

## **АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕКТОРА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА БОЛЬНЫХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ДО И ПОСЛЕ РЕАБИЛИТАЦИИ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

*КОШЕВОЙ О.А.*

**БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия**

*Данная статья посвящена изучению особенностей параметров вектора состояния организма человека, параметров квазиаттракторов, в которых движется вектора состояния организма человека после перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) при проведении комплекса реабилитационных мероприятий. Описание патологии (патогенеза) очень удобно производить в фазовом пространстве состояний, анализируя характер движения вектора состояния организма человека. При этом методы теории хаоса и синергетики могут дать новую информацию о различиях функциональных состояний организма в целом и, в частности, при острых нарушениях мозгового кровообращения.*

**Ключевые слова:** *Физическая реабилитация, инсульт, вектор состояния организма человека, фазатон мозга, квазиаттрактор.*

## **ANALYSIS OF INDICES OF THE VECTOR OF THE STATE OF THE ORGANISM OF PATIENTS WITH THE CONSEQUENCES OF THE ACUTE DISORDER OF CEREBRAL CIRCULATION BEFORE AND AFTER REHABILITATION IN THE EARLY REDUCING PERIOD**

*KOSHEVOY O.A.*

**Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, 628400, Russia**

*This article examines the characteristics of the parameters of the state vector of the human body (WSOC), parameters of quasi-attractor, which is moving WSOC after acute cerebrovascular accident (CVA) during rehabilitation. Description of pathology (pathogenesis) are very convenient to carry in the phase space of States, analyzing the nature of the movement WSOC. Thus, methods of the theory of chaos and synergetics can provide new information on differences of the functional state of the organism in General and, in particular, in stroke.*

**Key words:** *Physical rehabilitation, stroke, the state vector of the human body, Faston brain, quasiattractor.*

Высокая распространенность сосудистых заболеваний головного мозга и тяжесть последствий от этих заболеваний, приводящих к инвалидизации и смертности пациентов, делает это актуальной проблемой современной неврологии и восстановительной медицины. Особенно это актуально в северных регионах РФ, где экстремальные условия проживания из-за резких перепадов температур и атмосферного давления, неустойчивости геомагнитных полей, которые негативно влияют на *функциональные си-*

*стемы организма (ФСО), что ведет к необратимым изменениям со стороны центральной нервной системы (ЦНС) и кардиореспираторной системы (КРС).*

Использование кибернетических подходов особо продвинуло и обогатило формализованное, абстрактное описание медико-биологических процессов, позволило разрабатывать некоторые общие (в методологическом и теоретическом плане) направления, которые по-новому могут представлять состояние нормы или патологии организма

человека, что представлено в работах Еськова В.М. и др. исследователей за последние 15 лет [1-8].

В рамках кибернетического подхода становится возможным создавать динамические атласы (динамические аутентичные модели) конкретного человека. Изучение методов кибернетического (количественного) описания нормы и патологии человека, находящегося в различных функциональных состояниях, является и актуальной проблемой современной неврологии и нейрореабилитации.

Известно, что *цереброваскулярная патология* (ЦВП) в мире характеризуется повсеместной распространённостью, снижением возрастного критерия заболеваемости (особенно в условиях Севера РФ) населения и увеличением прогрессирующих цереброваскулярных заболеваний. «Омоложение» начала возникновения патологии в связи с ростом экстремальных факторов и воздействий особенно характерно для ХМАО – Югры.

В связи с этим, проблемой особой важности является повышение эффективности и совершенствование системы физической реабилитации данной категории больных [7-14].

В настоящее время нейрореабилитация после *острого нарушения мозгового кровообращения* (ОНМК) переживает период интенсивного развития. Он характеризуется появлением множества методик реабилитации в области массажа, лечебной гимнастики и физиотерапии, открытием центров восстановительной медицины и реабилитации. Большинство лечебных мероприятий оказывают рефлекторное влияние на функциональное состояние нервной системы, другие методы мобилизуют компенсацию нарушенных функций. При этом некоторые воздействия направлены на улучшения функции равновесия и восстановления постральной устойчивости. Так, для улучшения устойчивости и уменьшения асимметрии вертикальной позы используются различные технологии: специальные лечебные упражнения, степ-тренировка, тренировка при по-

мощи подвижных стабิโลграфических платформ, тренировка методом биоуправления и биологической обратной связи. Для усиления и поддержания объема мышечной массы, облегчения произвольного мышечного сокращения используется метод нервно-мышечной электростимуляции.

