

УДК 616.366-089.87-002+617.5-089.844+57.034+612.014.465+616-089.168.1
DOI: 10.56871/RBR.2022.89.86.016

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ХАОСА ПРИ АНАЛИЗЕ ДИНАМИКИ ИНТРАОПЕРАЦИОННО МОНИТОРИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ

© Николай Николаевич Еремин¹, Вера Алексеевна Сергеева², Игорь Анатольевич Сараев²

¹ КГК Больница скорой медицинской помощи. 305035, г. Курск, ул. Пирогова, д. 14

² Курский государственный медицинский университет. 305041, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

Контактная информация: Вера Алексеевна Сергеева — д.м.н., профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии института непрерывного образования. E-mail: verasergeeva1973@icloud.com

Поступила: 17.07.2022

Одобрена: 23.09.2022

Принята к печати: 18.11.2022

Резюме. Введение. Благодаря углубленному анализу гемодинамических параметров в виде оценки хаотических свойств кардиоинтервалограммы и построения нейрональных цепочек индивидуальных факторов за счет технологий искусственных нейросетей найден интегральный показатель, позволяющий наиболее эффективно оценить прогноз послеоперационного состояния пациента. **Цели и задачи.** Улучшение прогноза раннего послеоперационного периода путем углубленного анализа гемодинамических параметров в виде оценки хаотических свойств кардиоинтервалограммы и построения нейрональных цепочек индивидуальных факторов за счет технологий искусственных нейросетей. **Методы.** Выполнен анализ течения анестезиологического обеспечения срочных лапароскопических холецистэктомий и послеоперационного периода 92 пациентов. Структура гомеокинеза оценивалась в результате накопления информации о детерминированно-хаотической динамике энтропии кардиоритма и восстановления странного аттрактора (далее — аттрактора) данного процесса. После проведения хирургического вмешательства анализировалась клиническая картина с учетом всего периода пребывания пациента в стационаре. Прогноз длительности госпитализации реализовали с помощью анализа значимости избранных для описания пациентов 20 переменных. Возможность изменения прогноза на более благоприятный достигалась на основе разработанного алгоритма оценки результатов обучения нейросетей. **Результаты.** Согласно общепринятым критериям, у всех пациентов эндоскопическая холецистэктомия протекала без осложнений. При анализе аттрактора энтропии кардиоритма был найден числовой показатель, отражающий глубокий переходный процесс в гомеокинезе и взаимосвязанный с параметрами, характеризующими предоперационное состояние пациентов, особенности их настоящей клинической картины и частные особенности проведения хирургического вмешательства и его анестезиологического обеспечения, обнаруженные при помощи нейросетевого анализа. **Выводы.** Использование нейросетевого подхода позволяет предполагать случаи с высокой вероятностью послеоперационных расстройств и улучшить прогноз в рамках разработанного алгоритма подбора степени выраженности избранных параметров, отображающих специфику хирургической операции как контролируемого стрессорного влияния, а также особенности ее анестезиологического обеспечения, взаимосвязанные с предлагаемым маркером интраоперационного гомеокинеза.

Ключевые слова: эндоскопическая холецистэктомия; гомеокинез; послеоперационный период; аттрактор энтропии синусового ритма; нейросетевой анализ.

PROGNOSTIC POSSIBILITIES OF APPLYING CHAOS THEORY IN ANALYZING THE DYNAMICS OF INTRAOPERATIVE MONITORED PARAMETERS

© Nikolaj N. Eremin¹, Vera A. Sergeeva², Igor' A. Saraev²

¹ KGC Emergency Hospital. 305035, Kursk, Pirogov str., 14

² Kursk State Medical University. 305041, Kursk, K. Marx str., 3

Contact information: Vera A. Sergeeva — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care of the Institute of Continuing Education. E-mail: verasergeeva1973@icloud.com

