирующие с определенным прогнозом – Apache II, III, SOFA, MODS и другие [1, 8, 13]. Одним из аспектов прогнозирования в хирургии стало использование регрессионных моделей на основе экспертно отобранных признаков не

только предоперационного, но и интраоперационного состояния пациентов, что позволяло индивидуализировать прогноз характера послеоперационного течения и исхода заболевания с вероятностью 70-80%. Аналогичный подход с успехом использовался и для решения иных медицинских задач [3, 10, 15, 16].

Недостатком большинства вышеприведенных методов прогноза следует признать ввод в алгоритмы неопределенно большого числа разномодальных параметров. Часть признаков с течением времени могут непредсказуемо меняться, что снижает эффективность прогноза. С другой стороны ряд из них, особенно те, что свидетельствуют о наиболее опасном изменении статуса больных в предоперационный или интраоперационный период, несут заведомо избыточную информацию.

В этой связи одним из способов решения вопроса о подборе факторов, необходимых и достаточных для прогноза, в том числе, и при их неявной значимости является использование искусственных нейронных сетей. В многочисленных исследованиях показано, что искусственные нейронные сети являются мощным инструментом для построения высокоэффективных моделей для большинства областей науки, в том числе – в хирургии [2, 4, 9].

Таким образом, процесс верификации анестезиологического риска на основе балльных, ранговых, долевых и иных оценочных систем все еще далек от совершенства и необходимого для повседневной практики уровня результативности. Эта проблема требует дальнейшего анализа, поиска новых альтернативных подходов. В связи с вышесказанным целью исследования стало создание основы для максимально возможной индивидуализации ведения больных во время хирургических вмешательств на желчном пузыре, в том числе – для оптимизации течения раннего послеоперационного периода за счет анализа значимости избранных для прогнозирования переменных с привлечением технологий нейронных сетей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен анализ течения анестезиологического пособия и послеоперационного периода у 92 пациентов (21 мужчина и 71 женщина), оперированных по экстренным показаниям по поводу различных форм желчнокаменной болезни. Средний возраст составил $56,6 \pm 28,5$ лет. Распределение по возрасту было следующим: в группе до 56 лет оказалось 39 пациентов (42,4%), в группе старше 56 лет – 53 (57,6%). Эндоскопическая холецистэктомия проводилась на

1-2-й день пребывания больных в стационаре. Обострение симптоматики холецистита наблюдалось в течение 1-10 дней перед настоящей госпитализацией. В анамнезе у 75% больных имела место артериальная гипертония, в 5 случаях – хронические формы ИБС. В предоперационный период проводилось лабораторное и инструментальное обследование, по результатам которого предполагали наличие катального и флегмонозного варианта заболевания у 70 пациентов, гангренозного – у 22 пациентов. Окончательный диагноз был морфологически подтвержден после холецистэктомии и гистологического исследования. Деструктивный характер заболевания подтвердился еще у 10 пациентов. Объективный статус больных, определенный по классификации Американского общества анестезиологов (ASA), был в пределах II-III класса. Больным назначалась адекватная их состоянию и диагнозу необходимая предоперационная подготовка.

Методом анестезиологического обеспечения стал его комбинированный вариант на фоне медикаментозной миоплегии и искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Премедикация проводилась за 30-40 мин минут до начала общего обезболивания промедолом (0,2 мг/кг), димедолом (0,2-0,3 мг/кг) и атропином, индукция в наркоз – внутривенным последовательным введением диазепама (0,5-1,0 мг/кг), фентанила (100 мкг), кетамина (0,5 мг/кг). В качестве миорелаксантов применяли раствор ардуана (1 мг), эсмерона или тракриума (10 мг). На фоне ИВЛ после индукции наркоза производилась интубация трахеи. Поддержание анестезии достигалось последовательным кратным внутривенным введением фентанила (50-100 мкг/20-30 мин), на фоне тотальной медикаментозной миоплегии, инфузионной терапии изотонических растворов и ИВЛ воздушно-кислородной смесью 2:1 с подачей паров фторотана 0,5-1,5 об.%. Средняя продолжительность наркоза составила $2,54 \pm 1,83$ часа.

