

- фекций стопы при сахарном диабете // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2005. – Т. 7, № 3. – С. 235–270.
15. *Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology* / Washington C. Winn Jr. [et al]. – 6th ed. // Lippincott Williams & Wilkins. – 2006. – 1535 p.
16. Kirby J.T., Mutnick A.H., Jones R.N. et al. Geographic variations in garenoxacin (BMS 284756) activity tested against pathogens associated with skin and soft tissue infections: report from SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (2000) // *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* – 2002. – Vol. 43, № 4. – P. 303-309.

УДК 616-089.166-06

ОЦЕНКА УРОВНЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО СТРЕССА КАК ПРЕДИКТОРА РАННИХ СИСТЕМНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

© *Калайчева И.Б., Сумин С.А., Сараев И.А.*

**Кафедра анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии ФПО,
кафедра внутренних болезней № 2 Курского государственного медицинского университета**

Проанализированы интраоперационные сдвиги системного гомеостатического регулирования 129 больных, находившихся под многокомпонентной неингаляционной анестезией в связи с хирургическим вмешательством по поводу полостной абдоминальной патологии. Установлено, что в ходе операций стандартный мониторинг выявляет текущие не критические отклонения биологических (прежде всего гемодинамических) констант не более чем в 25% случаев. Предлагаемый оригинальный метод оценки эффективности гомеокинеза на основе анализа хаотической динамики вариабельности кардиоинтервалов, реализованный с помощью количественной характеристики изменений топологии странного аттрактора кардиоритма, позволил, несмотря на адекватный наркоз, выявить наличие переходных процессов у 87% пациентов. Наибольшая выраженность этих скрытых изменений, отражающих неадекватно высокую степень интраоперационного стрессорного воздействия, выявлена преимущественно у лиц с наличием ранних послеоперационных осложнений системного характера, что позволяет формировать их эффективный индивидуальный прогноз в рамках многопараметрического анализа предлагаемых коррелятов выраженности хирургической агрессии.

Ключевые слова: оперативное вмешательство, ранние осложнения, гомеокинез, гемодинамический мониторинг, детерминированный хаос, топология аттрактора кардиоритма.

ESTIMATION OF INTENSITY LEVEL OF INTRAOPERATIVE STRESS AS A PREDICTOR OF EARLY SYSTEMIC COMPLICATIONS IN SURGICAL INTERVENTION

Kalaycheva I.B., Sumin S.A., Saraev I.A.

**Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Therapy of Postgraduate Education Faculty,
Department of Internal Diseases N 2 of the Kursk State Medical University**

The intraoperative shifts of systemic homeostasis regulation were analyzed in 129 patients being operated on under non-inhaled polycomponent anesthesia due to abdominal pathology. It was found out that the routine monitoring of patients stability within operations had revealed non-critical changes of biological (mainly hemodynamics) constants not more than in 25% cases. Presented in the article the original method of homeokinesis effectiveness estimation based on cardiointervals chaotic variability analysis made with the help of quantity characteristics of cardiac rhythm strange attractor topology permitted, despite adequate narcosis level, to diagnose homeostatic instability in 87% of patients. The highest intensity of that latent phenomenon reflecting unequal intraoperative stress effect was recognized mainly in patients with early postoperative systemic complications that allowed forming the effective individual prognosis based on the multiparameter analysis of the suggested correlates of surgical aggression.

Key words: operative intervention, early complications, homeokinesis, hemodynamics monitoring, to determine chaos, cardiac rhythm attractor topology.

Несмотря на значительный прогресс медицинских технологий, активные вмешательства по поводу разнообразной хирургической патологии все еще нередко сопровождаются как интра- так и послеоперационными осложнениями [1, 4]. Ряд из них связан с общими неблагоприятными реакциями организма в ответ на сам факт хирургического воздействия и проявляется в виде дыхательных, сердечно-сосудистых и других систем-

ных расстройств. Индивидуальная неповторимость клинических ситуаций затрудняет адекватную оценку риска развития осложнений, которые могут выглядеть в условиях анестезиологической защиты как случайные, тогда как в действительности их развитие определяется совершенно определенными и закономерными сдвигами гомеостатического регулирования, которые нередко носят скрытый характер.

Одним из перспективных направлений решения проблемы индивидуального прогноза развития послеоперационных осложнений системного характера может стать объективная количественная оценка уровня интраоперационного стрессорного воздействия на систему гомеостатического регулирования как фактора, имеющего клиническую значимость не только в ходе вмешательства, но и в ранний послеоперационный период. Такой вариант течения послеоперационного периода реализуется в случаях, когда у больных острые сдвиги гомеостаза имеют тенденцию к пролонгации в виде затухающего во времени переходного колебательного процесса длительностью в несколько дней. Эти часто субклинические изменения касаются не столько варьирования величин частных констант гомеостаза, которые стандартно анализируются во время и после хирургического вмешательства, сколько связаны с появлением расстройств во взаимосвязях, уровне соподчинения активности органов и систем [5]. При этом в акрофазах колебаний уровня интегральной устойчивости сохраняется высокая вероятность возникновения реальных клинически очевидных осложнений со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем.