Received: 17.07.2022

Revised: 23.09.2022

Accepted: 18.11.2022

Abstract. Background. Thanks to an in-depth analysis of hemodynamic parameters in the form of assessment of the chaotic properties of the cardiointervalogram and the construction of neuronal chains of individual indicators due to artificial neural network technologies, an integral indicator was found that allows the most effective assessment of the prognosis of the patient's postoperative condition. **Purposes and Tasks** is to improve the prognosis of the early postoperative period by in-depth analysis of hemodynamic parameters in the form of an assessment of the chaotic properties of the cardiointervalogram and the construction of neuronal chains of individual indicators due to artificial neural network technologies. **Materials and methods.** The course of anesthetic support for urgent laparoscopic cholecystectomy and the postoperative period was analyzed in 92 patients. The current organization of homeokinesis was evaluated using its one-parameter entropy model by accumulating data on the deterministic–chaotic dynamics of the entropy of the cardiac rhythm, according to which a strange attractor of this process was restored and analyzed. In the postoperative period, the clinical picture was analyzed, and the total duration of the hospitalization period was taken into account. The prognosis of the duration of hospitalization was realized by analyzing the significance of 20 variables selected for the description of patients. The possibility of changing the forecast to a more favorable one was achieved based on the developed algorithm for evaluating the results of neural network training. **Results.** According to generally accepted criteria, endoscopic cholecystectomy proceeded without complications in all patients. When analyzing the entropy attractor of cardiorhythm, a numerical indicator was found that reflects the latent transition process in intraoperative homeokinesis and is interrelated with factors describing the premorbid state of patients, the features of their current clinical picture and individual details of cholecystectomy revealed by neural network analysis. **Conclusion.** The use of the neural network approach allows us to assume cases with a high probability of postoperative disorders and improve the prognosis within the framework of the developed algorithm for selecting the severity of selected variables reflecting the features of the intervention as a controlled stress effect, as well as the details of anesthetic protection in conjunction with the newly proposed marker of intraoperative homeokinesis.

Key words: endoscopic cholecystectomy; homeokinesis; postoperative period; sinus rhythm entropy attractor; neural network analysis prognosis.

Одним из важнейших компонентов тактики ведения хирургического пациента является профилактика причин и устранение последствий операционного стресса, а также прогнозирование его послеоперационного состояния [2–4, 9, 11, 13]. Обычно медицинское прогнозирование основывается на связи вероятности послеоперационной дестабилизации состояния пациента с наличием признаков, характеризующих его преморбидное состояние [5, 6, 10, 12]. Примером такого варианта прогнозирования служат шкалы оценки объективного статуса пациентов ASA, Apache II, III, SOFA, MODS и т.д. [1, 14–20]. Недостатком большинства методов прогноза является ввод в алгоритмы большого числа разномодальных параметров, представляющих собой статические характеристики, способные меняться во времени и негативно влиять на эффективность прогнозирования [8]. Именно поэтому необходимо найти некий интегральный показатель, позволяющий наиболее эффективно оценить прогноз послеоперационного состояния пациента и максимально купировать развитие послеоперационных осложнений.

МЕТОДИКА

Выполнен анализ течения анестезиологического обеспечения срочных лапароскопических холецистэктомий и послеоперационного периода у 21 мужчины и 71 женщины. Возраст пациентов в среднем составил $56,6 \pm 28,5$ года. Согласно классификации ASA, объективный статус пациентов относился ко II–III классу. Анестезиологическое обеспечение операций

проводилось методом комбинированной многокомпонентной анестезии. Индукция в наркоз осуществлялась введением диазепама, кетамин и фентанила. Затем производилась интубация трахеи и перевод пациента на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). Поддержание анестезии осуществлялось введением фентанила каждые 20–30 минут с подачей паров фторотана 0,5–1,5 об.% на фоне миоплегии ардуаном, эсмероном или тракриумом. Средняя продолжительность наркоза составила $2,54 \pm 1,83$ часа. Интраоперационное состояние пациентов контролировалось путем мониторинга параметров организма, основными из которых были ЧСС (частота сердечных сокращений) и АД (артериальное давление). Каждые 5 минут фиксировали величины данных показателей и сравнивали с рамками варьирования в состоянии покоя. Отклонения более 20% в течение 5 минут и дольше считали недостаточной защитой от операционного стресса. Организацию системного гомеостатического обеспечения оценивали посредством однопараметрической энтропийной модели. После окончания хирургического вмешательства анализировали клиническую картину с учетом времени пребывания пациента в стационаре. Пациенты были поделены на группы: 1-я (72 пациента) с оптимальным временем госпитализации ($6,7 \pm 2,1$ дня), 2-я (20 пациентов) с большим периодом госпитализации ($12,2 \pm 3,5$ дня). С помощью нейросети, обученной на нейросетевом классификаторе NeuroPro 0.25, сравнивали результаты исследования обеих групп. Последующее накопление цифровых данных в группах позволило применить стандартную статистическую обработку программами Statistica,

Excel. Результаты представлены 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.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Описание данных интраоперационного мониторинга методом оценки детерминированно-хаотического поведения относительной энтропии кардиоритма, представленного в виде аттрактора, стало принципом методики, показывающей особенности организации системного гомеокинеза. Изучение топологии аттрактора обнаружило его комплексную структуру, состоящую из субаттракторов. Результат перемещения траектории энтропии с уровня на уровень дал возможность обнаружить индивидуальные варианты структуры аттрактора, в качестве характеристик которых были приняты числовые показатели (табл. 1).

