

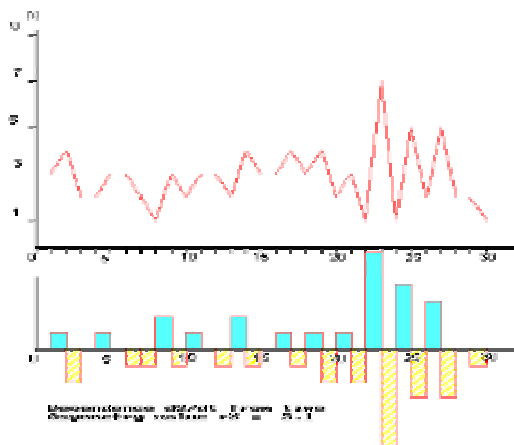


Рис.5. Иллюстрация перепадов обращаемости жителей по поводу артериальной гипертензии по выборке месячной усредненной регистрации за январь 2004 г.

В табл. 3, 4 приведены результаты количественной обработки параметров аттракторов состояния системы и ряд значений, характеризующих хаотическую динамику поведения каждого из этих параметров для 2004 и 2005 гг.

Таблица 3

Параметры хаотических аттракторов и сравнение стохастических и хаотических распределений динамики метеопараметров и частоты обращаемости населения для разных месяцев 2004 г. в трехмерном фазовом пространстве ($m = 3$).

Январь 2004	Март 2004	Июль 2004	Октябрь 2004
K	31	K	31
X1	29	X1	39
X2	25	X2	33
X3	6	X3	7
rX	3.12	rX	6.96
rX1	0.0701	rX1	0.1752
rX2	0.0507	rX2	0.0242
rX3	0.1944	rX3	0.1476
V	4350	V	9090
θ	0.0109	θ	0.0119
Z	0.077	Z	0.237

Таблица 4

Параметры хаотических аттракторов и сравнение стохастических и хаотических распределений динамики метеопараметров и частоты обращаемости населения для разных месяцев 2005 г. в трехмерном фазовом пространстве ($m = 3$).

Январь 2005	Март 2005	Июль 2005	Октябрь 2005
K	31	K	31
X1	26	X1	17
X2	44	X2	27
X3	6	X3	5
rX	3.63	rX	3.56
rX1	0.0509	rX1	0.0313
rX2	0.0762	rX2	0.0544
rX3	0.0699	rX3	0.0097
V	6864	V	4295
θ	0.0112	θ	0.0133
Z	0.165	Z	0.239

В табл. 3 представлены следующие переменные и параметры аттрактора вектора состояний: K – число выполненных измерений; rX – показатель асимметрии, т.е. расстояние между точкой стохастического и хаотического центра по каждой грани трехмерного параллелепипеда; V – объем фазового пространства (параллелепипеда); X1, X2, X3 – число интервалов разбиения для X1, X2, X3; X1 – температура (T, K°); X2 – атмосферное давление (P мм рт ст); X3 – частота обращаемости населения по поводу артериальной гипертензии (Na.r.); Zs – общая погрешность; θ – абсолютная характеристика отличий фактического распределения от гипотетического. Объемы фазового 3-мерного пространства для данной системы имеют достаточно высокие значения для месяцев с наибольшей обращаемостью населения по поводу артериальной гипертензии в течение 2004-2005гг для января (General value) V=4350÷6864 и марта (General value) V=4295÷9090, эти же показатели объемов параллелепипедов для осенне-летнего сезонов имеют более низкие значения - для июля (General value) V=672÷1105 и октября (General value) V=1650÷3432, что согласуется с более низкими показателями обращаемости населения в данное время года. Общий показатель

асимметричности (rX), характеризующий меру разброса значений распределения рассматриваемых величин от статистических имеет различия в зимне-весенние и осенне-летние месяцы. В январе данный показатель колеблется в пределах: $rX=3,12\pm 3,63$; в марте $rX=3,56\pm 6,96$; в октябре $rX=1,63\pm 3,78$; а в июле этот показатель имеет диапазон значений $rX=1,92\pm 2,18$, что также согласуется с высокой частотой обращения населения по поводу артериальной гипертензии в зимне-весенние месяцы и сравнительно низкой частотой обращения в осенне-летние периоды года.