Целью исследования стала разработка нового подхода к количественной оценке интенсивности стрессорного воздействия на гомеокинез во время хирургических вмешательств для формирования индивидуального прогноза развития послеоперационных осложнений системного характера.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены 129 пациентов с различной хирургической полостной патологией, которые в плановом (82 чел. – 64%) или экстренном (47 чел. – 36%) порядке были оперированы в хирургическом стационаре. Мужчин было 74 (57,3%), женщин – 55 (42,7%). Распределение по возрасту оказалось следующим: до 45 лет – 33 пациента (25,6%), в интервале от 46 до 59 лет – 52 (40,3%) и старше 60 лет (до 65 включительно) – 44 (34,1%). Средний возраст составил $52,7 \pm 5,1$ года. Основной причиной, по поводу которой осуществлялось вмешательство, бы-

ли различные формы хронической желчекаменной болезни – 112 человек (85,5%). Ее средняя продолжительность с момента установления диагноза не превышала 5 лет. Среди других нозологических форм были выявлены язвенная болезнь желудка, паховая грыжа, аппендицит (17 чел. – 14,5%). Всем обследованным в предоперационный период проводился комплекс лечебно-диагностических мероприятий, который не выявил клинически значимой сопутствующей патологии, способной стать препятствием для хирургических манипуляций. Наиболее частым сопутствующим заболеванием была артериальная гипертензия, которая в предоперационный период корригировалась назначением рутинных гипотензивных средств. Объективный статус больных, определенный по классификации Американского общества анестезиологов (ASA), был в пределах 2-3 класса. Пациентам назначалась адекватная их состоянию и диагнозу необходимая предоперационная подготовка.

Контрольную группу, дающую возможность охарактеризовать базовое состояние гомеокинеза, составили 50 практически здоровых добровольцев (15 женщин – 30% и 35 мужчин – 70%), мониторинг АД и пульса которых проводился в условиях спокойного бодрствования не менее 2-х часов. Средний возраст обследованных лиц в контрольной группе составил $44,3 \pm 6,2$ года. Из исследования исключались пациенты старше 65 лет, а также лица, страдавшие стойкими нарушениями синусового кардиоритма, другими сопутствующими заболеваниями в стадии обострения, конкурировавшими с основной патологией.

Максимальная продолжительность оперативных вмешательств не превышала 3-х часов. Неингаляционная многокомпонентная анестезия осуществлялась путем в/в введения фентанила и дроперидола на фоне миорелаксантов по общепринятой методике. Интраоперационный контроль за состоянием больных включал полимониторинг (определение АД, частоты пульса, напряжения кислорода крови, ЧД) и кардиоинтервалографию в режиме непрерывной, не менее чем 3-х часовой записи. В дополнение к данным методам использовалась математическая оценка интраоперационной устойчивости интегрального гомео-

статического регулирования на основе анализа хаотических свойств синусового кардиоритма больных, включавшая: восстановление странного аттрактора синусового кардиоритма по алгоритму Джуа-Паркера с последующим расчетом его корреляционной размерности [6, 7, 8, 9]. Дальнейшее количественное описание свойств странного аттрактора кардиоритма (локального притягивающего множества, визуализация которого получена по аналогии со странным аттрактором Лоренца) осуществлялось с помощью специально разработанного оригинального алгоритма путем анализа 3-х мерной проекции его геометрической модели, синтезированной в n-мерном исходном пространстве существования изучаемого объекта [3]. Эта модель, согласно предложенной концепции исследования, концентрировала в себе все особенности исследуемого динамического процесса (т.е. интраоперационного гомеокинеза) в форме доступной непосредственному описанию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным рутинного мониторинга физиологических констант, анестезиологическое пособие у 97 включенных в исследование больных (75%) квалифицировалось как полностью адекватное. В остальных 32 случаях (25%) имели место отдельные особенности интраоперационного периода, прежде всего, реакции сердечно-сосудистой системы в виде транзиторных кратковременных выходов (не более 5-10 мин.) параметров гемодинамики (в частности, САД) за пределы, так называемой стресс нормы, представлявшей собой сдвиги контролируемых констант, не превышавшие 20% от их среднестатистических значений. В этих случаях анестезиологическое пособие расценивалось как частично адекватное, поскольку иных признаков снижения уровня наркоза, таких как эффект просыпания больных или более существенные вегетативные расстройства не наблюдались.