Данные числовые показатели были включены в анализ, результатом которого стало подтверждение наличия у некоторых пациентов глубокой неустойчивости регулирования системного гомеокинеза. При сравнении результативности выявилось, что наиболее информативным показателем оказался параметр К. Вместе с тем сохранялась возможность того, что для решения поставленной задачи гемодинамические сдвиги все же могли иметь очевидное прогностическое значение, являясь частью многопараметрического континуума с внутренними взаимосвязями, которые при общепринятом статистическом анализе оставались неявными. В этой связи исследование информационной значимости рутинных параметров мониторинга провели с помощью включения их в анализ на основе применения нейроимитатора.

Априорно предполагалось, что на устойчивость гомеостатического регулирования пациентов, непосредственно связанного с эффективностью адаптации в послеоперационный период, оказывала влияние общая продолжительность проводимого хирургического вмешательства. Кроме того, учитывая наличие определенной последовательности действий хирургов и анестезиологов, было очевидно, что и интраоперационный этап характеризовался существенными особенностями. В этой связи весь период хирургического вмешательства и его анестезиологического обеспечения был разделен на временные отрезки (табл. 2).

Учитывались также относительные параметры $t3/t4$, $t8/t4$, $t11/t9$. В результате изучения данных показателей были определены обладающие наибольшей изменчивостью и информативностью.

Для обнаружения самых значительных воздействий на устойчивость гомеокинеза было отобрано 20 параметров, объединенных в 3 группы. Первую составили устойчивые преморбидные особенности пациентов. Второй набор параметров описывал предварительный диагноз и связанные с ним синдромы. При морфологическом исследовании удаленного желчного пузыря было обнаружено расхождение диагноза в отношении типа его поражения. Еще у 14 пациентов 2-й группы был диагностирован не катаральный, а флегмонозный холецистит. В итоге доля пациентов 2-й группы с флегмонозным поражением желчного пузыря увеличилась с 19,6% (19,4% в 1-й группе) до 90%. Третья группа параметров содержала данные о деталях выполнения хирургического вмешательства и его анестезиологического обеспечения. Для установления роли предлагаемого подхода во время проведения хирургического вмешательства и его влияния на

Таблица 1

Индивидуальные варианты структуры аттрактора

Характеристика	Описание
A	Номер шага мерности, при котором возникало 1-е деление основного притягивающего режима на «ветви»
B	Номер шага мерности, при котором происходило окончательное максимальное для данного случая разделение структуры «дерева» ветвления режимов регулирования
C	Число шагов мерности, равное количеству выявившихся «ветвей» деления
D	Число «калибра ветвей»
E	Число субаттракторов при окончательном шаге ветвления
F	1-я производная динамики процесса ветвления режимов в структуре «дерева»
G	2-я производная динамики процесса ветвления режимов в структуре «дерева»
H	Последовательность чисел, отражающих количество существующих на каждом из этапов ветвления субаттракторов
I	Средняя длительность существования ветвей с неизменным числом субаттракторов при последовательном наращивании мерности с шагом $n=1$, равная количеству таких шагов
J	Длительность периода ветвления относительно максимума наращивания мерности при сканировании структуры «дерева»
K	Соотношение периодов устойчивости и переходного процесса как частное от деления суммы числа шагов наращиваемой мерности до первого деления на ветви и после окончательного деления при максимуме шагов $n=50$ к числу шагов мерности, соответствующему структуре дерева
L	Относительный показатель интенсивности и продолжительности переходного процесса в системном гомеокинезе по «вертикали» иерархии гомеостатических механизмов

Таблица 2

Временные отрезки эндоскопической холецистэктомии и ее анестезиологического обеспечения

Параметр	Описание
t1	Время от начала первой в/в инъекции средств для наркоза до интубации трахеи
t2	Время от момента интубации трахеи до начала хирургических манипуляций
t3	Период от первой инъекции анестетика до начала хирургического вмешательства
t4	Длительность хирургического вмешательства
t5	Длительность наркоза фентанилом
t6	Длительность наркоза фторотаном
t7	Общая длительность наркоза
t8	Длительность наркоза всеми средствами одновременно
t9	Промежуток времени между интубацией и экстубацией трахеи
t10	Время от окончания действия наркоза фторотаном и фентанилом до экстубации трахеи
t11	Время от окончания хирургического вмешательства до экстубации трахеи

Таблица 3

клиническую картину в послеоперационном периоде применили аттракторный параметр К (табл. 3).