В Российской Федерации тяжёлой инвалидности у перенёсших инсульт госпитализированных больных (не превышают 15—30%), отсутствие палат интенсивной терапии, нехватка специалистов по адаптивной физической культуре и физической реабилитации в неврологических отделениях многих стационаров. Недостаточно учитывается необходимость активной реабилитации больных (в реабилитационные отделения и центры переводятся лишь 15—20% больных, перенёсших инсульт), хотя известно, что лучшее восстановление двигательных функций в ходе реабилитационных мероприятий происходит в раннем восстановительном периоде, это крайне негативно сказывается на социальной и физической реабилитации таких больных.

Особенно это проявляется на Севере РФ, где любая патология (и ОНМК, в частности) осложняется влиянием экстремальных факторов среды обитания. Отсюда следует, что изучению особенностей состояния параметров *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ), параметров квазиаттракторов, в которых движется ВСОЧ при патологиях, составляет важный раздел восстановительной медицины, которая основывается на современных методах медицинской кибернетики [15-20].

Системный анализ и синтез динамики поведения ВСОЧ в разных многомерных пространствах состояний нами производился в рамках теории фазатона мозга, то есть четыре координаты ВСОЧ по параметрам показателей *вегетативной нервной системы* (ВНС) (*Индекс напряженности по Баевскому* (ИНБ)) *активность симпатического отдела вегетативной нервной системы* (СИМ); *активность парасимпатического*

отдела вегетативной нервной системы (ПАР); частота сердечных сокращений (ЧСС) характеризующих тоническое или фазическое состояние человека при ОНМК.

Мы рассматриваем результаты действия на ФСО регулярных физических упражнений, выполняемых пациентами в процессе реабилитации. Известно, что комплексы лечебной гимнастики и механотерапии сопровождаются разной, дозированной физической нагрузкой. Поэтому представляет несомненный интерес изучение показателей функциональных систем организма в ответ на действие физических нагрузок в ходе проведения реабилитационных мероприятий. При этом особый научный интерес в последние годы в биофизике и физиологии человека вызывает проблема идентификации параметров квазиаттракторов ВСОЧ в фазовых пространствах состояний.

*Нервно-мышечная система* (НМС) является одной из наиболее уязвимых ФСО человека, на которую оказывает существенное влияние ОНМК, приводящее к выключению двигательных функций ряда мышечных групп, атаксии, что ведет к инвалидности. Особое значение это имеет для Севера РФ, поскольку проживание на данных территориях откладывает определенный отпечаток на работу различных функциональных систем организма человека.

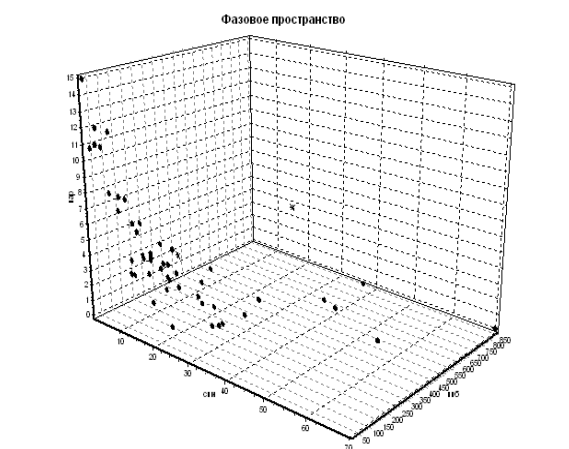
В рамках *теории хаоса и синергетики* (ТХС) можно в настоящее время идентифи-

цировать параметры квазиаттракторов, которые существенно отличаются у больных в раннем восстановительном периоде до и после курса реабилитации.

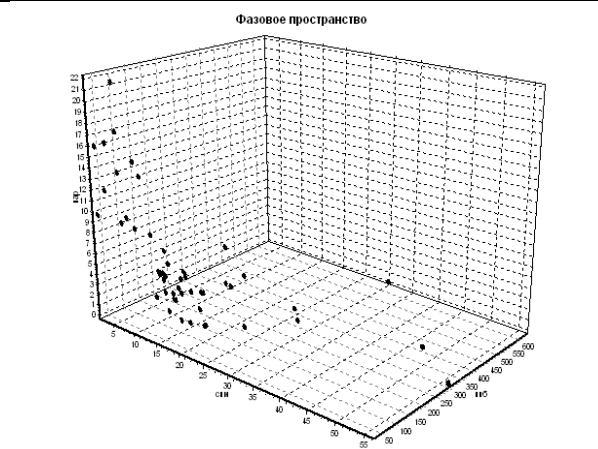
Таблица 1

**Данные расчета параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма больных, в раннем восстановительном периоде.**