Выводы. Данный подход в оценке метеореакций человека путем измерения фазового пространства и его параметров дает средство для изучения поведения и режима хаотических систем, т.к. он позволяет представить их поведение в геометрической форме, а динамика экофакторов урбанизированных экосистем Севера (P, T) относится к хаотической зависимости.

Литература

1. Авцын А.П. и др. Патология человека на Севере. – М.: Медицина, 1985.
2. Агаджанян Н.А., Ермакова Н.В. Экологический портрет человека на Севере. – М.: КРУК, 1997. – 208с.
3. В.И. Адаikin и др. // ВНМТ. – Тула: ТулГУ. – 2006. – Т. XIII, №2. – С.39–41.
4. Еськов В.М. и др. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. / Ч. II. – Самара: Офорт, 2004. (гриф РАН). – 172 с.
5. Еськов В.М. Компартментно-кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС). Монография. – Ч. I. – Самара: НТЦ, 2003. – 198с.
6. Экологические проблемы и здоровье населения города Сургута: Мат-лы науч. конф. «Медико-биологические проблемы здоровья человека на Севере». – Сургут: Дефис, 2002. – 141 с.
7. Зуевский В.П. и др. Окружающая среда и здоровье населения ХМАО. – Сургут.: СурГУ, 2001. – 70с.
8. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. – Ч. VI. / Под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова. – Самара: Офорт (гриф РАН), 2005. 196 с.
9. Хаснулин В.И. и др. // Бюллетень СО РАМН. – 2005. – №3 (117). – Новосибирск.

THE STOCHASTIC AND CHAOTIC APPROACHES TO ESTIMATION OF INFLUENCE METEOROLOGICAL FACTORS ON DISEASES OF THE POPULATION (ON AN EXAMPLE UGRA)

V.I. ADAIKIN, K.N. BERESTIN, A.A. GLUSHUK, V.V. LAZAREV, V.V. POLUCHIN, S.N. RUSAK, O.E. FILATOVA

Summary

In the present work the questions of meteorodependence of the population on an example c.s. Fedorovski on a background of weather conditions external environments was presented. The theory of chaos and stochastic laws with the use of the author's programs was usefulness according to some medical examples.

Key words: meteorotropic reactions, biological systems

УДК 616. 12-073.97

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОЦИЦЕПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ МЕТОДОМ СИМВОЛЬНОЙ ДИНАМИКИ У КРЫС ПРИ ЛОКАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ПОЯСНОГО ПУЧКА

Ю.Б. АБРАМОВ*, А.Ю. КОЗЛОВ*, О.Н. КОНОВЛОВ*, Л.В. МЕЗЕНЦЕВА*, Е.В. НИКИНИНА*

В наших предыдущих исследованиях было показано, что специфической особенностью вегетативной составляющей болевой реакции является ее нестационарность, связанная с быстрой протекания перестроенных процессов регуляции сердечного ритма [1,3]. Для анализа таких процессов необходимо использовать адекватные математические методы. Ранее нами были проведены сравнительные оценки степени адекватности разных методов математического анализа ЭК-сигнала при болевой реакции, и установлена эффективность методов символической динамики (СД), являющихся дальнейшим развитием теории хаоса [1,3].

* 125009, Москва, Моховая 11, кор.4, НИИ нормальной физиологии им.П.К.Анохина РАМН, лаборатория системных механизмов боли

Цель – применение СД-методов для анализа особенностей кардиодинамики при болевой реакции у крыс в условиях нейрохирургических повреждений поясного пучка головного мозга.