В качестве выходного параметра Y установили длительность пребывания в стационаре менее и более 1 недели. Анализ информативности параметров проводился с помощью нейроимитатора NeuroPro 0.25. Обучение и упрощение структуры проходило в режиме консилуума из 10 нейросетей для каждой группы (табл. 4).

Результат установления значимости входных параметров для решения поставленной задачи говорит о том, что частоты использования факторов на представленном множестве консилуума нейросетей значительно различаются. Учет данного обстоятельства возможен путем расчета коэффициента использования фактора (КИФ). Общее представление о значении параметров, включенных в исходные таблицы для обучения нейросетей в форме показателя информативности факторов (ПИФ), получили посредством суммирования среднего показателя значимости (СПЗ) и КИФ (табл. 5).

Из таблицы 5 следует, что высоким величинам КИФ чаще соответствуют наибольшие значения СПЗ, что свойственно параметрам X2, X3, X6, X11, X13, X14, X16, X18, X19.

Решение задачи разделения групп по заданному параметру с максимальной уверенностью осуществлялось Network 6. Дальнейшее ее описание подтвердило взаимосвязь параметра X13 с остальными факторами. Состав и информативность параметров Network 6 представлены в таблице 6.

Из таблицы 6 следует, что комплекс взаимосвязанных параметров, определяющий вероятность недостаточно эффективного анестезиологического обеспечения операций, кроме статусных переменных, также включает показатели тяжести обострения холецистита и параметры, отражающие особенности хирургического вмешательства и его анестезиологического обеспечения. Наконец, особенно важным является факт взаимосвязи деталей проведения анестезиологического обеспечения операции с исследуемым маркером интраоперационного гомеостатического — аттракторным параметром К.

Параметры, использованные для обучения нейросетей

Параметр	Описание
X1	Пол
X2	Возраст
X3	Длительность обострения холецистита
X4	Сопутствующие заболевания
X5	Морфология холецистита
X6	Синдром воспаления
X7	Синдром интоксикации
X8	Синдром иммунодефицита
X9	Органные расстройства
X10	Синдром катаболизма
X11	Первичные сдвиги ЧСС и АД
X12	t3
X13	Аттракторный параметр К
X14	t8
X15	t11
X16	t3/t4
X17	t8/t4
X18	t11/t9
X19	Особенности наркоза
X20	Дозы мышечных релаксантов

Таблица 4

Результаты обучения нейросетей

Нейросеть	Правильно, %	Неуверенно, %	Неправильно, %
Network 1	66,7	16,7	16,7
Network 2	66,6	33,3	0
Network 3	16,7	0	83,3
Network 4	83,3	0	16,7
Network 5	33,3	16,7	50
Network 6	100	0	0
Network 7	33,3	16,7	50
Network 8	83,3	0	16,7
Network 9	50	16,7	33,3
Network 10	66,7	16,7	16,7
Среднее значение	63,3	10	26,7

Таблица 5

Результаты оценки показателя информативности факторов

Параметр	СПЗ	КИФ	ПИФ
X1	47,8	0,5	48,3
X2	55,8	0,7	56,5
X3	61,6	0,7	62,3
X4	51,7	0,7	52,4
X5	49,6	0,5	50,1
X6	56,3	0,8	57,1
X7	48,5	0,5	49,0
X8	50,7	0,7	51,4
X9	44,5	0,2	44,7
X10	50,1	0,5	50,6
X11	62,4	0,8	63,2
X12	52,7	0,7	53,4
X13	57,2	0,6	57,8
X14	59,4	0,9	60,3
X15	47,5	0,4	47,9
X16	64,0	1,0	65,0
X17	53,1	0,9	54,0
X18	60,9	0,8	61,7
X19	56,1	0,7	56,8
X20	46,2	0,7	46,9