Контроль за состоянием пациентов осуществлялся с помощью полимониторинга с фиксированием динамики основных общепринятых параметров, наиболее значимыми из которых были ЧСС и АД, оперативно отражавшие уровень интраоперационного стресса. В качестве критерия искомой нормотонии, говорящей об адекватном ведении больных, приняли колебания среднего АД в рамках 76,6-106,6 мм. рт. ст. Отклонения за пределы этих значений, длящиеся более 5 минут, оценивались как показатель недостаточной интраоперационной защиты пациента.

В послеоперационном периоде анализировали клиническую картину и учитывали общую

длительность периода госпитализации для выявления различий в адекватности течения адаптации. В результате больных разделили на две группы: 1-ю группу (n=72) с оптимально коротким периодом госпитализации ($6,7 \pm 2,1$ дня) и без отрицательных клинических проявлений, и 2 группа (n=20) с разнообразной симптоматикой, которая послужила причиной достоверно большей ($P < 0,05$) длительности госпитализации ($12,2 \pm 3,5$ дня).

Для поиска признаков для прогноза варианта течения послеоперационного периода, сравнивали результаты исследования обеих групп. С этой целью использовали возможности многослойной нейронной сети, обученной на нейромимитаторе Neuro Pro 0.25. с параметрами: надежность – 0,1; число слоев нейронов – 3; число нейронов в слое – 10; нелинейность – сигмоидная функция вида $f(x) = X / (c + X)$; характеристика – 0,1. Поскольку 1 группа оказалась достаточно однородной, для обучения нейронной сети из нее методом случайной выборки выделили представительную совокупность, количественно равную 2-й группе (20 человек). Входными факторами для процедуры обучения служили выделенные в ранее проведенных исследованиях 20 разномодальных признаков, имевших 3 градации, равных минимальным, средним и максимальным значениями. Выходные данные разделили на 2 группы: Y1 – признаки лиц с искомой длительностью госпитализации и Y2 (не стандартная длительность).

Последующее накопление финальных цифровых данных в группах обследованных больных позволило после определения нормальности распределения полученных данных использовать общепринятую статистическую обработку. Использовались прикладные пакеты программ "Statistica", "Excel". Результаты показаны в виде средних арифметических значений и их среднеквадратических отклонений ($M \pm m$). При нормальном распределении для межгруппового парного сравнения данных использовали t-тест и критерий Стьюдента. Достоверность отличий соответствовала $p < 0,05$. Кроме того, для проверки гипотезы об однородности выборок использовался также непараметрический критерий Колмогорова-Смирнова. Работа выполнялась после одобрения локального этического комитета клинической базы, согласно требованиям, предусмотренным национальными и международными регламентирующими документами. Все пациенты дали информированное согласие на использование результатов их индивидуального лабораторно-инструментального обследования для последующего анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Литературные данные о технологиях прогнозирования в области хирургии и анестезиологии, результаты ранее выполненных нами исследований показали, что факторы, определяющие разное течение послеоперационного периода, включают по меньшей мере три относительно независимых группы признаков: преморбидные характеристики больных, позволяющие предполагать исходный уровень системной устойчивости, объективные данные, позволяющие оценить тяжесть индивидуального течения клинической картины и, следовательно, степень ее дестабилизирующего влияния на организм пациентов (предполагаемый морфологический тип поражения желчного пузыря, клинические синдромы в предоперационном периоде), и, наконец, данные о деталях проведения собственно хирургических вмешательств, являющихся по сути дополнительным стрессорным фактором для интегрального гомеостаза. Последняя совокупность признаков, отражавших технические особенности проведения хирургических вмешательств, была ранее нами оценена в предварительно проведенных исследованиях. Они представляли собой различные этапы вмешательства, представленные в абсолютных (4 параметра) и относительных цифрах (3 показателя), а также 2 характеристики фармакологического аспекта анестезиологического пособия – суммарный дозовый режим средств для наркоза и миорелаксантов. Причем, в отличие всех остальных статичных базовых и по сути ретроспективных характеристик, эти характеристики могли произвольно меняться и, следовательно, являлись управляемыми параметрами

В целом, исходя из общепринятых критериев, анестезиологическое пособие во время холецистэктомий практически во всех случаях протекало без очевидных осложнений. Выходов гемодинамических мониторируемых параметров длительностью более 5 минут (например, среднего АД) за установленные рамки зарегистрировано во время операций не было. Вместе с тем у больных 2-й группы уже на начальном этапе послеоперационного периода выздоровления выявились клинические симптомы, которые способствовали затягиванию послеоперационного периода госпитализации (затянувшаяся температурная реакция, более длительный болевой синдром в области раны, и т.д., которые потребовали дополнительных корректирующих мероприятий). Предположили, что причинами такого течения заболевания при прочих равных являются, несмотря на отсутствие явных данных

о неадекватности наркоза, индивидуально, особенности анестезиологического пособия и самого вмешательства. Отсюда возникала перспектива определения оптимальных величин переменных и их сочетаний, отражающих иртраоперационные особенности, для достижения конечной цели – управляемого ведения больных, для недопущения послеоперационных реакций, способствующих затягиванию периода госпитализации.

