

СТОХАСТИЧЕСКИЙ И ХАОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕРТЕБРОНЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ОСТЕОХОНДРОЗЕ ПОЗВОНОЧНИКА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

В.А.ШИРОКОВ¹, А.Г. ТОМЧУК², Д.А. РОГОВСКИЙ³

¹ Уральская государственная медицинская академия, Екатеринбург

² Сургутский государственный университет, Сургут

³ Медико-санитарная часть «Газпром трансгаз Сургут»

В рамках теории хаоса-самоорганизации выполнено сравнение статистических методов и хаотических динамик вертеброневрологических показателей пациентов при остеохондрозе позвоночника. Выполнен расчет и сравнение статистических функций $f(x)$ и параметров квазиаттракторов в пяти основных точках измерения. Выполнено сравнение параметров квазиаттракторов при трех методах лечения групп больных (по 50 человек в каждой группе). Показано, что наибольшее изменения квазиаттракторов наблюдается в третьей группе комплексного лечения. Высказывается предположение о целесообразности использования метода расчета квазиаттракторов в клинике нервных болезней, при оценке эффективности лечения.

Ключевые слова: хаос, стохастика, боль, квазиаттрактор.

Несмотря на стремительное развитие фармацевтики и физикальных методов лечения, боль в нижней части спины является самой частой причиной обращения за медицинской помощью и находится во главе факторов, вызывающих временную нетрудоспособность работающего населения. Повсеместная активная урбанизация и прогресс, с одной стороны, повышает качество жизни населения, но с другой снижает подвижность людей и увеличивает уровень психоэмоциональных перегрузок. Это непременно приводит к более частому возникновению болей в спине и усугубляет течение заболеваний опорно-двигательного аппарата с дальнейшей хронизацией боли. Стремительное развитие нейрохирургического лечения не решает проблему боли.

Проанализировав статистические данные отечественной и зарубежной литературы за последние 15 лет, удалось установить, что зачастую проведенное оперативное лечение не дает положительного результата. В ряде случаев это даже усиливает ипохондрию пациента с дальнейшим развитием и катострофизацией боли. Все это выливается в хроническую дисфорию с дальнейшим переходом в депрессивное состояние. Из выше сказанного можно сделать вывод, что традиционно применяемые мето-

ды лечения боли не дают достаточного эффекта, т.к. не представляется возможным воздействие на все звенья патогенеза исследуемой патологии [1, 18–20].

Известный факт, что в основе боли в опорно-двигательном аппарате при остеохондрозе позвоночника лежат патологические механизмы: воспаление, отек и мышечное напряжение. Если боль сопутствует диско-радикальному конфликту, то воспаление носит характер локального асептического аутоиммунного воспаления. Кроме того, если в патологический процесс вовлечен нервный корешок, включаются механизмы невропатического болевого синдрома, что является более вязким и трудно преодолимым состоянием, нежели ноцицептивная боль.

Такое состояние встречается как при диско-невральном конфликте, так и при различных туннельных синдромах, зачастую иммитирующих диско-радикальный конфликт. В том и другом случае подходы к лечению имеют как общие моменты, так и отличия. Изменение биомеханики организма, длительное воздействие внешних неблагоприятных факторов (в условиях Севера РФ) на организм, приводит к выраженному хроническому напряжению в мышцах с дальнейшим формированием миофасциальных триггеров. Не стоит забывать

и о клинически значимом спондилоартрозе, который в большинстве случаев сочетается с болями при остеохондрозе позвоночника. Таким образом, боль в нижней части спины является одной из важных проблем патологии позвоночника. В этой связи разработка новых методов анализа неврологических показателей является весьма актуальной проблемой медицины в целом [2–6, 8, 13–17].

Цель исследования — поиск наиболее рациональных методов и схем лечения различных болевых синдромов при остеохондрозе позвоночника на основании стохастического и хаотического анализа основных вертеброневрологических показателей на основе новых методов анализа данных.