Анализ течения послеоперационного состояния пациентов в течение первых 7 суток показал, что все больные основной группы делились на две подгруппы: 1-ю с наличием осложнений и 2-ю – без таковых (31 и 98 па-

циентов, то есть 24% и 76%, соответственно). Лица с непосредственно раневыми осложнениями (серомы, гематомы и др.), а также с комбинацией раневых и системных расстройств из второй подгруппы были исключены (всего 9 пациентов). Состав послеоперационных осложнений системного характера у оставшихся 22 больных (то есть 17% от общего количества обследованных), по поводу которых проводилась дополнительная коррекция их состояния, в сроки от 1 до 7 суток был представлен неадекватными затянувшимися ноцицептивными реакциями в области раны (2), гипертермией (3), нестабильностью основных констант гомеостаза – АД, ЧСС, ЧДД (8), относительно длительным периодом восстановления моторной функции кишечника (5), развитием острых сердечно-сосудистых катастроф – острого коронарного синдрома (2), ТЭЛА(1), острого ишемического инсульта (1).

Сравнение встречаемости системных осложнений в выборках лиц с анестезиологическим пособием, оцененным как полностью и частично адекватное по данным рутинного мониторинга, показало отсутствие видимой закономерности в их распределении, поскольку послеоперационные расстройства интегрального гомеостатического регулирования развились в обеих подгруппах больных. Среди пациентов с отсутствием интраоперационных нежелательных реакций гемодинамики они наблюдались в 9, а в случае с наличием каких-либо транзиторных сдвигов гемодинамических констант – в 13 случаях. Отсюда следовало, что система стандартного контроля за состоянием больных во время хирургических вмешательств путем оценки отклонений отдельных констант от нормы не всегда достаточно чувствительна к присутствию субклинических расстройств гомеокинеза, появление которых связано с индивидуально более выраженным стрессорным воздействием, чем можно было предполагать по результатам общепринятого мониторинга сдвигов биологических параметров. В связи с этим была предпринята попытка оценить реакции системного регулирования путем анализа нетривиальных характеристик жизнедеятельности организма. На первом этапе исследования у всех обследованных основной и

Корреляционная размерность странных аттракторов кардиоритма в основной и контрольной группах

Группа Показатель	Контроль n=50	Основная группа: Оперированные больные n=129		Достоверность различий
Корреляционная размерность кардиоритма	3,2654± 0,1456	2,4345± 0,3361		p<0,05
		1 подгруппа Осложнения n=22	2 подгруппа Нет осложнений n=107	
		2,3775± 0,2679	2,4892± 0,3106	p>0,05

контрольной групп получали фазовую траекторию динамики вариабельности кардиоинтервалов, проводили процедуру восстановления странного аттрактора кардиоритма, а затем рассчитывали его корреляционную размерность, которая свидетельствовала о степени сложности системы, генерирующей изучаемый динамический процесс. В табл. 1 представлены результаты этих преобразований. Как следует из таблицы, корреляционная размерность в группе оперированных больных оказалась достоверно меньшей, чем у обследованных из контрольной выборки. Это означает, что в динамическом процессе изменений длительности кардиоинтервалов происходило повышение значимости детерминированной компоненты, наблюдался эффект стабилизации ритмической активности сердца, характерный для реализации стрессорной реакции, корреляты которой присутствовали несмотря на анестезиологическое пособие, и вызванную им клинически очевидную гипорефлексию.

Вместе с тем из данных, приведенных в таблице, следует, что на фоне операционного вмешательства в рамках оценки состояния больных основной группы, разделенной по результатам клинического наблюдения на лиц с наличием и отсутствием послеоперационных осложнений, достоверные различия в величине корреляционной размерности отсутствуют. Следовательно, корреляционная размерность странного аттрактора кардиоритма в данном случае не является показателем оптимально чувствительным к изменениям, происходящим во временной организации

сердечной деятельности на фоне хирургического стресса, и, соответственно, не может адекватно отражать сдвиги гомеостатических процессов, ведущие к переходным процессам, имеющим отношение к развитию послеоперационных осложнений. Поэтому дальнейшее исследование особенностей хаотической динамики кардиоритма, как возможного маркера возникновения сдвигов системного гомеостаза, и связанных с этим феноменом осложнений раннего послеоперационного периода проводилось на основе учета иных особенностей аттрактора кардиоритма.

Это были характеристики топологического портрета хаотического процесса, представленного в виде плоскостного образа 3-х мерной проекции странного аттрактора, описанной в виде геометрической модели – гиперкуба. Необходимость синтеза упрощенной геометрической пространственной модели странного аттрактора кардиоритма для количественной оценки его топологии и статистического анализа ее особенностей в различных группах, включенных в исследование, была связана с чрезвычайной сложностью строения изучаемого объекта и индивидуальным характером его структуры во всех рассматриваемых случаях. Пример результата процедуры восстановления странного аттрактора здорового добровольца из контрольной группы представлен на рис. 1.