На первом этапе подтвердили эффективность классификации больных с разной длительностью госпитализации на основании 20 предлагаемых признаков. Анализ процедуры обучения нейросетей в виде их консилиума из 10 полученных вариантов показал, что уверенное различие 1-й и 2-й групп происходит в среднем в 63,32%, неуверенное – в 10,01% случаев, тогда как неверные ответы определялись в 26,67%, случаев. Две из нейросетей консилиума (Network1 и 6) показали максимально возможную результативность – 100% (таблица 1).

Таблица 1

Table 1

Усредненные значимости факторов Network1 и 6, используемых для распознавания варианта послеоперационного периода (классы Y1, Y2)

Average significance of Network1 and 6 factors used to recognize the variant of the postoperative period (classes Y1, Y2)

№ X	Признак Attribute	Значимость Significance	№ X	Признак Attribute	Значимость Significance
X1	Пол Gender	51.2	X11	Исходные ЧСС и АД Initial pulse and BP	58.9
X2	Возраст Age	67.2	X12	t3	59.4
X3	Длительность обострения Duration of exacerbation	63.5	X13	t4	51.0
X4	Сопутствующие заболевания Concomitant diseases	62.4	X14	t8	68.7
X5	Морфология холецистита Cholecystitis morphology	51.5	X15	t11	51.7
X6	Синдром воспаления Inflammation syndrome	66.3	X16	t3/t4	61.5
X7	Синдром интоксикации Intoxication syndrome	47.0	X17	t8/t4	53.5
X8	Синдром иммунодефицита Immunodeficiency	61.8	X18	t11/t9	62.7
X9	Наличие органических расстройств Organ disorders	51.6	X19	Особенности наркоза Anesthesia features	56.5
X10	Синдром катаболизма Catabolic syndrome	55.9	X20	Дозы миорелаксантов Muscle relaxants doses	59.0

Примечание: t – длительность отдельных этапов хирургического вмешательства; t3 – от первой в/в инъекции фентанила до начала манипуляций хирургов (разрез); t4 – длительность хирургических манипуляций операции (от разреза до наложения швов); t8 – длительность наркоза, проводимого всеми средствами (в/в введением средств и ингаляцией фторотана) одновременно; t9 – временной промежуток между интубацией трахеи и экстубацией; t11 – время от окончания хирургических манипуляций до экстубации. Жирным шрифтом выделены факторы, имеющие наибольший вес в процедуре дифференцирования конечного результата прогнозирования.

Note: t – the duration of the individual stages of the surgical intervention; t3 – from the first intravenous injection of Fentanyl till the beginning of surgical manipulations (an incision); t4 – the duration of surgical manipulations (from incision to suturing); t8 – duration of anesthesia carried out by all means (intravenous drug administration and inhalation of Fluorothane) simultaneously; t9 – the time interval between tracheal intubation and extubation; t11 – the time from the end of surgical procedures to extubation. The factors that have the greatest importance in the procedure for differentiating the final forecasting result are highlighted in bold.

Именно эти нейросети были избраны для следующего шага – создания алгоритма, в программном виде позволяющего за счет варьирования значимых входных факторов получать необходимый результат, означающий обоснованный выбор значений переменных для формирования условий индивидуального ведения больных и возможного сокращения времени их госпитализации в послеоперационном периоде. Интерфейс для загрузки индивидуальных значений включал информацию обо всех статусных признаках, присущих оперируемым больным, с присвоенными им индексами от 1 до 3. Эти индексы соответствовали определенной степени выраженности клинических синдромов или указывали на принадлежность к определенной выборке (например, ранжирование по уровню интенсивности воспалительного синдрома на 1, 2 или 3 степень, соответственно уровню лейкоцитоза и сдвига его формулы влево, или та же градация при отнесении больного к конкретной возрастной группе). В таблице 2 отражены результаты этапа пошаговой процедуры подбора совокупности переменных факторов с конкретными индексами для пациента М., которые определяют известный в данном клиническом наблюдении вариант длительности госпитализации, в данном случае – принадлежность к группе с временем госпитализации более 1 не-