Объекты и методы исследования. В условиях специализированного вертебрологического центра г. Сургута наблюдались и получили лечение 150 пациентов, из них 60 мужчин и 90 женщин в возрасте от 24 до 63 лет с различными неврологическими проявлениями остеохондроза поясничного отдела позвоночника. Обследованные 150 пациентов распределялись по трем группам, при этом в группах не отмечалось существенных различий по возрасту, полу, сопутствующей патологии, которые могли влиять на исход заболевания.

Длительность болевого анамнеза всех пациентов не менее 5 лет, а продолжительность последнего обострения в среднем около 2 месяцев. Каждый пациент страдал нейроциркуляторным синдромом с формированием миофасциальных триггеров от умеренных до выраженных. До начала нашего исследования каждый пациент в течение всего последнего ухудшения получал лечение, которое включало НПВС, миорелаксанты, физиолечение, лечебную физкультуру. Все регистрируемые параметры обозначались нами как компоненты x_i вектора состояния организма человека $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, которые в рамках одной группы образовывали кластер x_i . Иными словами мы получали некоторое m -мерное фазовое пространство состояний (ФПС). Размерность m таких фазовых пространств была различной в зависимости от группы признаков (у нас всего было 5 групп признаков) [8–13].

Во всех наблюдениях диагноз и состояние структур позвоночника, оболочек и корешков спинного мозга были объективизированы с помощью магнитно-резонансной томографии. В настоящих исследованиях размерность вертеброневрологических показателей пациентов была максимальной ($m=4$).

Для уточнения интенсивности боли в наиболее благополучные и наихудшие периоды болезни использовалась четырехсоставная визуальная аналоговая шкала боли, что позволяло точно определить

уровень боли в настоящий момент заболевания. Помимо традиционного неврологического осмотра, для оценки объема движений в позвоночнике, выраженности сколиоза, корешкового и нейроциркуляторного (миофасциальный) синдромов использовалась пятибалльная вертеброневрологическая шкала. В самом начале и по окончании лечения использовался Освестровский опросник нарушений жизнедеятельности при болях в нижней части спины и болевой опросник Мак — Гилла. Для динамической оценки функционального состояния вегетативной нервной системы на фоне применяемых методов лечения у пациентов всех контрольных групп в разных этапах лечения использован метод электропунктурного вегетативного резонансного теста.

Пациенты первой группы получали следующий курс лечения: кеторолак 30 мг в/м 2 р/д 5 дней, тизанидин 2 мг 3 раза в день 7 дней; антидепрессанты: амитриптилин 12,5–25 мг 2–3 раза в день 10 и более дней, прегабалин 150–300 мг в сутки 10 и более дней; горизонтальное вытяжение позвоночника в воде на установке «Аква-Тракцион», производства фирмы «Ормед» (Уфа). Процедуры проводились по нарастающей с весом 3–18 килограмм через день, всего 5 процедур, длительность каждой 20–30 мин. Перед вытяжением позвоночника все пациенты получали миофасциальный релиз спазмированных мышц вытягиваемого отдела в течение 30 минут.

Пациенты второй группы ко всему вышесказанному дополнительно получали методы психотерапии. Для достижения комплаенса между пациентом и врачом, формирования правильной модели поведения и восприятия интенсивности боли, следования лечению, формирования установок на выздоровление, использовался комплекс мероприятий, ориентированных на психоэмоциональное состояние пациента. Использовались следующие психотерапевтические методы: терапия средой, когнитивно-поведенческая терапия, рационально-эмоциональная психотерапия, метод гештальт-терапии. Психотерапевтические сессии состояли из 2-х встреч, по 90 минут каждая. В начале лечения и за два дня до завершения терапии.