		До реабилитации		
		Количество измерений N = 52 Размерность фазового пространства = 4		
Ранний восстановительный период	IntervalX0= 68,00	AsymmetryX0= 0,28		
	IntervalX1= 15,00	AsymmetryX1= 0,21		
	IntervalX2= 845,00	AsymmetryX2= 0,29		
	IntervalX3= 51,00	AsymmetryX3= 0,02		
	General asymmetry value rX = 242,93		General V value Vx = 4,43 · 10 <sup>7</sup>	
			После реабилитации	
	Количество измерений N = 52 Размерность фазового пространства = 4			
	IntervalX0= 54,00	AsymmetryX0= 0,28		
	IntervalX1= 22,00	AsymmetryX1= 0,26		
	IntervalX2= 620,00	AsymmetryX2= 0,30		
IntervalX3= 39,00	AsymmetryX3= 0,08			
General asymmetry value rX = 187,40		General V value Vx = 2,87 · 10 <sup>7</sup>		
Здесь: x0 – СИМ, x1 – ПАР, x2 – ИНБ, x3 - ЧСС				



А) – до реабилитации



Б) – после реабилитации

**Рис. 1.** Показатели параметров квазиаттракторов ВСОЧ в 3-мерном фазовом пространстве состояний (СИМ, ПАР, ИНБ) больных (ранний восстановительный период).

Анализируя полученные данные (табл. 1, рис. 1), мы видим следующую динамику: у больных в раннем восстановительном периоде общий показатель асимметрии ( $rX$  – расстояние между геометрическим центром квазиаттрактора и статистическим центром) до реабилитации в покое равен 242,93 после курса реабилитации 187,40.

Рассмотрев каждый интервал до и после реабилитации в раннем периоде мы видим следующую динамику: интервал  $x0$  – СИМ

до и после уменьшения размерности фазового пространства.

Результаты анализа исключения отдельных признаков (параметров ВСОЧ), в раннем восстановительном периоде до и после реабилитации и сравнение результатов изменения объемов квазиаттракторов показали наибольшую значимость признак  $X3$  (объем квазиаттрактора при исключении данного признака до реабилитации составил  $Vx3 = 5,2 \cdot 10^4$  и после реабилитации  $Vy3 =$

Таблица 2

**Результаты анализа исключения отдельных признаков параметров квазиаттракторов вектора состояния организма больных в раннем и позднем восстановительном периоде до и после курса реабилитации**

Объем первого квазиаттрактора	Объем второго квазиаттрактора	Различие между объемами квазиаттракторов	Относительная погрешность
Ранний восстановительный период			
$Vx0 = 4,39 \cdot 10^7$	$Vy0 = 2,87 \cdot 10^7$	$Dif=1,52 \cdot 10^7$	$R0= 34,65 \%$
$Vx1 = 6,46 \cdot 10^5$	$Vy1 = 5,31 \cdot 10^5$	$dif1=1,14 \cdot 10^5$	$R1= 17,71 \%$
$Vx2 = 2,93 \cdot 10^6$	$Vy2 = 1,3 \cdot 10^6$	$dif2=1,62 \cdot 10^6$	$R2= 55,44 \%$
$Vx3 = 5,2 \cdot 10^4$	$Vy3 = 4,63 \cdot 10^4$	$dif3=5,68 \cdot 10^3$	$R3= 10,93\%$
$Vx4 = 8,61 \cdot 10^5$	$Vy4 = 7,36 \cdot 10^5$	$dif4=1,25 \cdot 10^5$	$R4 = 14,54 \%$
$Z0 = 49,80$	$Z1 = 49,72$	$Z2 = 49,79$	$Z3 = 8,69$
			$Z4 = 49,13$

уменьшился ( $p < 0,05$ ) с 68 ( $16,91 \pm 1,74$ ) до 54, что говорит об увеличении однородности данного признака. После курса реабилитации интервал  $X2$  – ИНБ уменьшается (статистически достоверных различий не выявлено) с 845 ( $197 \pm 25,23$ ) до 620, что свидетельствует об увеличении однородности распределения показателей в группе больных после курса реабилитации. Интервал признака  $X3$  – ЧСС также уменьшается с 51 до 39.

Объем  $m$ -мерного параллелепипеда, ограничивающего квазиаттрактор, составляет  $4,43 \cdot 10^7$  до и  $2,87 \cdot 10^7$  после, т.е. объем уменьшается в два раза после курса реабилитации, что количественно представляет процесс интенсивности реабилитации (по параметрам  $Vx$ ). На изменение объемов квазиаттракторов повлияло изменение интервалов изучаемых признаков.

При анализе объемов квазиаттракторов (табл. 2) следует обратить внимание на параметр  $R0 = 34,65 \%$  (относительный объем), который показывает степень изменения объема квазиаттракторов для каждого кластера

$4,63 \cdot 10^4$ .