дели (Y2), с исходно заданными условиями (женский пол, средний возраст, длительность обострения заболевания не более 3 дней и т.д.). За искомым результатом прогнозирования приняли те его варианты, при которых совокупности ранжированных на степени выраженности факторов давали 100% уверенность в распознавании класса. Поскольку финальная таблица, отражавшая перебор всех возможных вариантов сочетания факторов, соответствовавших разной степени уверенности распознавания группы, состояла из нескольких сот строк, для иллюстрации полученных данных выбрали ее сектор, который включал шаги с максимально уверенным результатом распознавания класса.

При их анализе стало очевидно, что, несмотря на малую (индекс 1) по абсолютному значению длительность оперативного вмешательства (t4) и соответственно ему также короткие периоды индукции в наркоз (t3) и анестезиологического пособия в целом (t8), которые могли соответствовать минимально возможному стрессорному воздействию на организм самого хирургического вмешательства, уверенно прогнозировалась принадлежность к выборке лиц с нежелательным затяжным послеоперационным периодом. Это полностью совпадало с реальным течением заболевания пациента М. Поскольку вышеуказанные признаки и основанные на их

Таблица 2

Table 2

Значения факторов, определяющих принадлежность к классу Y2 пациента М.

Values of factors that determine the Y2 class of patient M.

№/F	t3	t4	t8	t11	t3/4	t8/4	t11/9	N	M	Gr.	R
36	1	1	1	2	1	1	1	3	2	Y2	78%
37	1	1	1	2	1	1	1	3	3	Y2	62%
38	1	1	1	2	1	1	2	1	1	Y2	100%
39	1	1	1	2	1	1	2	1	2	Y2	79%
40	1	1	1	2	1	1	2	1	3	Y2	89%
41	1	1	1	2	1	1	2	2	1	Y2	100%
42	1	1	1	2	1	1	2	2	2	Y2	100%
43	1	1	1	2	1	1	2	2	3	Y2	94%
44	1	1	1	2	1	1	2	3	1	Y2	100%
45	1	1	1	2	1	1	2	3	2	Y2	100%
46	1	1	1	2	1	1	2	3	3	Y2	100%
47	1	1	1	2	1	1	3	1	1	Y2	83%
48	1	1	1	2	1	1	3	1	1	Y2	80%
49	1	1	1	2	1	1	3	2	1	Y2	100%

Примечания: № – шаг процедуры, F – факторы, Gr. – группа, R – результат (уровень уверенности прогноза в %), t – длительность отдельных этапов хирургического вмешательства, N – дозовый режим анестетиков, M – дозовый режим миорелаксантов.. Жирным шрифтом выделены совокупности данных дающих 100% уверенность в прогнозе.

Notes: No. – procedure step, F – factors, Gr. – group, R – result (level of prediction confidence, in%), t – duration of individual stages of surgical intervention, N – dose regimen of anesthetics, M – dose regimen of muscle relaxants. Data sets that give 100% confidence in the forecast are highlighted in bold.

абсолютных значениях относительные характеристики ($t_{3/4}$ и $t_{4/8}$) не менялись при шагах процедуры подбора № 38, 41, 42, 44, 45, 46, 49 со 100% результатом прогноза, стало очевидным, что определяющим принадлежность к классу Y2 оказались относительный временной параметр $t_{11/9}$, а также признаки N и M. Первый из них с индексом 2, а на 49-м шаге – 3 отражал время от окончания хирургических манипуляций до экстубации, составляющее более 10% и 20% длительности периода между ин- и экстубацией соответственно. Также важным являлось сочетание с ним варьировавших количественных фармакологических характеристик самого наркоза (индексы 1–3). В данном случае наиболее важным в отношении эффекта последствия вмешательства, приводящего к скрытым расстройствам системного регулирования и определяющего особенности послеоперационной симптоматики, представляется этап выхода из наркоза в финале операции. При этом существенным оказалась не абсолютная длительность этого периода операции (t_{11}), а тот же временной промежуток относительно общей длительности операции в сочетании с определенным дозовым режимом используемых для проведения анестезиологического пособия средств. Из таблицы следует, что вариантов, точно определяющих течение послеоперационного периода, может быть более одного. Такой же результат был выявлен у 65% больных 2-й группы. Вместе с тем еще у 35% пациентов был установлен единственный возможный вариант сочетания признаков, дававший определенный исход хирургического вмешательства. Ретроспективный анализ возможностей распознавания классов Y1 и Y2 показал, что уверенность в прогнозе в группе с короткой госпитализацией колебалась в рамках 68–100%, а в случае более длительного послеоперационного периода она варьировала от 62 до 100%. В среднем – 82,6±6,8%.