В третьей группе получали лечение то же, что в первой и второй группах с дополнительным использованием метода локальной инъекционной терапии. В локальной инъекционной терапии использовались анестетики: лидокаин 2% 4.0–10.0 или новокаин 0.5% 10.0–25.0, с добавлением глюкокортикостероидов дипроспан 7 мг и/или дексаметазон 4–12 мг, от 3–5 инъекций. Использовались различные пути введения препаратов, при диско радикулярном конфликте обязательным являлся каудальный доступ в эпидуральное

пространство, при туннельном синдроме введение в место конфликта, к примеру, при синдроме грушевидной мышцы, в грушевидную мышцу непосредственно около седалищного нерва. Использовались и другие пути введения, интраламинарный доступ, инфильтрация области фасеточных суставов. При миофасциальных триггерах обязательно использовался метод локальной инъекционной терапии «сухая игла» № 3–5, с предварительной инфильтрацией рассекаемых мышц анестетиком или без него. Рассчитывались матрицы межаттракторных расстояний для пяти точек регистрации параметров организма больных на основе новых методов теории хаоса-самоорганизации [6–14, 19, 20].

Общая длительность лечения в каждой группе составляла 10 дней.

Результаты и их обсуждение. В настоящем сообщении мы представляем один кластер исследований (из всех пяти), который описывает динамику пяти выборок (они разделяются временной регистрацией параметров) по шкале пятибалльной оценки вертеброневрологической симптоматики (по 4-м параметрам) [11–16].

Изучались эти параметры у трех, выше представленных, групп пациентов (по 50 человек в каждой). В первых трех таблицах мы представляем результаты статистической оценки этих четырех параметров ($x_1 = Vd$ — объем движений в пора-

женном отделе позвоночника; $x_2 = Sk$ — степень выраженности сколиоза; $x_3 = Ks$ — выраженность корешкового синдрома; $x_4 = NDs$ — нейродистрофический синдром). В этих таблицах мы представляем результаты попарного статистического сравнения всех пяти состояний этой симптоматики. Легко видеть, что в каждой таблице изменяются пары, которые превышают критерий Вилкоксона $p = 0.05$. Это означает, что все сравнительные выборки существенно не отличаются (нет статистических различий).

Характерный пример парных сравнений выборок всех четырех динамических переменных представлен в табл. 1. Из таблицы следует, что отдельные пары выборок (особенно по S_k) не дают статистических различий. Это указывает на неопределенность первого типа, которая может быть устранена или на основании использования нейрокомпьютинга, или путем расчета параметров квазиаттракторов. Последний метод мы и представляем в виде матрицы парных сравнений выборок в табл. 4 для группы, которую мы представляем в табл. 1.

В табл. 2 и табл. 3 мы представляем результаты парных сравнений выборок этих же четырех признаков x_i , но для второй и третьей групп больных. Как и в табл. 1 мы имеем пары сравнений, для которых критерий Вилкоксона $p > 0,05$. Это отрицает наличие статистических различий между такими парами.

Таблица 1

Значения парных сравнений выборок по шкале пятибалльной оценки вертеброневрологической симптоматики по 4-м параметрам 1-ой группы пациентов ($N = 50$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0.05$)

	1 и 2	1 и 3	1 и 4	1 и 5	2 и 3	2 и 4	2 и 5	3 и 4	3 и 5	4 и 5
<i>Vd</i>	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
<i>Sk</i>	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	0.01	1.00	0.01	1.00	0.01
<i>Ks</i>	1.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
<i>NDs</i>	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17

* Примечание: *Vd* — объем движений в пораженном отделе позвоночника; *Sk* — выраженность сколиоза; *Ks* — выраженность корешкового синдрома; *NDs* — выраженность нейродистрофического синдрома; 1 — до лечения; 2 — после 1-го дня лечения; 3 — после 5-го дня лечения; 4 — после лечения; 5 — спустя 30 дней лечения

Таблица 2

Значения парных сравнений выборок шкалы пятибалльной оценки вертеброневрологической симптоматики по 4-м параметрам 2-ой группы испытуемых ($N = 50$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0.05$)

	1 и 2	1 и 3	1 и 4	1 и 5	2 и 3	2 и 4	2 и 5	3 и 4	3 и 5	4 и 5
<i>Vd</i>	0.00	0.00	0.14	0.16	0.00	0.61	0.60	0.00	0.00	1.00
<i>Sk</i>	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
<i>Ks</i>	1.00	0.01	0.74	0.74	0.01	0.74	0.74	0.44	0.42	1.00
<i>NDs</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12

