

УДК 616.248-06:616.12

АНАЛИЗ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ СПИРОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ С СОПУТСТВУЮЩЕЙ
АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ НА СЕВЕРЕ

В.Ф. УШАКОВ, И.П. РУДНИЦКАЯ, М.А. ФИЛАТОВ

*Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры,
e-mail: ira222052@yandex.ru*

Аннотация. На протяжении 10 лет оценивалась динамика показателей спирографии у больных бронхиальной астмой в сочетании с артериальной гипертензией. Больные были подразделены на 2 группы – основную (47 чел.) и сравнения (50 чел.), которые получали разную программу диспансеризации. В основной группе на протяжении длительного наблюдения отмечено сохранение общего объема квазиаттрактора и незначительное увеличение межаттракторных расстояний, что указывает на эффективность улучшенной программы диспансеризации.

Ключевые слова: квазиаттрактор, матрица квазиаттракторов, бронхиальная астма, артериальная гипертензия.

THE ANALYSIS OF CHAOTIC DYNAMICS OF SPIROGRAPHIC PARAMETERS
IN THE PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA AND ARTERIAL HYPERTENSION
ON THE NORTH

V.F.USHACOV, I.P.RUDNITSKAYA, M.A. FILATOV

Surgut State University, e-mail: ira222052@yandex.ru

Abstract. During 10 years, the dynamics of spirographic parameters was evaluated in the patients with bronchial asthma and arterial hypertension. The patients were divided into 2 groups – basic (47 people) and control (50 people) and received different medical examination program. It was established the preservation of total volume of quasiattractors and the minor increase of interattractor distance in the basic group of patients. It proves the effectiveness of clinical examination.

Key words: quasiattractor, matrixes of quasiattractor, bronchial asthma, arterial hypertension.

Одно из ведущих мест среди заболеваний органов дыхания отводится *бронхиальной астме* (БА), у трети больных БА отмечена сопутствующая *артериальная гипертензия* (АГ). Подобное сочетание заболеваний приводит к синдрому взаимного отягощения, что сопровождается ускоренным формированием респираторных и сердечно-сосудистых осложнений, угрожающих жизни больных.

В климатических условиях Севера РФ наблюдается более раннее и тяжелое течение БА с выраженной холодовой гиперреактивностью бронхов [5]. Наряду с системной АГ для северян характерно формирование лёгочной гипертензии [4, 5]. В условиях воздействия неблагоприятных климатоэкологических факторов у больных БА с АГ только комплексный подход позволяет рассмотреть все особенности течения и формирования осложнений при данной микст-патологии, который можно осуществить методами биоинформационного анализа с целью идентификации информационной значимости клинико-диагностических критериев квазистационарных состояний кардиореспираторной системы. Такая задача наиболее успешно решается на основе нового направления, которое связано с управлением и обработкой информации в доказательной медицине: идентификации характеристик параметров организма человека в аспекте теории хаоса и синергетики и компартментно-кластерной теории биосистем [1].

Цель исследования – оценить динамику показателей кардиореспираторной системы у больных бронхиальной астмой с артериальной гипертензией при разных программах диспансеризации.

Объект и методы исследования. Объект исследования составили 97 больных БА в сочетании с АГ, которые были разделены на 2 группы. Основная группа в количестве 47 человек (мужчин – 10, женщин – 37), средний возраст составил $51,6 \pm 6,4$ лет. Из них БА *среднетяжелого течения* (БАСТ) – у 32 (68,1%) человек и у 15 больных – (31,9%) БА *тяжелого течения* (БАТТ). Группа сравнения в количестве 50 человек (мужчин – 12, женщин – 38), средний возраст больных БА с АГ составил в среднем $51,1 \pm 5,2$ лет. При этом 34 человека (68%) больных имели БАСТ и 16 человек (32%) больных – БАТТ.