Из рисунка следует, что структура аттрактора, представленная сложной фазовой траекторией, локализуется в строго ограниченной области как у здоровых, так и у больных обследованных, причем она практически абсо-

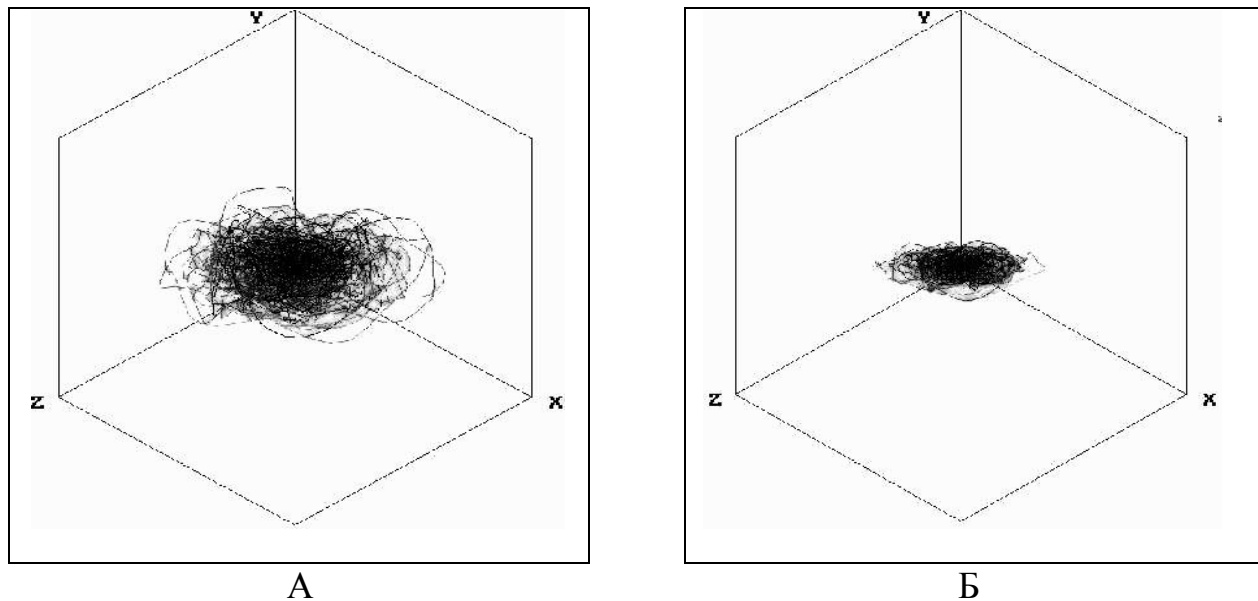


Рис. 1. Плоскостное представление 3-х мерной проекции странного аттрактора кардиоритма оперированного больного (А) и лица из контрольной группы (Б).

Примечание: X,Y,Z – обозначение осей проекционного 3-х мерного пространства.

лютно индивидуально неповторима. Между тем, согласно концепции исследования, именно топология исследуемого объекта содержит в себе искомую информацию об особенностях динамики системного гомеостатического регулирования испытуемых за весь 3-х часовой период мониторинга (то есть в случае больных лиц – за весь период хирургического вмешательства).

Кроме того, из рисунка следует, что площадь, которую занимает отображение проекции аттрактора оперированного пациента на плоскости очевидно меньше того же параметра аттрактора лица из контрольной группы. Сравнение всех иных имевшихся плоскостных образов 3-х мерных проекций аттракторов кардиоритма здоровых и больных подтвердило, что данный эффект является устойчивой особенностью. Отсюда следовало, что необходимые для количественной характеристики топологии аттракторов данные можно получить, оценивая не сами объекты, а параметры их упрощенных геометрических моделей (в частности, с учетом 3-х мерности изучаемой проекции объекта – кубической модели). Такая модель представляла собой наименьший из возможных виртуальный куб, т.е. гиперкуб, куда вписывалась максимально заполняющая его фазовая траектория аттрактора. В дальнейшем эти объекты проецирова-

лись в 3-х мерное пространство, доступное для непосредственного качественного и количественного описания. Для представления изучаемого объекта, как объемного образования, на рис. 2 представлена 3-х мерная проекция, вписанного в гиперкуб странного аттрактора кардиоритма в стандартном положении и при повороте объекта на 180° по осям координат.

