

УДК 616.1/.2-036.882-08-037

ВОПРОСЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ РЕАНИМАЦИОННЫХ БОЛЬНЫХ

Кирко Г.Е., Каржавина Л.И., Кустова Я.Р., Кулижников Г.В.

ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия имени Е.А. Вагнера» Минздрава России, Пермь, e-mail: rector@psma.ru

Исследуются фундаментальные закономерности при наблюдении объектов в экстремальном состоянии с использованием теории размерности. Проведен анализ состояния взрослых больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и детей раннего возраста с тяжелой инфекционной патологией, находящихся в критическом состоянии, в реанимации. Исследования проводились в архиве «Института сердца» (г. Пермь) и в отделении анестезиологии и реанимации Пермской краевой детской клинической больницы. Анализируются ежедневно измеряемые показатели АД в последние сутки жизни. В последние сутки жизни больные получали терапию, направленную на поддержание жизненно важных систем организма, независимо от этиологии заболевания. Терапия у этих больных схожая. Рассчитано среднее относительное давление, погрешность полученных результатов и построен график изменения относительного давления $P_{om} = \frac{P_{sis} - P_{diast}}{P_{diast}}$ для умерших больных. Получен практически один и тот же закон изменения функции P_{om} от времени для взрослых и детей, которому можно найти аналог, например, в гидродинамике: зависимость коэффициента сопротивления λ от числа Рейнольдса Re (безразмерного критерия). Общей характерной особенностью графиков является наличие области неустойчивости, области перехода от одного состояния к другому. Частоты, полученные при разложении в ряд Фурье величины относительного давления P_{om} , попадают в интервал от 0 до 0,6 Гц, что совпадает с диапазоном частот дельта-волн мозга, а также с частотами спектра колебаний R-R интервалов в кардиосигнале или пульсовой волны. Характеристики этих процессов очень чувствительны к изменению всей биологической системы в целом. Полученные результаты определяют возможность раннего прогноза состояния больного по поведению относительного давления.

Ключевые слова: теория размерности, фундаментальные закономерности, реанимация, процесс умирания

BASIC PATTERNS, CRUCIAL FOR THE ASSESSMENT OF HUMAN ORGANISM CONDITION WHEN CHANGING TO THE CRITICAL ONE

Kirko G.E., Karzhavina L.I., Kustova Y.R., Kulizhnikov G.V.

GBOU VPO «Perm State Medical Academy named E.A. Vagnera Health Ministry of Russia», Perm, e-mail: rector@psma.ru

Basic patterns are explored by observation of objects in extreme conditions with the help of the dimension theory. The analysis of adult patients with cardiovascular condition and younger children with serious infectious pathology, who are found in critical condition, has been conducted. The research has been held in the Perm Cardio Institute and in the department of Perm Children's Hospital. The arterial pressure was analyzed every hour during the last twenty-four hours of patients' life. During this period of time the patients received treatment to support essential organs, despite the disease aetiology. The average pressure and the graph of relative pressure change have been calculated with the help of the formula: $P_{om} = \frac{P_{sis} - P_{diast}}{P_{diast}}$ for dying patients. The similar law of changing P_{om} on the time for adults and children has been revealed and its equivalent can be found in hydrodynamics: relation of resistance λ on Reynold's number Re (non-dimensional criterion). The concurrent segment represents the area of instability, the area of transition from one condition to the other. Frequencies, which have been found by putting average numbers of pressure P_{om} into the Fourier series, lie in the interval from 0 to 0,6 Hz. It is similar to the brain delta-wave diapason and to the frequencies of oscillation spectrum R-R intervals in cardio signal or pulse wave. Characteristics of these processes are very sensible to changes of the condition of the whole biological system. The findings define an opportunity of early prediction of patient's condition with the help of fluctuation of average blood pressure.

Keyconcepts: dimension theory, basic patterns, resuscitation, dying process

Математические методы в медицине – совокупность приемов формализованного изучения процессов, происходящих в живых организмах, их популяциях, в сфере охраны здоровья, с использованием количественных способов описания явлений и объектов биомедицинской природы, а также связей между ними.

Применение математических методов при обработке медико-биологической информации ориентировано на решение кон-

кретных задач – выявление факторов риска, диагностика, выбор оптимальной лекарственной терапии и т.п. [4].