Больным основной группы проводились следующие лечебные мероприятия (регулярное использование в качестве базисной терапии симбикорта® в дозе 320-640 мкг/9-18 мкг в сутки, беродуала® 80 мкг/200 мкг в сутки, либо спирива® 18 мкг в сутки, контрольное обследование и коррекция лечения у пульмонолога 4-6 раз в году, использование дополнительных технологий легочной реабилитации и обучение в «астма-школе» (улучшенная программа диспансеризации). Больные группы сравнения получали обычное ступенчатое лечение, включающее β_2 -агонисты короткого действия (фенотерол 100-800 мкг в

сутки), беклометазон (250 мкг) в дозе по 2 вдоха 2 раза в сутки, теофеллина ретард 600 мкг в сутки (стандартная программа диспансеризации).

Спирография. Оценивали показатели функции внешнего дыхания с использованием диагностического комплекса «Jager Master Lab» (Германия). Исследовали показатели вентиляционной функции легких: *жизненной емкости легких (ЖЕЛ), объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), максимальной объемной скорости выдоха на уровне 25% ЖЕЛ (МОС₂₅), максимальной объемной скорости выдоха на уровне 50% ЖЕЛ (МОС₅₀), максимальной объемной скорости выдоха на уровне 75% ЖЕЛ (МОС₇₅).*

В рамках биоинформационного анализа проводился анализ параметров квазиаттракторов ВСОЧ (вектора состояния организма человека). Обработка данных по поведению аттракторов ВСОЧ в m-мерном пространстве состояний для больных БА с АГ производилась с использованием программы: «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m-мерном фазовом пространстве» [В.М. Еськов, 2006 г.]. Проводился расчет матриц межаттракторных расстояний при внутри и межгрупповом сравнении квазиаттракторов спирографических показателей.

Результаты исследования

В рамках теории хаоса и синергетики с использованием компьютерных технологий нами был выполнен анализ динамики поведения ВСОЧ у больных с микст-патологией в трехмерном фазовом пространстве состояний. У больных микст-патологией основной группы (получающих усовершенствованную программу диспансеризации) параметры *квазиаттрактора* (КА) показателей ФВД (X_1 - МОС₇₅; X_2 - ЖЕЛ; X_3 - ОФВ₁) в 2002 г. и 2007 г. различались в рамках разработанного метода. Установлено, что показатель общего объема ассиметрии (rX) у больных данной группы уменьшился в 1,6 раза, что указывало на уменьшение разброса стохастических и хаотических параметров. Вместе с тем, общий объем КА в фазовом пространстве (V_G) у больных микст-патологией основной группы на протяжении десяти лет значительно не изменился. В 2002 г. (в начале исследования) V_G 1 - $1,8 \cdot 10^{10}$ через 3 года общий объем увеличился до $15 \cdot 10^{10}$, но уже в 2007 г. стал равен $1,2 \cdot 10^{10}$, а к 2011 г. V_G 4 - $2,1 \cdot 10^{10}$. Подобная динамика параметров КА свидетельствовала о стабилизации функциональной системы и организма в целом, о выраженном положительном терапевтическом эффекте программы диспансеризации больных основной группы (табл. 1)

Таблица 1

Результаты идентификации параметров квазиаттракторов спирографических показателей (X_1 – МОС₇₅; X_2 – ЖЕЛ; X_3 – ОФВ₁) у больных основной группы и группы сравнения

Этапы	Основная группа	Группа сравнения
До диспансеризации (2002г.)	General asymmetry value rX = 3.68 General V value : $1,8 \cdot 10^{10}$	General asymmetry value rX = 1.73 General V value : $0,92 \cdot 10^{10}$
На этапе I диспансеризации (2005г.)	General asymmetry value rX = 2.27 General V value : $15 \cdot 10^{10}$	General asymmetry value rX = 2.04 General V value : $18,0 \cdot 10^{10}$
На этапе II диспансеризации (2007г.)	General asymmetry value rX = 2.06 General V value : $1,2 \cdot 10^{10}$	General asymmetry value rX = 4.41 General V value : $36,0 \cdot 10^{10}$
Окончание диспансеризации (2011 г.)	General asymmetry value rX = 3.39 General V value : $2,1 \cdot 10^{10}$	General asymmetry value rX = 8.52 General V value : $12,0 \cdot 10^{10}$

Примечание: V – общий объем КА; rX – общий объем ассиметрии.