Таблица 6

Состав и информативность параметров Network 6

Параметр	СПЗ
X3	92,5
X6	78,3
X20	70,4
X11	68,7
X2	66,3
X4	64,6
X18	63,7
X12	63,2
X5	62,4
X14	62,3
X8	62
X17	59,4
X13	53,6
X19	52,2
X16	51,8
X15	46,8
X9	45,5
X10	45,4
X1	43,8
X7	42,3

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе исследования выполнен анализ течения анестезиологического обеспечения методом комбинированной многокомпонентной анестезии с применением внутривенных и ингаляционных препаратов для наркоза на фоне миорелаксации и ИВЛ срочных лапароскопических холецистэктомий и послеоперационного периода у 92 пациентов. Интраоперационное состояние пациентов контролировалось с помощью полимониторинга основных показателей организма. В послеоперационном периоде анализировали клиническую картину с учетом времени пребывания пациента в стационаре.

При включении в анализ параметров индивидуальных вариантов ветвления режимов регулирования кардиоритма подтвердилось наличие у некоторых пациентов скрытой неустойчивости регулирования гомеостатической функции, и появился способ рассчитать ее глубину и длительность. При сравнении эффективности выяснилось, что одним из самых информативных параметров оказался аттракторный параметр К. Это говорит о том, что структура ветвления субаттракторов была разнообразной ввиду влияния на системный гомеостатический комплекс причин, вызывавших у пациентов 2-й группы глубокие нару-

шения, недостаточно компенсируемые анестезиологической защитой. С учетом того, что наиболее выраженные изменения гомеостаза встречались у пациентов 2-й группы, разумно предположить о внутренней взаимосвязи данных явлений.

Дальнейшее исследование информационной значимости рутинных параметров мониторинга провели с помощью включения их в анализ на основе применения нейроимитатора. Весь период эндоскопической холецистэктомии и ее анестезиологического обеспечения разделили на отрезки времени, которые теоретически можно было бы изменить в нужную сторону для оптимального воздействия на систему, находящуюся в неустойчивом равновесии в связи с взаимодействием пары сил — хирургического стресса и компенсирующего его дестабилизирующее влияние анестезиологического обеспечения.

Итог мониторинга параметров гомеостаза во время хирургического вмешательства подтверждал эффективность его анестезиологического обеспечения и не имел прогностической перспективы в отношении прогнозирования длительности госпитализации [7]. Гемодинамический ответ формировался особенностями предоперационного состояния пациентов, с одной стороны, и деталями анестезиологической защиты, с другой. Именно поэтому было отобрано 20 параметров, сгруппированных в 3 совокупности. Расхождение диагнозов при морфологическом исследовании желчного пузыря указывало на возможность формирования глубокой неустойчивости гемодинамики и увеличения продолжительности пребывания пациентов в стационаре.

Была создана база данных пациентов, в качестве выходного показателя использовали период госпитализации до 1 недели и дольше. Обучение и упрощение базы осуществлялось при помощи нейроимитатора NeuroPro 0.25 в режиме консилиума из 10 нейросетей. Максимально эффективно задача была решена Network 6.

Состав результативных параметров Network 6 включает все статусные характеристики, что говорит о существенном влиянии предоперационного состояния пациентов на пролонгирование переходного процесса в системном регулировании и эффективность их послеоперационной адаптации. В состав используемых для решения поставленной задачи также вошли параметры, определявшие индивидуальные особенности текущего заболевания, и говорящие о том, что среди вероятных факторов увеличения сроков госпитализации синдромы, связанные с длительной воспалительной реакцией, присутствуют не случайно.

Информативными оказались также параметры, отражающие особенности проведения хирургических вмешательств и их анестезиологического обеспечения, которые могут подвергаться целенаправленным изменениям.

Исключительно важным является факт наличия в матрице переменных параметров, отражающих детали анестезиологического обеспечения операции во взаимосвязи с исследуемым маркером интраоперационного гомеостатического — аттракторным параметром К).