Интерес к применению математических методов в медицине в последнее время резко возрос. Об этом говорят и прошедшая 29 марта 2011 года научно-практическая конференция Федерального центра сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова [5] «Применение методологии математического моделирования и вычислительного

эксперимента в медицине», и многочисленные публикации, из которых упомянем одну [2], авторы которой описывают использование математических методов для диагностики различных типов желтухи. Последняя ссылка имеет большую библиографию по интересующим нас проблемам.

Если в природе есть фундаментальные закономерности, то они обязательно должны проявляться. Наша задача – искать эти закономерности. Естественно предположить, что они должны проявляться непосредственно при исследовании того или иного явления, причем доверие к выявленным закономерностям будет тем больше, чем меньшей математической обработке подвергаются результаты наблюдений. Любой исследователь должен помнить, что при обработке результатов эксперимента «арифметика» точности не прибавляет, а наоборот, увеличивает погрешность.

Легче всего увидеть фундаментальные закономерности при наблюдении объекта в экстремальном состоянии. Нами проведен анализ состояния взрослых больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и детей раннего возраста с тяжелой инфекционной патологией, находящихся в критическом состоянии, в реанимации.

В настоящей работе использован анализ размерностей. Для его реализации необходимо выбирать некоторую совокупность значений задаваемых физических величин и считать их характеристическими числами, определяющими масштаб явления. Все остальные значения величин рассматриваются как отнесенные к характеристическим [3].

Для анализа использована безразмерная величина относительного давления (относительное давление = $(СД - ДД)/ДД$). В качестве характеристической величины принято значение диастолического давления (ДД), которое более стабильное в рассматриваемой ситуации, чем систолическое давление (СД).

На основе графиков артериального давления исследовался процесс нахождения больного в реанимационном отделении с целью выяснения существования закономерной связи относительного давления с дальнейшим исходом: переводом в профильное отделение для долечивания или смертью.

Та часть исследования, которая затрагивала судьбу взрослых больных, проводилась в архиве «Института сердца» (г. Пермь). В ходе работы было просмотрено 47 историй болезни больных, из них 24 человека были переведены в профильные отделения, 23 – умерли в реанимационном отделении.

Из историй болезни для анализа использовались следующие данные: паспортные данные, диагноз, основные проводимые

манипуляции, почасовые показатели АД. Диапазон возрастов у выживших – от 38 до 71 года, у умерших – от 27 до 88 лет. Наиболее часто встречаемые диагнозы в обеих группах больных – это ИБС, ревматизм.

Истории болезней умерших детей, имевших тяжелую инфекционную патологию (пневмония, ОРВИ, менингоэнцефалит, сепсис), брались в отделении анестезиологии и реанимации Пермской краевой детской клинической больницы. Из всего объема были отобраны 29 историй болезней. Диапазон возрастов умерших детей – от 1 месяца до 3 лет.

Анализировались ежечасно измеряемые показатели АД в последние сутки пребывания в стационаре. В последние сутки жизни больные получали терапию, направленную на поддержание жизненно важных систем организма, независимо от этиологии заболевания. Терапия у этих больных схожая.

Данные обстоятельства позволили нам рассчитать среднее относительное давление, высчитать погрешность полученных результатов и построить график изменения относительного давления для умерших больных (рис. 1). Брались последние сутки перед поворотным событием.

Обращает на себя внимание практически один и тот же закон изменения функции $P_{\text{отн}}$ от времени для взрослых и детей, которому можно найти аналог, например, в гидродинамике: зависимость коэффициента сопротивления λ от числа Рейнольдса Re (безразмерного критерия) для течения в гладких трубах, в шероховатых трубах, для течения в магнитном поле (рис. 2) [4].

Общей характерной особенностью графиков, приведенных на рис. 1 и 2, является наличие области неустойчивости, области перехода от одного состояния к другому. На рис. 1 она попадает в диапазон от 13 до 20 часов. После ее преодоления возврат к первоначальному состоянию человека практически невозможен.

Интересную информацию (рис. 3) можно получить, разложив в ряд Фурье кривые, приведенные на рис. 1.

Частоты от 0 до 0,6 Гц попадают в диапазон частот дельта-волн мозга, а также совпадают с частотами спектра колебаний $R-R$ интервалов в кардиосигнале или пульсовой волны. Наблюдение и анализ последних в настоящее время широко используются в ряде медицинских исследований. Как показывают результаты анализа процессов, модулирующих электрокардиосигналы или пульсовую волну человека, находящегося в различных физиологическом и эмоциональном состояниях, характеристики этих процессов очень чувствительны к изменению всей биологической системы в целом [1].