Другим существенным итогом проведенного исследования стала возможность на данной основе выявить наиболее значимые переменные для управления ходом анестезиологического пособия комбинированного типа, описанного в работе, при сходных операциях на фоне желчнокаменной болезни у вновь поступивших больных. Для этого провели анализ уже имеющихся случаев, характеризующихся затянувшейся госпитализацией, чтобы найти комбинацию признаков, меняющих прогноз, то есть принадлежность к классу Y1 вместо Y2, путем изменения индексов, включенных в процедуру переменных факторов. Оказалось, что среди всех лиц группы Y2 у 12 (60%) возможен иной благоприятный прогноз относительно после-

операционного этапа выздоровления. Причем в половине таких случаев имелось более одной возможной новой комбинации переменных факторов – от 3 до 15, изменяющих прогноз. У 6 пациентов выявилась только единственное их искомое сочетание. В остальных 40% случаев подбор варьирующих переменных не дал искомого результата, поскольку уверенность в том, что предполагаемая группа будет принадлежать выборке Y1, колебалась от 12 до 34%. То есть в последнем случае у больных уже заведомо существовали такие статусные признаки и особенности заболевания, которые при любом варианте интраоперационного ведения не позволяли надеяться на оптимально эффективную и быструю послеоперационную адаптацию. В случаях с единственным вариантом искомого прогноза (перехода из Y2 в Y1) оказалось, что из 9 потенциально варьировавших факторов изменялись 5 – t_8 , t_{11} , $t_{11/9}$, N, M. Причем во всех случаях происходило уменьшение их индексов. Этот результат позволял предположить, что в реальных условиях проведения хирургического вмешательства у данных больных общая доза средств для анестезии и миоплегии, вероятно индивидуально, несколько превышала оптимальное значение и способствовала избыточному подавлению рефлексов и более медленному выходу из наркоза в финале операций, что и определило особенности скрытых реакций системного гомеостатического регулирования и связанных с ними клинических особенностей стационарного этапа адаптации.

Таким образом, при условии благополучного течения операции и наркоза, то есть в ситуации отсутствия так называемой избыточной информации, дающей право сразу предполагать осложненный вариант выздоровления, стало возможным, используя технологию нейронной сети, обученной на нейроимитаторе Neuro Pro 0.25, способствовать снижению степени неопределенности будущего и заранее прогнозировать случаи с, казалось бы, индивидуальными «непредсказуемыми» особенностями реакций на хирургическую травму. Анализ условий, определяющих клиническую картину затянувшегося послеоперационного этапа эндоскопических холецистэктомий, показал, что при прочих равных они определяются особенностями интраоперационного анестезиологического ведения больных. В связи с этим варьирование длительностью этапов анестезиологического пособия, в том числе их относительными временными характеристиками, в сочетании с тактикой использования фармакологических средств в продолжении хирургического вмешательства, более чем в половине случаев, при условии использования предлагаемого алго-

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

ритма, позволяет создать предпосылки для оптимального течения послеоперационного этапа заболевания и искомого сокращения периода госпитализации.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Предлагаемый подход к прогнозированию объективного состояния больных с помощью нейросетевой технологии позволяет на основе уже имеющихся данных, полученных сразу по окончании хирургического вмешательства, с практически значимой надежностью 80% предполагать реальный клинический вариант послеоперационного этапа болезни.

2. При условии формально гладкого, по данным стандартного полимониторинга, интраоперационного течения наркоза у пациентов с острым холециститом позитивные изменения прогноза течения послеоперационного периода при его индивидуально затянувшимся варианте вследствие возникновения не предполагавшейся "случайной" симптоматики возможны более, чем в половине случаев за счет индивидуализации этапов анестезиологического пособия.