При анализе этих отображений выявилось, что все они (у здоровых и больных) отличаются от идеального куба, поскольку вытянуты по одной из осей координат, то есть несколько деформированы. Эта деформация представляет собой не что иное, как видимое отражение действия на систему интегральной регуляции многочисленных внешних и внутренних текущих дестабилизирующих факторов, которые в контрольной группе не являются критическими. Поэтому у практически здоровых обследованных степень асимметрии ребер куба оказалась существенно меньше выражена, даже при предварительном визуальном анализе поведения отображений при их ротации, чем у пациентов, подвергавшихся оперативному вмешательству. Кроме того, еще одной устойчивой особенностью отображения аттракторов оказался эффект их децентрализации. Он представлял собой смещение точки центра масс объекта и гео-

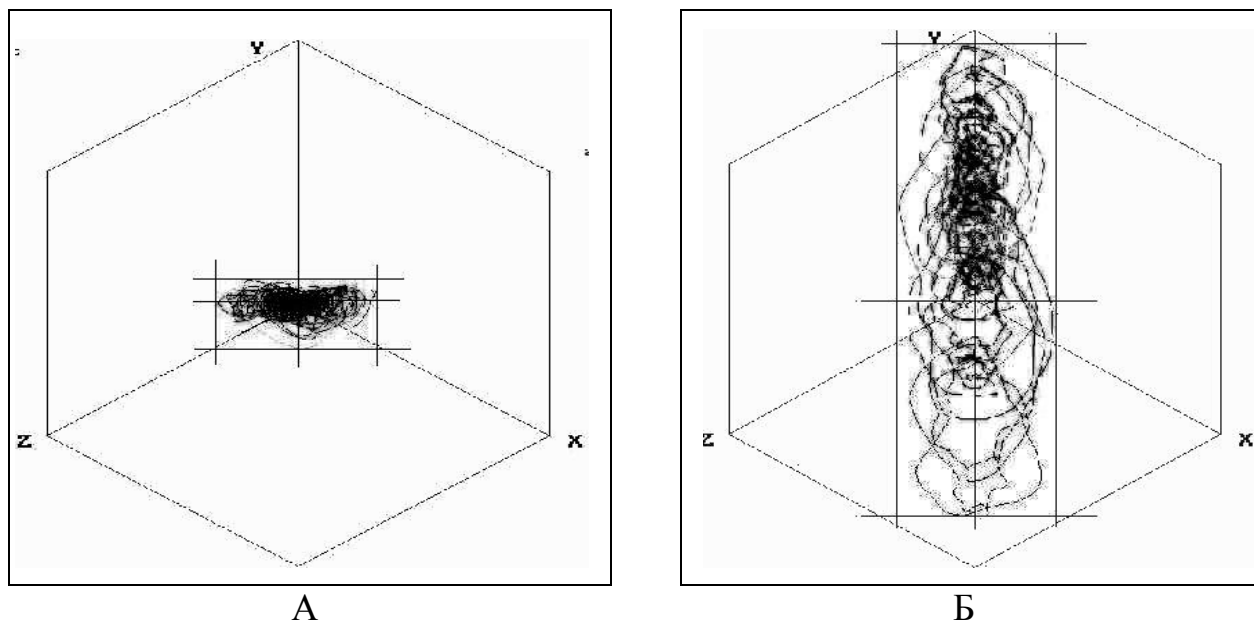


Рис. 2. Отображение 3-х мерной проекции странного аттрактора кардиоритма и его геометрической модели оперированного больного К. в стандартном положении (А) и при повороте объекта на 1800 по осям координат (Б).

Примечание: X,Y,Z – обозначение осей проекционного 3-х мерного пространства.

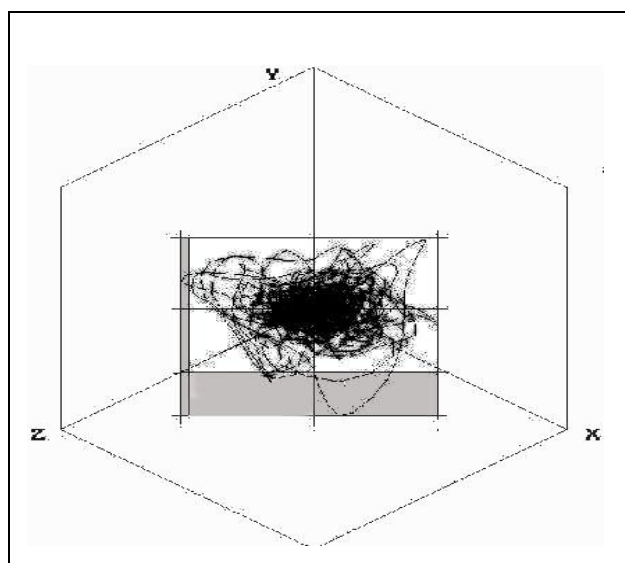


Рис. 3. Эффект децентрализации отображения странного аттрактора кардиоритма в 3-х мерном проекционном пространстве при отображении на плоскость.

Примечание: X,Y,Z – оси проекционного 3-х мерного пространства. Темным цветом выделена часть геометрической модели тела аттрактора, локализованная асимметрично относительно центра проекционного пространства.