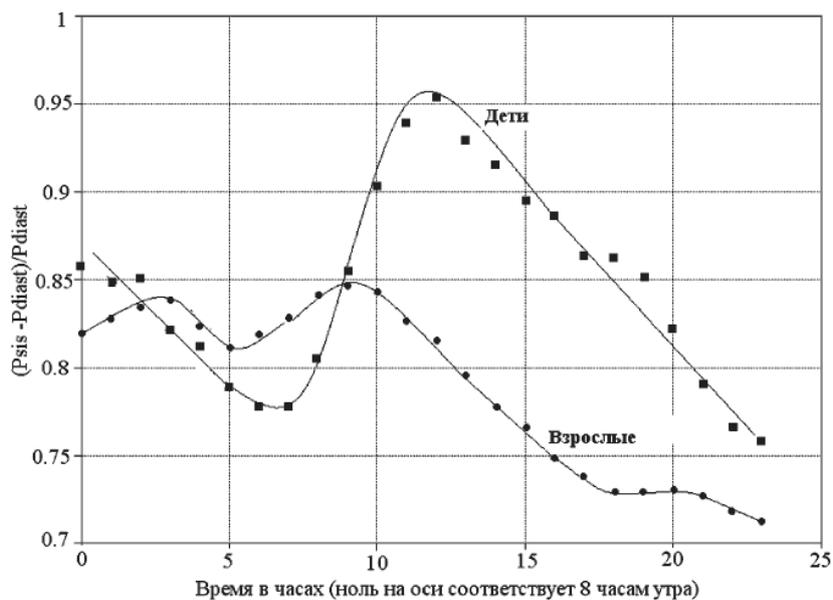


Рис. 1. Графики изменения относительного давления умерших людей за последние сутки перед летальным исходом

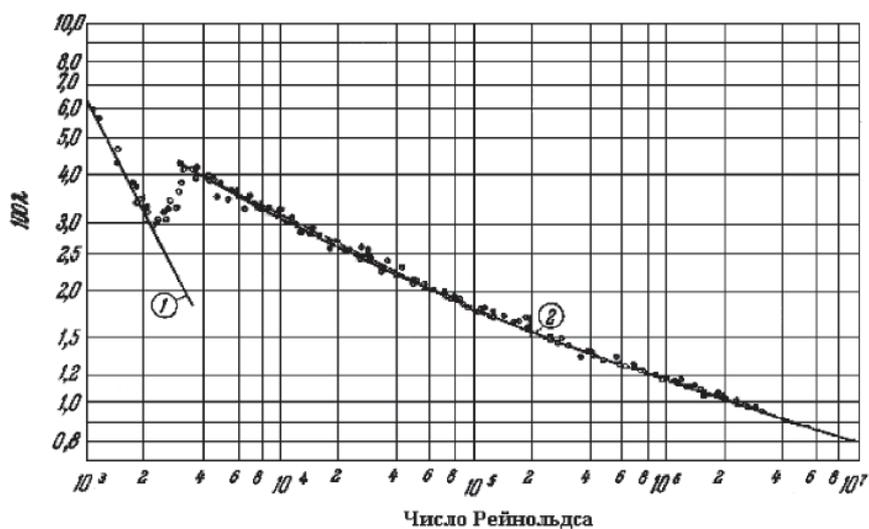


Рис. 2. График зависимости коэффициента сопротивления от числа Рейнольдса, иллюстрирующий переход от ламинарного течения (1) к турбулентному (2)