ВЫВОД

Предлагаемый метод интегральной оценки устойчивости гомеостаза при хирургических вмешательствах объективно возможен и способствует обнаружению скрыто протекающих процессов для дополнительной объективизации и прогнозирования состояния пациентов на основе существующих параметров интраоперационного мониторинга за счет более глубокой обработки стандартных методов контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрович Ю.С., Гордеев В.И. Оценочные и прогностические шкалы в медицине критических состояний. СПб.: Сотис; 2007.
2. Александрович Ю.С., Прометной Д.В., Пшениснов К.В. и др. Системы предотвращения осложнений у пациентов высокого риска. Педиатр. 2018; 9(5): 94–102.
3. Александрович Ю.С., Рыбьянов В.В., Пшениснов К.В., Александрович И.В. Вариабельность ритма сердца у детей во время оториноларингологических операций в условиях общей анестезии. Анестезиология и реаниматология. 2021; 1: 17–24.
4. Белов Ю.В., Комаров Р.Н., Степченко А.Б., Савичев Д.Д. Ранние послеоперационные осложнения в хирургии расслоений аорты торакоабдоминальной локализации. Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова. 2009; 6: 34–9.
5. Гасс М.В., Соколова Е.Ю., Климов А.Б., Соколова В.С. Прогнозирование развития респираторных осложнений после радикальных операций по поводу немелкоклеточного рака легких. Хирургия. Журн. им. Н. И. Пирогова. 2006; 12: 9–12.
6. Егоров М.Г., Лебединский К.М. Прогностическое моделирование реакций кровообращения на регионарную и общую анестезию. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2016; 10(3): 165–72.
7. Ерёмин Н.Н., Сараев А.А., Сумин С.А. и др. Прогностическое значение симптомов неустойчивости гемодинамики на фоне эндоскопической холецистэктомии. Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2015; 4: 20–9.
8. Калайчева И.Б. Прогнозирование ранних осложнений оперативных вмешательств на органах брюшной полости на основе анализа нелинейных свойств системного гомеостатического. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курск; 2010.
9. Петренкова Н.С., Сергеева В.А., Пахомов Д.А. Гемодинамические паттерны у новорожденных с гипоксически-ишемической энцефалопатией при проведении терапевтической гипотермии. ЭНИ Забайкальский медицинский вестник. 2017; 2: 72–7.
10. Сапанюк А.И., Бухарин А.И., Куклова И.И. и др. Прогнозирование гемодинамического ответа при выполнении лапароскопических холецистэктомий. Эндоскопическая хирургия. 2005; 1: 69–70.
11. Точилю С.А. Предикторы развития синдрома полиорганной дисфункции у пациентов после абдоминальных хирургических вмешательств. Новости хирургии. 2017; 25(5): 494–502.
12. Шевченко Ю.Л., Кузнецов Н.А., Анисимова О.В., Тальберг П.И. Прогнозирование послеоперационных осложнений в плановой хирургии. Хирургия. Журн. им. Н.И. Пирогова. 2003; 10: 6–14.