метрического центра его модели относительно нулевой точки координат проекционного пространства (рис. 3). Вышеописанные особенности наблюдались, хотя и с различной степенью выраженности, во всех проанализированных в исследовании случаях, что позво-

лило сделать вывод о феномене деформации тела изучаемого странного аттрактора кардиоритма и его геометрической модели, представленных в виде отображений их 3-х мерной проекции, как об устойчивом явле-

нии, связанном с особенностями перманентно текущего гомеокинеза.

Количественный анализ формы индивидуальных геометрических моделей аттракторов кардиоритма позволил сделать вывод о наличии гораздо более выраженного, чем в контроле, эффекта деформации на фоне действия пары сил – хирургической агрессии с присущей ей стрессорной реакцией и анестезиологической защиты, вызывающей управляемую гипорефлексию, чем у лиц контрольной группы. Это проявлялось более значительным, чем в контроле вытяжением объекта по одной из осей; появлением сплюснутости отображения в основной проекции; уменьшением объема аттрактора, то есть его консолидацией; и, наконец, децентрализацией проекции относительно начала координат в 3-х мерном пространстве. В частных случаях набор и количество этих эффектов различались. Для статистического изучения данной закономерности выявленные изменения геометрии модели аттрактора кардиоритма были охарактеризованы количественно с помощью первичных 24 числовых показателей, с помощью которых синтезировалась математическая модель, представлявшая собой описание 3-х мерной проекции виртуального куба с вписанной в него фазовой траекторией вариабельности кардиоритма. Затем с помощью дискриминантного анализа были выделены наиболее информативные 4 расчетных критерия указанных эффектов деформации. Это были следующие коэффициенты: $K_1=r/R$ и $K_2=r/R$, указывавшие на степень сплюсывания и вытяжения кубической модели проекции, соответственно (где r и R представляли собой размеры сторон проекционной кубической модели, по данным анализа ребер куба, в стандартном и ротированном на 180° положениях), а также $K_3=\Delta V/V$, представляющий

собой отношение, определяющее степень эффекта децентрализации объекта в 3-х мерном пространстве относительно начала координат, при том, что ΔV являлся частью объема объекта локализованного асимметрично относительно идеального гиперкуба, локализованного вокруг центра координат. Последним, 4-м параметром оказался сам V – объем гиперкуба, куда вписывалась фазовая траектория аттрактора кардиоритма, изменявшийся в зависимости от степени ее уплотнения в заданной ограниченной области пространства. Все критерии были нормированы по аналогичным показателям характерным для контрольной группы. Значения параметров деформации в контрольной выборке и в основной группе представлены в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что, несмотря на адекватное анестезиологическое пособие, о чем свидетельствовали данные рутинного мониторинга активности, в частности сердечно-сосудистой системы у подавляющего числа больных, их интраоперационный гомеокинез претерпевал столь значительные скрытые изменения, что и в ряде случаев на фоне хирургического стресса вполне мог характеризоваться переходными процессами такой выраженности, что вызванная ими неустойчивость высоковероятно была способна спровоцировать развитие клинически явных ранних послеоперационных осложнений.

Для выявления среди оперированных лиц контингента с наиболее неадекватными реакциями системного регулирования были получены индивидуальные значения разниц (дельта) нормированных величин каждого из 4-х коэффициентов деформации аттрактора кардиоритма с их средними значениями, описывающими состояние гомеокинеза лиц контрольной группы.

Таблица 2

Средние значения параметров деформации модели аттрактора кардиоритма в контрольной и основной группе

Группы Параметры	$K_1=r/R$	$K_2=r/R$	$K_3=\Delta V/V$	V
Контроль $n=50$	$0,54\pm 0,13$	$0,53\pm 0,09$	$22,1\pm 9,7$	$241,3\pm 93,6$
Основная группа $n=129$	$0,32\pm 0,11$	$0,44\pm 0,16$	$27,3\pm 7,3$	$134,7\pm 51,2$
P	$<0,05$	$<0,05$	$>0,05$	$<0,05$

Таблица 3

Средние различий коэффициентов деформации аттрактора кардиоритма в подгруппах оперированных больных от их значений в контрольной группе

Подгруппы Показатели	$K1=r/R$	$K2=r/R$	$K3=\Delta V/V$	V
1-я подгруппа n=107	-32,6±14,2%	-26,7±16,5%	-11±7,8%	-53,9±20,6%
2-я подгруппа n=22	-21,8±12,4%	-18,6±11,7%	+35,3±23,6%	-48,6±24,7%
P	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05

Примечание: знаками + и – показаны направленность приростов показателей по сравнению с усредненными данными контрольной группы. Для определения достоверности различий между подгруппами величины параметров деформации аттракторов кардиоритма учитывали по модулю.

В табл. 3 представлены средние значения параметров деформации по подгруппам оперированных больных, вычисленные в процентах на основе выборок дельт между индивидуальными данными оперированных больных и средними, характеризующими контроль. Из нее следует, что практически во всех случаях имелись достоверные различия между подгруппами, включавшими лиц с послеоперационными осложнениями и без таковых. Это свидетельствовало о том, что в подгруппе с послеоперационными осложнениями представительство лиц с наиболее выраженными сдвигами топологии аттрактора кардиоритма было действительно наибольшим.