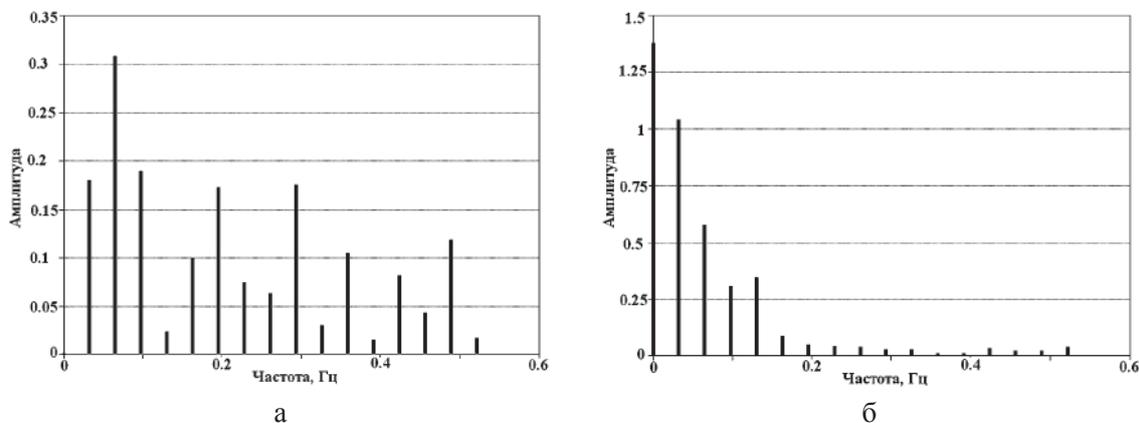


Рис. 3. Разложение в ряд Фурье величины относительного давления $P_{отн} = (P_{sis} - P_{diast}) / P_{diast}$ за последние сутки перед летальным исходом для взрослых больных (а) и детей (б)

Полученные результаты открывают перспективу детального изучения процесса умирания, определяют возможность раннего прогноза состояния больного по поведению относительного давления. Дальнейшее исследование спектров колебаний относительного давления и пульсовой волны позволят определить возможность раннего прогноза состояния больного по данным, расположенным в пределах нормы.

Список литературы

1. Барков А.В., Дерпгольц С.В. О возможности использования современных методов технической диагностики в медицине. – <http://vibrotek.germes.ru/p11/t1/index.html> (дата обращения 08.01.2012).
2. Диагностика заболеваний методами теории вероятностей / М.Л. Жмудяк, А.Н. Повалихин, А.В. Стребуков, А.В. Гайнер, А.Л. Жмудяк, Г.Г. Устинов. Алт. гос. тех. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. – 168 с.
3. Кирко И.М., Кирко Г.Е. Магнитная гидродинамика. Современное видение проблем. – М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ижевский институт компьютерных исследований, 2009. – 632 с.
4. Краткая медицинская энциклопедия / гл. редактор: академик Б.В. Петровский. – 2-е изд. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1989.
5. Применение методологии математического моделирования и вычислительного эксперимента в медицине: научно-практическая конференция. – <http://www.almazovcentre.ru/node/1277> (дата обращения 08.01.2012).

References

1. Barkov A.V., Derpgojc S.V. O vozmozhnosti ispolzovanija sovremennyh metodov tehnicheckoj diagnostiki v med-

icine. Available at: <http://vibrotek.germes.ru/p11/t1/index.html> (accessed 08.01.2012).

2. Zhmudjak M.L., Povalihin A.N., Strebukov A.V., Gajner A.V., Zhmudjak A.L., Ustinov G.G. Diagnostika zabolevanij metodami teorii verojatnostej. Barnaul.
3. Kirko I.M., Kirko G.E. Magnitnaja gidrodinamika. Sovremennoevidenie problem. Moscow, Izhevsk: NIC «Reguljarnaja i haoticheskaja dinamika», R&C Dynamics, 2009, pp. 632.
4. Kratkaja medicinskaja jenciklopedija. Gl. redaktor: akademik B.V. Petrovskij. Moscow, Sovetskaja enciklopedija, izdanievtoroe, 1989.
5. Nauchno-prakticheskaja konferencija «Primenenie metodologii matematicheskogo modelirovanija i vychislitel'nogo ehksperimenta v medicine» Available at: <http://www.almazovcentre.ru/node/1277> (accessed 08.01.2012).

Рецензенты:

Заривчацкий М.Ф., д.м.н., профессор, зав. кафедрой хирургических болезней медико-профилактического факультета, начальник учебно-методического управления ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия имени Е.А. Вагнера» Минздравсоцразвития, г. Пермь;

Путин Г.Ф., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой общей физики ФГБОУ ВПО «Пермский государственный исследовательский университет», г. Пермь;

Щуковский В.В., д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отдела инновационных проектов и нейрохирургии и вертебрологии ФГБУ «СарНИИТО», г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 03.04.2012.