Методика. Опыты проводили на крысах-самцах линии Вистар массой 200-250 г. Ноцицептивное термальное раздражение вели по методу «tail flick» на приборе модели DS20 фирмы «Ugo Basile» (Италия) [5]. Нейрохирургические повреждения поясного пучка – методом коагуляции [3]. У крыс через 20-25 мин. после в/м введения кетамина (10 мг/кг) делали скальпирование; высверливали отверстие по координатам атласа Paxinos G., Watson C [7] в каудально-медиальной части (каудально от брегмы – 4,3 мм, латерально от срединного шва – 1 мм) с помощью стереотаксической установки TSE systems (Германия). Коагулирующий биполярный электрод опускали на 2 мм. Параметры электрокоагуляции: сила постоянного тока – 0,5 мА, время – 20-25 с. Гистологический контроль зоны повреждения вели методом окрашивания по Нислю и по Международным Соглашениям о гуманном обращении с животными [9] и под контролем комиссии по этике НИИ нормальной физиологии им. П.К.Анохина РАМН.

Математический анализ данных. Для оценки вегетативного компонента ноцицептивной реакции на четвертые сутки после операции (с учетом восстановительного периода) регистрировали ЭКГ во II стандартном отведении и проводили дальнейший компьютерный анализ ЭК-сигнала. Показатели кардиодинамики измерялись после помещения в боксы через 30 мин. после адаптации (фон), во время ноцицептивных воздействий и сразу после (последствие). Длительность анализируемых фрагментов ЭК-сигнала – 20-50 кардиоциклов.

Математический анализ осуществляли с применением методов символьной динамики [6,7,10]. Суть метода заключается в кодировке реальных данных определенным набором символов. Анализируемые временные ряды кодируются, например, следующим образом: реальное значение каждого элемента ряда сравнивается с его средним значением за последние N импульсов. Если интервал превышает $x + \delta$, то он кодируется как «2», если он меньше, чем $x - \delta$, ему присваивается код «0»; если он больше, чем $x - \delta$ и меньше, чем $x + \delta$, то ему присваивается код «1». Здесь δ – параметр толерантности. Получаются символьные слова, заменяющих реальные значения анализируемых временных рядов. Если анализируется одновременно «m» временных процессов, то в результате анализа получаются символьные слова длиной «m». Параметр толерантности δ и объем выборки N выбираются исходя из специфики исследуемых процессов. В настоящей работе мы положили $m=2$, а значение параметра толерантности – 8 мсек. В результате такой кодировки исходная последовательность RR интервалов преобразовывалась в последовательность символьных слов 00, 01, 02, 10, 11, 12, 20, 21, 22, отражающих коды величин $\{RR[i], RR[i+1]\}$. Каждый символ характеризовался своим значением вероятности появления. Результаты представляли в форме функций плотности вероятности значений символьных слов и графически – путем анализа временного ряда последовательных значений символьных кодов. Анализ экспериментальных данных проводили с применением пакета прикладных программ ECGDIG Medical software, а также стандартных статистических методов, входящих в пакеты прикладных программ Excel и Statistics for Windows, v. 6.0. Достоверность различия показателей оценивали по критерию Стьюдента. Для проверки статистических гипотез использовали непараметрический Z-критерий знаков. Всего проанализировано 23 опыта, из них: 12 контрольных и 11 при разрушении каудального отдела поясного пучка.

Результаты. На рис.1 представлен пример типичной записи кардиодинамики при термальной ноцицептивной стимуляции (рис.1А) и результат ее преобразования в символьные коды (рис.1 Б и В). Начало записи на рис.1А соответствует моменту включения термального лучевого воздействия, а стрелочкой отмечен момент отдергивания хвоста при достижении ноцицептивного порога и прекращения стимуляции. На рис.1Б показана соответствующая символьная гистограмма представляющая вероятности появления значений символьных слов 00, 01, 02, 10, 11, 12, 20, 21, 22. Можно видеть, что в условиях ноцицептивной стимуляции наибольшая вероятность отмечается для символа «11». Не нулевыми являются также вероятности появления символов со значениями «10», «12», «21» и «22». Вероятности появления остальных символов равны нулю.