На следующем этапе исследования для каждого оперированного больного проанализировали количество параметров деформации, где имелись отличия от контрольной группы, превышавшие 20% уровень. Такой уровень изменений топологии аттрактора кардиоритма оценивался как значимый. Далее получили сумму всех четырех индивидуальных результатов сравнения величин коэффициентов деформации со средними величинами этих же параметров в контроле. В итоге состояние устойчивости гомеостатического регулирования на фоне хирургической агрессии было охарактеризовано двумя новыми параметрами – числом максимально выраженных эффектов деформации аттрактора (его модели), варьировавшим в индивидуальных случаях от 1 до 4-х, и собственно суммарной количественной интегральной характеристикой интенсивности феномена деформации в целом.

Всего, хотя бы один из феноменов значимой деформации аттрактора кардиоритма, наблюдался у 96 обследованных (87%), подвергавшихся хирургическому вмешательству, то есть гораздо чаще, чем гемодинамические корреляты неадекватности уровня интраоперационного стресса на фоне наркоза, которые, как указывалось выше, присутствовали только у 32 оперированных больных. Это свидетельствовало о более высокой чувствительности аттракторной модели системного гомеостатического регулирования к фактору хирургической агрессии дестабилизирующему организм (то есть к самому факту оперативного стресса). Однако сочетания различных эффектов изменения геометрии кубической модели (в частности, не менее 3-х) наблюдались гораздо реже – всего у 33 человек (25,6%), а все четыре феномена деформации значимого уровня определялись только в 16 случаях (12,9%). В общем, по всем оперированным больным средняя сумма дельт 4-х эффектов изменения топологии модели аттрактора равнялась $118,7 \pm 41,2$, тогда как у лиц с осложнениями хирургического вмешательства – $186 \pm 35,7$.

Учитывая индивидуальное разнообразие в количественном и качественном составе исследуемых параметров, характеризовавших сдвиги геометрических моделей аттрактора кардиоритма, и отсутствие прямого соответствия между количеством лиц с зарегистрированными послеоперационными осложнениями и количеством больных с максимально выраженным интегральным эффектом аттракторной деформации, несмотря на очевидную высокую чувствительность этого фе-

номена к наличию искомым переходных процессов, предположили, что вероятная взаимосвязь данных явлений является сложной, требующей многопараметрической оценки.

Анализ принадлежности конкретных пациентов к искомой подгруппе (с наличием осложнений) по данным интраоперационного мониторинга осуществлялся с помощью многопараметрического анализа в n -мерном векторном пространстве состояний системы. В качестве цифровых данных для него использовали 6 переменных, доказывающих наличие достоверных отличий в состоянии системного гомеостатического регулирования при сравнении данных 1-й и 2-й клинических подгрупп (с отсутствием или наличием осложнений в раннем периоде после хирургического вмешательства). Четыре параметра представляли собой количественные данные о состоянии гемодинамики за период хирургического вмешательства: средний уровень САД за операцию, дебютное значение САД, полученное путем усреднения показателя за первые 15 мин. мониторинга во многом связанное с эффективностью премедикации и введения в базовый наркоз, интеграл отклонений параметра от текущей средней, представляющей собой один из 3-х выявленных интраоперационных вариантов тренда индивидуальной динамики и величину периода одного из этих трендов, имевшихся в индивидуальных случаях, и, как правило, представлявших собой близкие к синусоидам и косинусоидам гармоник. Два оставшихся показателя, как уже отмечалось, представляли собой интегральные характеристики реакций геометрической проекционной модели аттрактора кардиоритма, полученные одновременно за тот же период времени. Числовые значения 6 показателей гомеокинеза для каждого из обследованных лиц брались как координаты в многомерном (т.е. в данном случае 6-мерном) векторном пространстве, где рассчитывалась их векторная сумма. В итоге получалась 1 результирующая точка, интегрально косвенно характеризующая особенности конфигурации интраоперационного гомеостатического регулирования исследуемого больного. При повторении этой процедуры для всех членов обеих исследуемых подгрупп получили множество таких инте-

гральных координат перемешанных на плоскости отображения. Затем поместили в центр системы векторов точку, принадлежащую одной из подгрупп, и относительно нее оценили разброс индивидуальных координат, характеризующих интраоперационное состояние больных. Результат представлен на рис. 4.