13. Эйтенхед А.Р., Смит Г., ред. Руководство по анестезиологии. В 2 томах. Том 1. М.: Медицина; 1999.
14. Knaus W.A., Draper E.A., Wagner D.P., Zimmerman J.E. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit. Care Med.* 1985; 13(10): 818–29.
15. Knaus W.A., Wagner D.P., Draper E.A. et al. The APACHE III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest.* 1991; 100 (6): 1619–36.
16. Knaus W.A., Zimmerman J.E., Wagner D.P. et al. APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit. Care Med.* 1981; 9 (8): 591–7.
17. Le Gall J.R., Lemeshow S., Saulnier F.A. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA.* 1993; 270(24): 2957–63.
18. Marshall J.C., Cook D.J., Christou N.V. et al. Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical outcome. *Crit. Care Med.* 1995; 23(10): 1638–52.
19. Miranda D.R., de Rijk A., Shaufeli W. Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: The TISS-28 items-Results from a multicenter study. *Crit. Care Med.* 1996; 24(1): 64–73.
20. Naqvi I.H., Mahmood K., Ziaullah S. et al. Better prognostic marker in ICU – APACHE II, SOFA or SAP II? *Pak. J. Med. Sci.* 2016; 32 (5): 1146–51.
7. Eremin N.N., Saraev A.A., Sumin S.A. i dr. Prognosticheskoe zhanenie simptomov neustoychivosti gemodinamiki na fone endoskopicheskoy kholistsistektomii [Prognostic significance of hemodynamic instability symptoms on the background of endoscopic cholecystectomy]. *Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik «Chelovek i ego zdorov'e».* 2015; 4: 20–9. (in Russian).
8. Kalaycheva I.B. Prognozirovaniye rannikh oslozhneniy operativnykh vmeshatel'stv na organakh bryushnoy polosti na osnove analiza nelineynykh svoystv sistemnogo gomeokineza [Prediction of early complications of surgical interventions on abdominal organs based on the analysis of nonlinear properties of systemic homeokinesis]. PhD thesis. Kursk; 2010. (in Russian).
9. Petrenkova N.S., Sergeeva V.A., Pakhomov D.A. Gemodinamicheskie patterny u novorozhdennykh s gipoksicheski-ishemicheskoy entsefalopatiey pri provedenii terapevricheskoy gipotermii [Hemodynamic patterns in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy during therapeutic hypothermia]. *ENI Zabaykal'skiy meditsinskiy vestnik.* 2017; 2: 72–7. (in Russian).
10. Sapanyuk A.I., Bukharin A.I., Kuklova I.I. i dr. Prognozirovaniye gemodinamicheskogo otveta pri vypolnenii laparoskopicheskikh kholistsistektomiy [Prediction of hemodynamic response during laparoscopic cholecystectomy]. *Endoskopicheskaya khirurgiya.* 2005; 1: 69–70. (in Russian).
11. Tochilo S.A. Prediktory razvitiya sindroma poliorgannoy disfunktsii u patsientov posle abdominal'nykh khirurgicheskikh vmeshatel'stv [Predictors of the development of multiple organ dysfunction syndrome in patients after abdominal surgery]. *Novosti khirurgii.* 2017; 25 (5): 494–502. (in Russian).
12. Shevchenko Yu.L., Kuznetsov N.A., Anisimova O.V., Tal'berg P.I. Prognozirovaniye posleoperatsionnykh oslozhneniy v planovoy khirurgii [Prediction of postoperative complications in elective surgery]. *Khirurgiya. Zhurn. im. N.I. Pirogova.* 2003; 10: 6–14. (in Russian).
13. Eytenkhed A.R., Smit G., red. Rukovodstvo po anesteziiologii [Manual of Anesthesiology]. V 2 tomakh. Tom 1. Moskva: Meditsina Publ.; 1999. (in Russian).
14. Knaus W.A., Draper E.A., Wagner D.P., Zimmerman J.E. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit. Care Med.* 1985; 13(10): 818–29.
15. Knaus W.A., Wagner D.P., Draper E.A. et al. The APACHE III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest.* 1991; 100 (6): 1619–36.
16. Knaus W.A., Zimmerman J.E., Wagner D.P. et al. APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit. Care Med.* 1981; 9 (8): 591–7.
17. Le Gall J.R., Lemeshow S., Saulnier F.A. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA.* 1993; 270(24): 2957–63.
18. Marshall J.C., Cook D.J., Christou N.V. et al. Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical outcome. *Crit. Care Med.* 1995; 23(10): 1638–52.
19. Miranda D.R., de Rijk A., Shaufeli W. Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: The TISS-28 items-Results from a multicenter study. *Crit. Care Med.* 1996; 24(1): 64–73.
20. Naqvi I.H., Mahmood K., Ziaullah S. et al. Better prognostic marker in ICU – APACHE II, SOFA or SAP II? *Pak. J. Med. Sci.* 2016; 32 (5): 1146–51.