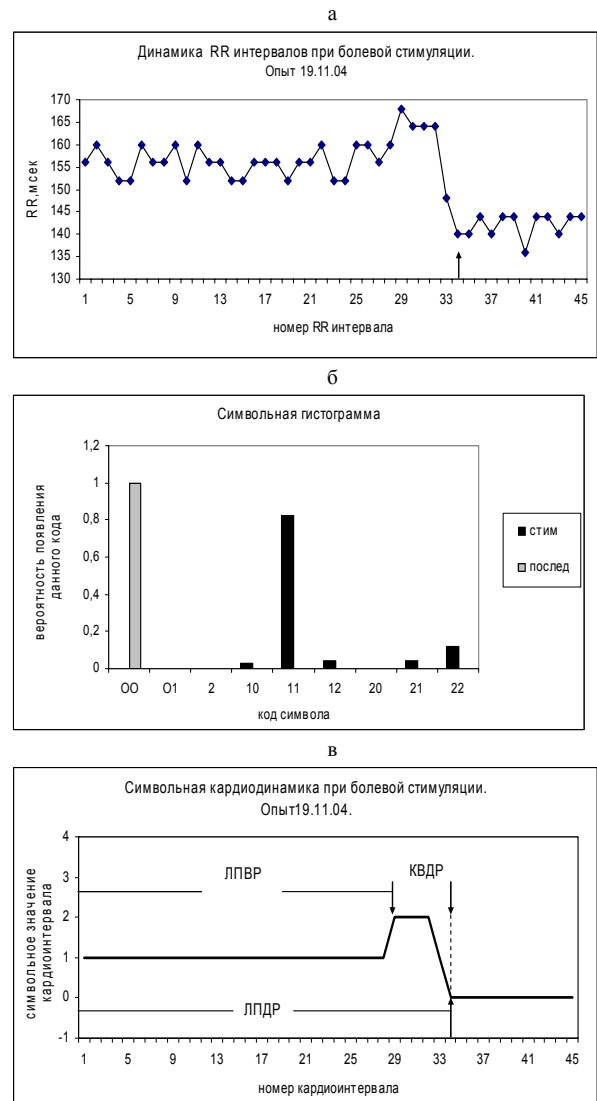


Рис. 1. Влияние ноцицептивной стимуляции на символьную динамику кардиоритма. а) Динамика RR интервалов при ноцицептивной стимуляции. Начало записи соответствует началу нанесения термального болевого стимула. Стрелочкой показан момент прекращения болевой стимуляции, совпадающий с реакцией отдергивания хвоста. Ось абсцисс – номер кардиоинтервала. Ось ординат – величина RR интервала в миллисекундах. б) Влияние ноцицептивной стимуляции на символьную гистограмму кардиоритма. Ось абсцисс – кодовые значения символьных слов, ось ординат – вероятности данных значений символов. в) Влияние ноцицептивной стимуляции на символьную динамику кардиоритма. Ось абсцисс – номер RR интервала, ось ординат – код RR интервала. Начало записи соответствует началу нанесения термального болевого стимула. ЛПВР совпадает с временным интервалом от начала записи до начала вегетативной реакции (первое появление символа «2»). ЛПДР совпадает с временным интервалом от начала записи до момента двигательной реакции, совпадающей с прекращением ноцицептивной стимуляции. КВДР равен разности между ЛПДР и ЛПВР

Для последствия картина иная: наиболее вероятным становится символ «00», вероятности появления символов со всеми другими значениями становятся нулевыми. На рис.1В показана символьная динамика кодированных значений кардиоинтервалов. В условиях ноцицептивной стимуляции вначале отмечается стабильный характер кардиодинамики с постоянным символьным значением RR интервалов, равным «1», т.е. отсутствие вегетативной реакции. Через определенное число кардиоциклов (в примере на рис.1 – через 29 циклов) наблюдается резкий скачок – появление символа «2». Это соответствует появлению символов «12» и «22» на символьной гистограмме (рис.1Б). Момент появления символа «2» указывает на включение перестроочных механизмов регуляции сердечной деятельности, т.е. начало вегетативной реакции. Эта реакция длится в течение 5 кардиоциклов, причем символьные коды первых 3 кардиоциклов равны «22» и соответ-

ствуют пику вегетативной реакции, выражающейся в виде брадикардии. Затем следуют циклы «21» и «10», отмечающие переходный процесс кардиодинамики из брадикардии в тахикардию после окончания двигательной реакции (отведение хвоста).