Очевидно, что в результате проведенных преобразований на плоскости отображения сформировалось 2 совершенно не пересекающихся подмножества точек – таксонов. Окружностью обозначена граница выявленных классов (она строилась путем выявления радиуса, являющегося расстоянием от точки находящейся в начале координат до наиболее удаленной от нее точки того же класса). Все координаты, принадлежащие к второму подмножеству, оказались вне окружности. Это означало, что и в исходном многомерном пространстве, несмотря на кажущийся эффект перемешивания координат, характеризующих обе подгруппы больных, действительно существуют 2 непересекающихся, то есть достоверно отличающихся класса. Им присуща достоверно различная степень деформации аттрактора кардиоритма и гемодинамических сдвигов, которая количественно отражает степень интраоперационных сдвигов гомеостатического регулирования в связи с разным уровнем стрессорного воздействия, наибольшего в случае развития послеоперационных осложнений. Для этих пациентов характерны, вызванные операционным стрессом наиболее длительные переходные процессы в организации интегрального гомеостаза, которые вызывают его неустойчивость, что с высокой вероятностью провоцирует отказы тех или иных органов и систем в ближайший после хирургического вмешательства период времени (1-7 дней). Качественный состав системных осложнений, по видимому, определяется особенностями преморбидного состояния пациентов.

Таким образом, исследование вариабельности кардиоритма больных во время оперативных вмешательств с применением новых технологий, учитывающих наличие феномена детерминированного хаоса в динамике этого важнейшего биологического параметра, позволяет объективно количественно оценить

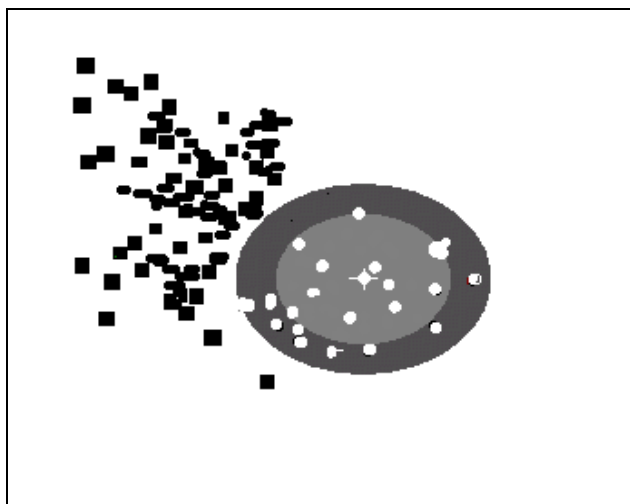


Рис. 4. Разделение 2-х таксонов, интегрально характеризующих особенности индивидуального состояния интраоперационного гомеостатического состояния у больных с наличием и отсутствием послеоперационных осложнений.

Примечание: белыми точками обозначены интегральные векторные координаты больных с наличием осложнений, черными точками – тот же параметр, характеризующий лиц с неосложненным послеоперационным периодом.

скрытые сдвиги системного гомеостатического регулирования, происходящие, в ряде случаев, несмотря на, казалось бы, адекватную анестезиологическую защиту пациентов. При наличии наиболее выраженных изменений геометрических характеристик аттрактора кардиоритма степень интраоперационного стресса такова, что вызванная им неустойчивость гомеостатического регулирования пролонгирует на ближайший послеоперационный период.

В этой связи практическое применение процедуры прогнозирования ранних системных осложнений послеоперационного периода, требующих активной медикаментозной коррекции, возможно на основании использования компьютерной программы многопараметрического анализа показателей деформации аттрактора кардиоритма и гемодинамических интраоперационных сдвигов в мерном векторном пространстве. Попадание вновь рассчитанной координаты интересующего больного в строго очерченную зону таксона (который в данном случае играет роль обучающей выборки), характеризующего сдвиги гомеостаза больных с наличием послеоперационных осложнений, означает, что с вероятностью близкой к 1 такие же расстройства разовьются в данном конкретном случае в ближайшие 1-7 дней от момента окончания оперативного вмешательства.

Вместе с тем указанная технология предполагает создание эффективной валидной обучающей выборки, поэтому требуются дальнейшие исследования для накопления реального клинического материала, позволяющие перевести решение поставленной задачи из принципиально-теоретической в практическую плоскость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов М.М., Анрияшкин В.В., Бреусенко В.Г. и др. Руководство по неотложной хирургии брюшной полости. – М.: Триада-Х, 2004. – 358 с.
2. Анищенко В.С. Динамические системы // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 11. – С. 77–84.
3. Вильямс Р.Ф. Странные аттракторы. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
4. Габа Д.М., Фиш К.Дж., Хуард С.К. Критические ситуации в анестезиологии: Пер. с англ. – М.: Медицина, 2000. – 440 с.
5. Завьялов А.В. Соотношение функций организма (экспериментальные и клинико-физиологические аспекты). – М.: Медицина. – 1990. – 160 с.
6. Паркер Т.С., Чжуа Л.О. Введение в теорию хаотических систем для инженеров // ТИИЭР. – 1987. – Т. 75, № 8. – С. 6–40.
7. Braun C. Demonstration of nonlinear components in heart rate variability of healthy persons //