REFERENCES

1. Aleksandrovich Yu.S., Gordeev V.I. Otsenochnye i prognosticheskie shkaly v meditsine kriticheskikh sostoyaniy [Evaluation and prognostic scales in critical condition medicine]. Sankt-Peterburg: Sotis Publ.; 2007. (in Russian).
2. Aleksandrovich Yu.S., Prometnoy D.V., Pshenishnov K.V. i dr. Sistemy predotvrashcheniya oslozhneniy u patsientov vysokogo riska [The systems of prevention of complications at patients of high risk]. *Pediatr.* 2018; 9 (5): 94–102. (in Russian).
3. Aleksandrovich Yu.S., Ryb'yanov V.V., Pshenishnov K.V., Aleksandrovich I.V. Variabel'nost' ritma serdtsa u detey vo vremya otorinolaringologicheskikh operatsiy v usloviyakh obshchey anestezii [Heart rhythm variability in children undergoing otorhinolaryngological surgery under general anesthesia]. *Anesteziologiya i reanimatologiya.* 2021; 1: 17–24.
4. Belov Yu.V., Komarov R.N., Stepchenko A.B., Savichev D.D. Rannie posleoperatsionnye oslozhneniya v khirurgii rassloeniy aorty torakoabdominal'noy lokalizatsii [Early postoperative complications in surgery of thoracoabdominal aortic dissections]. *Khirurgiya. Zhurn. im. N. I. Pirogova.* 2009; 6: 34–9. (in Russian).
5. Gass M.V., Sokolova E.Yu., Klimov A.B., Sokolova V.S. Prognozirovaniye razvitiya respiratornykh oslozhneniy posle radikal'nykh operatsiy po povodu nemelkokletochnogo raka legkikh [Predicting the development of respiratory complications after radical surgery for non-small cell lung cancer]. *Khirurgiya. Zhurn. im. N. I. Pirogova.* 2006; 12: 9–12. (in Russian).
6. Egorov M.G., Lebedinskiy K.M. Prognosticheskoe modelirovaniye reaktsiy krovoobrashcheniya na regionarnuyu i obshchuyu anesteziyu [Prognostic modeling of circulatory reactions to regional and general anesthesia]. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli.* 2016; 10 (3): 165–72. (in Russian).
7. Eremin N.N., Saraev A.A., Sumin S.A. i dr. Prognosticheskoe zhanenie simptomov neustoychivosti gemodinamiki na fone endoskopicheskoy kholistsistektomii [Prognostic significance of hemodynamic instability symptoms on the background of endoscopic cholecystectomy]. *Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik «Chelovek i ego zdorov'e».* 2015; 4: 20–9. (in Russian).
8. Kalaycheva I.B. Prognozirovaniye rannikh oslozhneniy operativnykh vmeshatel'stv na organakh bryushnoy polosti na osnove analiza nelineynykh svoystv sistemnogo gomeokineza [Prediction of early complications of surgical interventions on abdominal organs based on the analysis of nonlinear properties of systemic homeokinesis]. PhD thesis. Kursk; 2010. (in Russian).
9. Petrenkova N.S., Sergeeva V.A., Pakhomov D.A. Gemodinamicheskie patterny u novorozhdennykh s gipoksicheski-ishemicheskoy entsefalopatiey pri provedenii terapevricheskoy gipotermii [Hemodynamic patterns in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy during therapeutic hypothermia]. *ENI Zabaykal'skiy meditsinskiy vestnik.* 2017; 2: 72–7. (in Russian).
10. Sapanyuk A.I., Bukharin A.I., Kuklova I.I. i dr. Prognozirovaniye gemodinamicheskogo otveta pri vypolnenii laparoskopicheskikh kholistsistektomiy [Prediction of hemodynamic response during laparoscopic cholecystectomy]. *Endoskopicheskaya khirurgiya.* 2005; 1: 69–70. (in Russian).
11. Tochilo S.A. Prediktory razvitiya sindroma poliorgannoy disfunktsii u patsientov posle abdominal'nykh khirurgicheskikh vmeshatel'stv [Predictors of the development of multiple organ dysfunction syndrome in patients after abdominal surgery]. *Novosti khirurgii.* 2017; 25 (5): 494–502. (in Russian).
12. Shevchenko Yu.L., Kuznetsov N.A., Anisimova O.V., Tal'berg P.I. Prognozirovaniye posleoperatsionnykh oslozhneniy v planovoy khirurgii [Prediction of postoperative complications in elective surgery]. *Khirurgiya. Zhurn. im. N.I. Pirogova.* 2003; 10: 6–14. (in Russian).
13. Eytenkhed A.R., Smit G., red. Rukovodstvo po anesteziiologii [Manual of Anesthesiology]. V 2 tomakh. Tom 1. Moskva: Meditsina Publ.; 1999. (in Russian).
14. Knaus W.A., Draper E.A., Wagner D.P., Zimmerman J.E. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit. Care Med.* 1985; 13(10): 818–29.
15. Knaus W.A., Wagner D.P., Draper E.A. et al. The APACHE III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *Chest.* 1991; 100 (6): 1619–36.
16. Knaus W.A., Zimmerman J.E., Wagner D.P. et al. APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit. Care Med.* 1981; 9 (8): 591–7.
17. Le Gall J.R., Lemeshow S., Saulnier F.A. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA.* 1993; 270(24): 2957–63.
18. Marshall J.C., Cook D.J., Christou N.V. et al. Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical outcome. *Crit. Care Med.* 1995; 23(10): 1638–52.
19. Miranda D.R., de Rijk A., Shaufeli W. Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: The TISS-28 items-Results from a multicenter study. *Crit. Care Med.* 1996; 24(1): 64–73.
20. Naqvi I.H., Mahmood K., Ziaullah S. et al. Better prognostic marker in ICU – APACHE II, SOFA or SAP II? *Pak. J. Med. Sci.* 2016; 32 (5): 1146–51.