Одновременно, у больных с микст-патологией группы сравнения отмечалось с 2002 г. по 2011 г. значительное увеличение. V_G КА. В 2002 г. V_G 1 группы сравнения составил $0,92 \cdot 10^{10}$, в дальнейшем, в 2005 г. произошло значительное увеличение общего объема КА до $18,0 \cdot 10^{10}$. В последующем, через 2 года общий объем КА увеличился еще в 2 раза (до $36,0 \cdot 10^{10}$), а в 2011 г. произошло некоторое уменьшение V_G ($12 \cdot 10^{10}$), но, тем не менее, в сравнении с исходным показателем произошло расширение объема КА более чем в 13 раз. Это свидетельствовало о возрастании хаотичности динамики изучаемых показателей у больных данной группы. Расширение общего объема КА связано с нестабильностью функциональной системы и снижении резервных возможностей, что клинически проявлялось увеличением степени вентиляционных нарушений по обструктивному типу. В тоже время, у больных группы сравнения повышение rX (с 1,72 до 8,51 в 2011 г.) указывало на большой разброс стохастических и хаотических параметров КА (табл 1).

При сравнении расстояний между хаотическими центрами КА спирографических показателей у больных основной группы выявили, что на 1 этапе диспансеризации увеличилось расстояние до 27,29 у.е., в 2007г. произошло еще большее расхождение хаотических центров исходного КА и на 2 этапе диспансеризации до 41,67 у.е. В дальнейшем, на этапе окончания диспансеризации, отмечено приближение хаотических центров КА до 19,69 (табл. 2). Наибольший показатель Z_{ij} был при сравнении исходного

КА и на 2 этапе диспансеризации и составил 41,67 у.е., а также при сравнении 1 и 2 этапа и составил 57,25 у.е. Подобные изменения согласуются с относительно стационарной динамикой Vx на протяжении десятилетнего наблюдения у больных основной группы. Таким образом, на фоне лечебных и профилактических мероприятий не произошло значительного изменения показателей вектора состояния респираторной системы, т.е. удалось предотвратить развитие осложнений и сохранить систему в стабильном состоянии.

У больных группы сравнения при внутригрупповой оценке матрицы межаттракторных расстояний выявили, что на разных этапах диспансеризации произошло постепенное увеличение расстояния с 26,61 у.е. в 2005 г., до 37,22 у.е. в 2007 г. и 54,36 в 2011 г. в сравнении с исходными значениями (табл. 3). Подобные изменения обусловлены изменениями параметров ВСОЧ на каждом этапе.

Таблица 2

Матрица внутригруппового сравнения расстояний (Zij) между хаотическими центрами квазиаттракторов спирографических показателей у больных микст-патологией основной группы

Этапы обследования	До диспансеризации (2002 г.)	На 1 этапе диспансеризации (2005 г.)	На 2 этапе диспансеризации (2007 г.)	Окончание диспансеризации (2011 г.)
До диспансеризации (2002 г.)	0,00	27,29	41,67	19,69
На 1 этапе диспансеризации (2005г.)	27,29	0,00	57,25	36,80
На 2 этапе диспансеризации (2007г.)	41,67	57,25	0,00	22,75
Окончание диспансеризации (2011г.)	19,69	36,80	22,75	0,00

Таблица 3

Матрица внутригруппового сравнения расстояний (Zij) между хаотическими центрами квазиаттракторов спирографических показателей у больных микст-патологией группы сравнения