* Примечание: *Vd* — объем движений в пораженном отделе позвоночника; *Sk* — сколиоз; *Ks* — корешковый синдром; *NDs* — нейродистрофический синдром; 1 — до лечения; 2 — после 1-го дня лечения; 3 — после 5-го дня лечения; 4 — после лечения; 5 — спустя 30 дней лечения

Значения парных сравнений выборок шкалы пятибалльной оценки вертеброневрологической симптоматики по 4-м параметрам 3-ей группы испытуемых ($N=50$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p<0.05$)

	1 и 2	1 и 3	1 и 4	1 и 5	2 и 3	2 и 4	2 и 5	3 и 4	3 и 5	4 и 5
Vd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
Sk	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
Ks	0.00	0.00	0.76	0.71	0.00	0.18	0.16	0.00	0.00	0.11
NDs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

* Примечание: Vd — объем движений в пораженном отделе позвоночника; Sk — сколиоз; Ks — корешковый синдром; NDs — нейродистрофический синдром; 1 — до лечения; 2 — после 1-го дня лечения; 3 — после 5-го дня лечения; 4 — после лечения; 5 — спустя 30 дней лечения

В табл. 4 мы приводим характерный пример матрицы парного сравнения квазиаттракторов (расчет межаттракторных расстояний). Из табл.4 следует, что проводимый курс лечения создает медленное улучшение состояния организма пациентов, что является в постепенном нарастании Z_{ij} межаттракторных расстояний. Если между 1-й и 3-й точками $Z_{13}=1,1277$ у.е., что уже $Z_{14}=21,3325$ у.е. Пятая точка (после лечения) немного уменьшается, уводит квазиаттрактор в фазовом пространстве до $Z_{15}=2,3025$ у.е.

Характерно, что для третьей группы все эти параметры демонстрируют еще более значительные результаты. Уже $Z_{12}=1,6$ у.е., а $Z_{15}=4,1$ у.е. Это свидетельствует о существенном лечебном эффекте, который проявляется в значительном движении квазиаттрактора, 3-й группы больных в фазовом пространстве состояний под действием проводимых (авторская схема) лечебных мероприятий.

Метод расчета параметров квазиаттракторов целесообразно использовать как интегративный показатель в оценке проводимых лечебных мероприятий. Наши результаты показывают эффективность такого подхода при анализе вертеброневрологической симптоматики.

Выводы:

Использование традиционных статистических методов расчета различных выборок при парном

Таблица 4

Матрица расстояний Z_{ch} между хаотическими центрами квазиаттракторов параметров пятибалльной оценки вертеброневрологической симптоматики ($m=4$) у пациентов 2-ой группы (число обследований 50)

	1	2	3	4	5
1	0	0.26	1.1277	2.3325	2.3025
2	0.26	0	0.9205	2.1109	2.0824
3	1.1277	0.9205	0	1.2289	1.1988
4	2.3325	2.1109	1.2289	0	0.0391
5	2.3025	2.0824	1.1988	0.0391	0

* Примечание: 1 — до лечения; 2 — после 1-го дня лечения; 3 — после 5-го дня лечения; 4 — после лечения; 5 — спустя 30 дней лечения

их сравнении не всегда эффективно. В наших исследованиях отдельные выборки в пяти точках измерения показывают полное совпадение ($P=1$ или $P>0,05$), параметры в 4-й и 5-й точках практически совпадают во всех трех группах лечения.

Использование матриц межаттракторных расстояний обеспечивает четкую динамику различий между пятью состояниями. Однако, наибольшие расстояния (и они регистрируются сразу между 1-й и 2-й точками измерений) наблюдаются в третьей группе исследований. Эта группа сразу показывает $Z_{12}=1,6$ и далее до $Z_{14}=4,1$, чего нет практически ни в одной паре сравнения для 1-й или 2-й групп сравнения (там максимальное $Z_{14}=1,4612$).