3. Наиболее важными характеристиками, модификация которых необходима для оптимального сочетания, ведущего к изменению прогноза послеоперационного этапа госпитализации, являются: длительность комбинированной анестезии, проводимой всеми средствами одновременно, и периода выхода из наркоза с момента от окончания хирургических манипуляций до экстубации, их соотношение, а также факторы, количественно отражающие индивидуальные суммарные дозовые режимы средств для проведения наркоза и миорелаксантов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Имеется письменное добровольное информированное согласие пациентов, включенных в исследование. Выполнение исследования одобрено локальным этическим комитетом клинической базы ОБУЗ КБ СМП г. Курска (протокол № 3 от 20 сентября 2018 г.).

1. Воскресенский О.В., Смоляр А.Н., Дамиров М.М., Александрович Ю.С., Гордеев В.И. *Оценочные и прогностические шкалы в медицине критических состояний*. Санкт-Петербург: Сотис, 2007. 140 с. [Aleksandrovich Yu.S., Gordeev V.I. *Assessment and prognostic scales in critical care medicine*. Saint-Petersburg: Sotis, 2007. 140 p. (in Russ.)]
2. Басова Л.А., Карякина О.Е., Мартынова Н.А., Кочорова Л.В. Прогнозирование послеоперационных осложнений на основе нейросетевых технологий. *Вестник новых медицинских технологий*. 2015;22(4):117–121 [Basova L.A., Karyakina O.E., Martynova N.A., Kochorova L.V. Using of neural network for prognosing of postoperative complications. *Journal of New Medical Technologies*. 2015;22(4):117–121 (in Russ.)] DOI: 10.12737/17035
3. Вараксин А.Н. *Статистические модели регрессионного типа в экологии и медицине*. Екатеринбург: Гощицкий, 2006. 255 с. [Varaksin A.N. *Statistical Regression Models in Ecology and Medicine*. Ekaterinburg: Goshchitskiy, 2006. 255 p. (in Russ.)]
4. Иванов Н.В. Нейронные сети в медицине. *Сложные системы*. 2018;4(29):46–70 [Ivanov N.V. Neural network in medicine. *Slozhnye sistemy*. 2018;4(29):46–70 (in Russ.)]
5. Койчубеков Б.К., Сорокина М.А., Мхитарян К.Э. Математические методы прогнозирования в медицине. *Успехи современного естествознания*. 2014;4:29–36 [Koichubekov B.K., Sorokina M.A., Mkhitaryan X.E. Mathematical prediction methods in medicine. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2014;4:29–36 (in Russ.)] URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=33316>
6. Лебедев Н.В. *Система объективной оценки состояния больных и пострадавших*. Москва: БИНОМ, 2015. 160 с. [Lebedev N.V. *Systems for objective assessment of the severity of the condition of patients and victims*. Moscow: BINOM, 2015. 160 p. (in Russ.)]
7. Милова К.А. Интеллектуальная система прогнозирования развития осложнений у хирургических больных. *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*. 2010;11:20–22 [Milova K.A. Intelligence system for prediction of surgical patient's complications. *Neurocomputers*. 2010;11:20–22 (in Russ.)]
8. Точило С.А. Предикторы развития синдрома полиорганной дисфункции у пациентов после абдоминальных хирургических вмешательств. *Новости хирургии*. 2017;25(5):494–502 [Tochylo S.A. Predictors for the development of multiple organ dysfunction syndrome in patients after abdominal surgery. *Novosti Khirurgii*. 2017;25(5):494–502 (in Russ.)]. DOI: 10.18484/2305-0047.2017.5.494
9. Basit A., Sarim M., Raffat K., Kamran A., Nadeem A., Muhammad S. Artificial Neural Network: A Tool for Diagnosing Osteoporosis. *Res J Recent Sci*. 2014;3(2):87–91.
10. Brooks G.P., Barcikowski R.S. The PEAR method for sample sizes in multiple linear regression. *Multiple Linear Regression Viewpoints*. 2012;38(2):1–16.
11. Díaz-Hierro J., Martín Martín J.J., Vilches Arenas A., López del Amo González M.P., Patón Arévalo J.M.,