Этапы обследования	До диспансеризации (2002 г.)	На 1 этапе диспансеризации (2005 г.)	На 2 этапе диспансеризации (2007 г.)	Окончание диспансеризации (2011 г.)
До диспансеризации (2002г.)	0,00	26,61	37,22	54,36
На 1 этапе диспансеризации (2005г.)	26,61	0,00	14,67	28,11
На 2 этапе диспансеризации (2007г.)	37,21	14,67	0,00	21,21
Окончание диспансеризации (2011г.)	54,36	28,11	21,21	0,00

Интерес представляет также анализ матрицы расстояний между центрами хаотических квазиаттракторов спирографических показателей у больных обеих групп на протяжении десятилетней диспансеризации. Выявлено, что исходном состоянии (до начала диспансеризации) КА у обеих групп находились рядом, Zij был 3,32 у.е., в динамике в 2005 г. произошло некоторое сближение центров (Zij уменьшилось до 1,0 у.е.). В дальнейшем, выявлено увеличение межаттракторных расстояний в 2007г. до 59,34 у.е. и в 2011 г. до 53,53 у.е., что связано с движением КА в разных направлениях, постепенным удалением друг от друга показателей ВСОЧ этих двух групп больных (табл. 4).

Таблица 4

Матрица межгруппового сравнения расстояний (Zij) между центрами хаотических квазиаттракторов спирографических показателей у больных микст-патологией

Группы		Основная группа			
Группа сравнения	Этапы	До диспансеризации (2002 г.)	На этапе I диспансеризации (2005 г.)	На этапе II диспансеризации (2007 г.)	Окончание диспансеризации (2011 г.)
	До диспансеризации (2002 г.)	3,32	25,00	36,17	52,52
	На этапе I диспансеризации (2005 г.)	25,20	1,00	14,58	28,68
	На этапе II диспансеризации (2007 г.)	39,14	57,46	59,34	79,73
	Окончание диспансеризации (2011 г.)	14,36	33,75	39,40	53,53

Выводы. Использование метода многомерных фазовых пространств показало изменение движения вектора состояния показателей спирографии у больных с БА с АГ, которое выразилось в сохранении общего объема квазиаттракторов на протяжении длительного наблюдения и в уменьшении расстояния между стохастическим и хаотическим центрами у пациентов, получающих усовершенствованную программу профилактики осложнений БА.

Значительное увеличение Z_{ij} межаттракторных расстояний позволило количественно (в условных единицах) оценить эффективность лечебных мероприятий у больных микст-патологией.

Литература

1. *Еськов, В.М.* Синергетика в клинической кибернетике. Часть 1. Теоретические основы системного синтеза и исследований хаоса в биомедицинских системах / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев, О.Е. Филатова. – Самара: Офорт, 2006. – С. 78 – 93.
2. *Зарипова, Т.Н.* Клинико-функциональные особенности течения бронхиальной астмы в сочетании с гипертонической болезнью / Т.Н. Зарипова, И.И. Антипова, И.Н. Смирнова, И.Ю. Ляпунова // Бюллетень Сибирской медицины. – 2009. – Том 8. – № 4. – С. 33 – 36.
3. *Чучалин, А.Г.* Клинические рекомендации. Бронхиальная астма/ А.Г. Чучалин [и др.]. – М.: Атмосфера, 2008. – С. 123–136 с.
4. *Ушаков, В.Ф.* Системный кластерный анализ и разработка оптимального управления программой диспансеризации, реабилитации больных бронхиальной астмой с сопутствующей артериальной гипертензией на Севере / В.Ф. Ушаков, О.В. Масалева, Т.В. Зуевская // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 3, № 2. – С. 38–42.
5. *Ушаков, В.Ф.* Холодовая бронхиальная астма / В.Ф. Ушаков, В.А. Кострубина, Л.И. Заваловская [и др.]. – Сургут: Дефис, 2010 – 120 с.