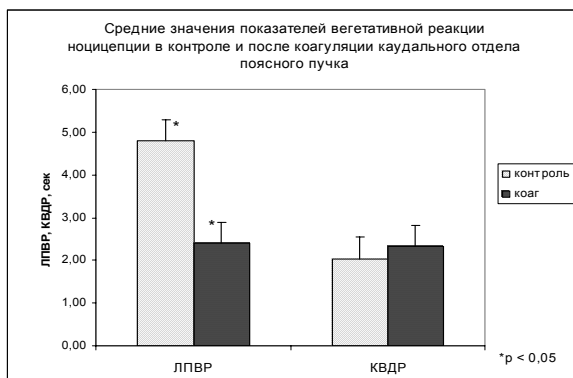


Рис. 2. Диаграммы распределения средних значений величин ЛПВР и КВДР до и после коагуляции каудального отдела поясного пучка. Ось абсцисс – ЛПВР, КВДР. Ось ординат – значения величин ЛПВР и КВДР в с. Различия ЛПВР – критерий Стьюдента, $p < 0,05$

Для последствия наиболее вероятным становится символ «0», причем момент отдергивания хвоста совпадает с появлением символа «10», и окончанием ноцицептивной стимуляции. СД-анализ показал, что вегетативный компонент ноцицептивной реакции имеет двухфазный характер. Первая фаза – первичный вегетативный ответ, характеризующийся появлением символов «12» и «22» на символической гистограмме (рис. 1Б), т.е. быстрая вегетативная реакция, проявляющаяся кратковременным замедлением сердечного ритма. Вторая фаза вегетативного компонента ноцицептивной реакции – вегетативное последствие, которое характеризуется появлением крайнего левого столбца символов «00» на символической гистограмме. Появление этого столбца означает учащение сердечного ритма, характерное для последствия, наступающего после окончания двигательной реакции (отдергивание хвоста) и первой фазы вегетативной реакции. Анализ с применением непараметрического Z-критерия знаков показал наличие двух фаз вегетативного компонента ноцицептивной реакции ($p < 0,05$). Это позволило ввести в анализ другие физиологические показатели: латентный период вегетативной реакции (ЛПВР) и коэффициент вегетативно-двигательной реакции (КВДР). Рис. 1В иллюстрирует определение этих показателей: ЛПВР – длительность временного интервала от момента нанесения термального стимула до момента появления символа «2» (момент вегетативной реакции); КВДР – интервала от момента вегетативной реакции до момента отдергивания хвоста (двигательная реакция) и окончания ноцицептивной стимуляции.

$$\text{КВДР} = \text{ЛПДР} - \text{ЛПВР} \quad (1)$$

где ЛПДР – латентный период двигательной реакции, т.е. длительность временного интервала от начала до окончания ноцицептивной стимуляции. Нами были выполнены оценки показателей ЛПВР и КВДР для контрольной группы животных и группы оперированных животных с электрокоагуляцией каудального участка поясного пучка. Результаты анализа представлены на рис. 2. Из этого рисунка можно видеть, что электрокоагуляция каудального участка поясного пучка приводит к достоверному ($p < 0,05$) снижению величины латентного периода вегетативной реакции по сравнению с контрольным значением. Из этого же рисунка можно также видеть, что электрокоагуляция каудального участка поясного пучка достоверно не влияет на величину коэффициента вегетативно-двигательной реакции. Болевому ощущению предшествует или сопровождает его замедление кардиоритма [2]. Вероятно, этот эффект соответствует эмоциональному вегетативному сопровождению боли. Ранее нами было показано, что электрокоагуляция заднего поясного пучка приводит к снижению эмоциональной реакции ноцицепции, причем обнаружен эффект усиления вегетативного ответа ноцицептивной реакции в условиях подавления эмоционального ответа [4]. Эта работа с помощью методов СД динамики позволила нам исследовать этот эффект количественно. Количественный анализ латентных периодов вегетативной реакции показал, что у оперированных животных помимо усиления вегетативного ответа, выражающе-

гося в замедлении кардиоритма, наблюдается ускорение самого вегетативного ответа. Настоящее исследование также показало, что вегетативная реакция ноцицепции имеет двухфазный характер. Первая фаза – первичный вегетативный ответ – быстрая вегетативная реакция, проявляющаяся кратковременным замедлением сердечного ритма. Вторая фаза – длительное вегетативное последствие. Величина ЛПДР определяет момент начала фазы вегетативного последствия. Указанное последствие связано с восприятием боли и служит необходимым вегетативным обеспечением для реализации активной поведенческой реакции избавления от болевого воздействия.