- Varo González C. Evaluation of time-series models for forecasting demand for emergency health care services. *Emergencias*. 2012;24(3):181–188.
12. Moriña D., Puig P., Ríos J., Vilella A., Trilla A. A statistical model for hospital admissions caused by seasonal diseases. *Stat Med*. 2011;30(26):3125–3136. DOI: 10.1002/sim.4336
13. Naqvi I.H., Mahmood K., Ziaullaha S., Kashif S.M., Sharif A. Better prognostic marker in ICU – APACHE II, SOFA or SAP II!. *Pak J Med Sci*. 2016;32(5): 1146–1151. DOI: 10.12669/pjms.325.10080
14. Siettos C.I., Russo L. Mathematical modeling of infectious disease dynamics. *Virulence*. 2013;4(4):295–306. DOI: 10.4161/viru.24041
15. Unkel S., Farrington C., Garthwaite P., Robertson C., Andrews N. Statistical methods for the prospective detection of infectious disease outbreaks: A review. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*. 2012;175(1):49–82. URL: <http://www.jstor.org/stable/41409708>
16. Wick J.P., Turin T.C., Faris P.D., MacRae J.M., Weaver R.G., Tonelli M., Manns B.J., Hemmelgarn B.R. A Clinical Risk Prediction Tool for 6-Month Mortality After Dialysis Initiation Among Older Adults. *Am J Kidney Dis*. 2017;69(5):568–575. DOI: 10.1053/j.ajkd.2016.08.035

Поступила в редакцию 05.10.2020

Подписана в печать 21.12.2020

Для цитирования: Сараев И.А., Мишустин В.Н. Возможности прогноза и предупреждения ранних послеоперационных осложнений. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2020;(4):63–71. DOI: 10.21626/vestnik/2020-4/08

POSSIBILITIES FOR FORECASTING AND PREVENTING EARLY POSTOPERATIVE COMPLICATIONS

© Saraev I.A., Mishustin V.N.

Kursk State Medical University (KSMU)

3, K. Marx St., Kursk, Kursk region, 305041, Russian Federation

Objective. The article provides information on how to improve the forecast of the early postoperative period by additional individualization of anesthetic management of patients during emergency surgical interventions on the gallbladder using artificial neural network technologies.

Materials and methods. The course of combined anesthesia and the features of the postoperative period were analyzed in 92 patients with an endoscopic cholecystectomy performed for urgent indications. The prediction of the variant of the postoperative stage of hospitalization was realized using the analysis of the significance of 20 different-modal variables selected for the description of patients using fuzzy logic technologies. The possibility of changing the forecast to a more favorable one was achieved on the basis of the developed algorithm for evaluating the results of training neural networks on the Neuro Pro 0.2 neuroimitator.

Results. According to the generally accepted criteria, all patients had endoscopic cholecystectomy and anesthesia without complications. At the postoperative stage, 2 groups of persons were identified – with the expected short hospitalization (72 cases – 6.7±2.1 days) and with the clinic, which led to its reliable prolongation (20 cases – 12.2±3.5 days). It has been shown that the use of a neural network approach makes it possible with a confidence of more than 80% to assume cases with a high probability of postoperative disorders and in half of such patients to improve the prognosis within the framework of neural network technology and the developed algorithm for selecting the severity of the selected 5 variable factors related to the method of conducting anesthesia.

Conclusion. Neural network technology makes it possible to predict cases with individual “unpredictable” responses to surgical trauma. Assessing the significance of the factors used and varying their severity create the basis for the individualization of anesthetic management of patients, prevention of postoperative reactions and a reduction in the period of hospitalization.

Keywords: endoscopic cholecystectomy; anesthetic aid; prognosis; postoperative period; neural networks.

Saraev Igor A. – DM, Professor of the Department of Internal Diseases No. 2, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-5856-4894. E-mail: igorsarayev@yandex.ru (correspondence author)

Mishustin Vladimir N. – DM, Professor, Professor of the Department of Surgical Diseases of the Postgraduate Faculty, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-4104-5681. E-mail: vladimirshf2011@yandex.ru

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

CONFORMITY WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

There is a written voluntary informed consent of the patients included in the study. The study was approved by the local ethics committee under the clinical base of the Clinical Emergency Hospital, Kursk (protocol No. 3 of September 20, 2018).

Received 05.10.2020

Accepted 21.12.2020

For citation: Saraev I.A., Mishustin V.N. Possibilities for forecasting and preventing early postoperative complications. *Kursk Scientific and Practical Bulletin "Man and His Health"*. 2020;(4):63–71. DOI: 10.21626/vestnik/2020-4/08