Матрицы парных сравнений расстояний между квазиаттракторами являются четким индикатором оценки эффективности лечения. Чем больше Z_{ij} , где i, j — это номера состояний организма обследованных, тем эффективнее проводимые лечебные мероприятия. В третьей группе лечения все Z_{ij} имеют максимальное значение и это доказывает высокую эффективность комплекса мероприятий, которые были использованы в новом авторском лечении остеохондроза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкатова Ю.В., Белошенко Д.В., Баженова А.Е., Мороз О.А. Хаотическая динамика параметров кардиоинтервалов испытуемого до и после физической нагрузки при повторных экспериментах // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №3. — С. 39–45.
2. Берестин Д.К., Горбунов Д.В., Поскина Т.Ю., Сидоренко Д.А. Энтропийный подход в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2015. — №3 — С. 20–26
3. Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю., Ключ Л.Г. Термодинамика в эффекте Еськова — Зинченко при изучении стационарных состояний сложных биомедицинских систем // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №2. — С. 18–25.
4. Вохмина Ю.В., Горбунов Д.В., Еськов В.В., Шадрин Г.А. Стохастическая и хаотическая оценка пара-

- метров энцефалограмм // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2015 — №1 — С. 54–59
5. Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Даянова Д.Д., Берестин Д.К. Параметры квазиаттракторов в оценке стационарных режимов биологических динамических систем с позиций компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. — 2014. — Т. 21, № 1. — С. 134–137.
 6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Литовченко О.Г. Проблема оценки эффективности лечения на основе кинематической характеристики вектора состояния организма // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 1. С. 143–152.
 7. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2. С. 3–15.
 8. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Еськов В.В. Эффект Еськова — Зинченко опровергает представления I.R. Prigogine, J.A. Wheeler и M. Gell-Mann о детерминированном хаосе биосистем — complexity // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №2. — С. 34–43.
 9. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. К проблеме самоорганизации в биологии и психологии // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №3. — С. 174–181.
 10. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Развитие психологии и психофизиологии в аспекте третьей парадигмы естествознания // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №3. — С. 187–194.
 11. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса — самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №2. — С. 182–188.
 12. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 2. С. 182–188.
 13. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Основы физического (биофизического) понимания жизни // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 2. С. 58–65.
 14. Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Еськов В.В., Стрельцова Т.В. Объективная оценка сознательного и бессознательного в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №3. — С. 31–38.
 15. Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Введение в биофизику гомеостатических систем (complexity) // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 3. С. 6–15.
 16. Русак С.Н., Козупица Г.С., Филатова О.Е., Еськов В.В., Шевченко Н.Г. Динамика статуса вегетативной нервной системы у учащихся младших классов в погодных условиях г. Сургута // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 4. С. 92–95.
 17. Русак С.Н., Филатова О.Е., Бикмухаметова Л.М. Неопределенность в оценке погодно-климатических факторов на примере ХМАО — Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 1. С. 15–19.
 18. Филатов М.А., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова-Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2016 — №1 — С. 24–32
 19. Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Соколова А.А., Еськов В.В., Эльман К.А. Сердечно-сосудистая система аборигенов и пришлого женского населения севера РФ: модели и возрастная динамика // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 43–49.
 20. Хадарцев А.А., Шакирова Л.С., Пахомов А.А., Полухин В.В., Синенко Д.В. Параметры сердечно-сосудистой системы школьников в условиях санаторного лечения // Вестник новых медицинских технологий. — 2016. — Т. 23, №1. — С. 7–14.

STOCHASTIC AND CHAOTIC ANALYSIS OF VERTEBRONEUROLOGICAL INDICATORS OF PATIENTS WITH OSTEOCHONDROSIS OF THE VERTEBRA IN THE NORTH

V.A. SHIROKOV, A.G. TOMCHUK, D.A. ROGOWSKI

According to theory of chaos-selforganization it was realized the distinguishes between stochastic and chaotic dynamic of vertebrovneurology parameters of patients with osteochondroz. We calculated the quasiattractors parameters at five points of measurements. It was realized the distinguishes of quasiattractor parameters for three methods of therapy for three different group of patients. Every groups of patient has 50 patients. It was demonstrated the maximum of quasiattractors changing at third group of complex therapy. Some proposition was presented about new estimation of therapy effectiveness.

Keywords: chaos, stochastic, pain, quasiattractor.