Используемый нами СД-метод позволил выявить и проанализировать количественные характеристики общей вегетативной реакции ноцицепции: латентный период первичного вегетативного ответа и характеристики последующего вегетативного последствия. Результаты работы свидетельствуют об эффективности и адекватности СД-метода применительно к анализу быстрых перестроочных процессов, примером которых является регуляция сердечного ритма при ноцицептивных стрессорных нагрузках.

Литература

1. Абрамов Ю.Б. и др. // ВНМТ. – 2005. – Т. XII, №3-4. – С. 55.
2. Вальдман А.В., Игнатов Ю.Д. Центральные механизмы боли. – Л.: Наука, 1976.
3. Мезенцева Л.В. и др. // Анн. аритмологии. – 2005. – С. 27.
4. Никенина Е.В. и др. // Боль. – 2006. – №4. – С. 7–10
5. Abramov Y. B. et al. // Nerosci. Behav. Physiol. – 2003. – Vol. 33 (8). – P. 821–826.
6. Bai-Lin Hao, Wei-Mou Zheng. Applied Symbolic Dynamic and Chaos. World Scientific, Singapore. – 1997.
7. Baranovsky R., Zebrowsky J. // J. of Electrocardiology. – 2002. – Vol. 35(2). – P. 95–103.
8. Paxinos G, Watson C. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates. Sydney. – Academic Press. – 1998.
9. The European Communities Council Directives of 24 November. – 1986. – (806/609/EEC).
10. Zebrowsky J.J. et al. // Chaos, Solutions and Fractals. – 2000. – Vol. 11. – P. 1061–1072.

УДК 661.12

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ГЛАЗНЫХ КАПЕЛЬ «ЦИТАРИН» И ГЛАЗНЫХ КАПЕЛЬ «ТАУФОН» ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЕЛЕНИТОВОЙ КАТАРАКТЫ У КРЫС

Е.Б. АРТЮШКОВА*, М.П. ГЛАДЧЕНКО*, Е.Т. ЖИЛЯКОВА**, В.И. КОЧКАРОВ**, О.О. НОВИКОВ*, М.Ю. НОВИКОВА**, Т.Г. ПОКРОВСКАЯ*, М.В. ПОКРОВСКИЙ*

Помутнение хрусталика – одна из наиболее частых патологий в офтальмологии. В мире насчитывается >20 млн людей, страдающих от слепоты, у 1/2 из них – катаракта. Слепых вследствие катаракты, по данным разных авторов, насчитывается до 17 млн. и число их ежегодно увеличивается на 2 млн. [4]. Наиболее распространенная возрастная катаракта является не просто обычным проявлением старения организма, а развивается вследствие сочетанного повреждающего воздействия множества факторов риска эндогенной и экзогенной природы. Изучение катарактогенеза важно для разработки методов профилактики нарушения прозрачности хрусталика и возможности лечения его помутнения, являющегося основной причиной слепоты во всем мире, которую при своевременном лечении можно устранить [1, 5].

Основным методом восстановления зрения при катарактах является микрохирургия, в которой современная офтальмология достигла больших успехов. К достоинствам микрохирургического лечения следует отнести физиологичность зрения после операции, а также отсутствие необходимости ношения толстых очковых или контактных линз. Но несмотря на преимущества микрохирургических методов, их применение способно увеличивать число послеоперационных последствий, особенно при осложненных катарактах. Высокая стоимость оперативного лечения, ограничения и постоперативные осложнения стимулируют развитие терапевтических методов лечения катаракт. Даже за-

* Курский ГМУ, 305000, г. Курск, ул. К.Маркса, 3, тел. (4712) 58-00-63
** Белгородский ГУ, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85