В заключение хочется отметить, что изменения параметров квазиаттракторов ВСОЧ в 4-х мерном фазовом пространстве состояний у больных в раннем восстановительном периоде исходный объем  $Vx$  ( $4,43 \cdot 10^7$ ) после реабилитации объем  $Vx$  значительно уменьшается ( $2,87 \cdot 10^7$ ), что говорит об эффективности проводимых реабилитационных мероприятий. Показатели  $R_x$  также существенно изменяются как до, так и после проведения реабилитационных мероприятий, до  $R_x = 242,93$ . После реабилитационных мероприятий, в раннем  $R_x = 187,40$ , что качественно и количественно характеризует степень влияния реабилитации на ФСО больных в раннем периоде реабилитации.

В дальнейшем планируется провести анализ ВСОЧ, до и после физической нагрузки в процессе реабилитации в начале и в конце курса.

### Литература

1. Добрынина И.Ю., Еськов В.М. Системный анализ факторов риска цереброваскулярной патологии у больных ишемическим инсультом, постоянно проживающих в неблагоприятных условиях Севера РФ. // Сибирский медицинский журнал – 2006. – № 3 . – С. 60–62
2. Добрынин Ю.В. Добрынина И.Ю., Еськов В.М. и др. Факторы риска цереброваскулярной патологии у больных инсультом, постоянно проживающих в неблагоприятных условиях Севера РФ // Материалы межрегиональной научно–практической конференции “Актуальные вопросы внутренних болезней: традиционные и психосоматические подходы”.– Челябинск, 2006.– С.55–57.
3. Добрынин Ю.В. Добрынина И.Ю., Еськов В.М. и др. Региональные особенности цереброваскулярной патологии у больных инсультом, постоянно проживающих в неблагоприятных условиях Севера РФ // Материалы межрегиональной научно–практической конференции “Актуальные вопросы внутренних болезней: традиционные и психосоматические подходы”.– Челябинск, 2006.– С.53–55.
4. Еськов В.М., Живогляд Р.Н. Системный компартментно-кластерный анализ и гиродотерапевтическое управление гомеостазом. / Монография: Обработка информации. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - Самара – 2004, Офорт. - 215 с.
5. Еськов В.М., Филатова О.Е., Карпин В.А. и др. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. / Часть II. Безопасность жизнедеятельности человека на севере РФ. - Самара: "Офорт", 2004. (гриф РАН). - 172 с.
6. Бетелин В. Б., Еськов В. М., Галкин В. А., Гавриленко Т. В. Стохастическая неустойчивость в динамике поведения сложных гомеостатических систем // Доклады академии наук, 2017. – Т 472, – № 6. С. 642–644.
7. Газя Г.В., Соколова А.А., Баженова А.Е., Ярмухаметова В.Н. Анализ и синтез параметров вектора состояния вегетативной нервной системы работников нефтегазовой отрасли // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11. № 4. С. 886-892.
8. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 4. С. 192-194.
9. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Еськов В.В. Универсальность понятия «гомеостаз» // Клиническая медицина и фармакология. 2015. № 4 (4). С. 29-33.
10. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Башкатова Ю.В., Еськов В.В., Соколова А.А. Системный анализ, управление и обработка информации // Тула, 2015. Том Часть XII
11. 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.
12. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Хаотический подход в новой интерпретации гомеостаза // Клиническая медицина и фармакология. 2016. Т. 2. № 3. С. 47-51.
13. 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.
14. Еськов В.М., Гудков А.Б., Баженова А.Е., Козупица Г.С. Характеристика параметров тремора у женщин с различной физической нагрузкой в условиях севера России // Экология человека. – 2017. – № 3. С. 38-42
15. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Формализация эф-

- фекта «повторение без повторения» Н.А. Бернштейна // Биофизика, 2017, том 62, вып. 1, с. 168–176
16. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 158–167.
  17. Живогляд Р.Н., Живаева Н.В., Бондаренко О.А., Смагина Т.В., Данилов А.Г., Хадарцева К.А. Биоинформационный анализ саногенеза и патогенеза при гирудорефлексотерапии на Севере РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 2. С. 464-467.
  18. Зилов В.Г., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В. Экспериментальное подтверждение эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – № 1. С. 4–9.
  19. Филатова Д. Ю., Нифонтова О. Л., Шакирова Л. С., Шерстюк Е. С. Анализ параметров спектральной мощности variability сердечного ритма детей Югры в условиях санаторного лечения. // Клиническая медицина и фармакология. – 2016. – Т. 2., № 3. – С. 36-41.
  20. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Джумагаalieва Л.Б., Гудкова С.А. Понятие трех глобальных парадигм в науке и социумах // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013.– № 3. – С. 35-45.