

УДК 612.017

С.И. Логинов, д-р биол. наук, **Т.В. Косолапова**, канд. биол. наук,
М.Н. Мальков, канд. биол. наук, **А.С. Снигирев**, канд. биол. наук
(НИИ биофизики и медицинской кибернетики,
Сургутский государственный университет)

ОЦЕНКА ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРГАНИЗМА ЖЕНЩИН ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КИНЕЗИТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Исследованы физиологические параметры организма женщин до и после кинезитерапевтического управляющего воздействия в условиях Югры. Дана количественная оценка параметров аттрактора поведения вектора состояния организма женщин с позиции теории хаоса и синергетики.

Ключевые слова: миофасциальный болевой синдром, кинезитерапевтическое управляющее воздействие, квазиаттрактор, синергетика и хаос.

Введение

Проблема низкой физической активности (ФА) перестала быть локальной и приобрела глобальный характер [1]. Низкая ФА с сочетанным действием неблагоприятных природно-климатических факторов способствует возникновению и развитию двигательных дисфункций позвоночного столба и крупных суставов, сопровождающихся распространенным миофасциальным болевым синдромом. В работе изучено влияние кинезитерапевтических упражнений на физиологические параметры организма женщин с выраженным миофасциальным болевым синдромом, постоянно проживающих в условиях Севера РФ.

Методы исследований

В исследовании участвовали 133 женщины в возрасте от 20 до 60 лет. Из них 76% составили женщины с низкой ФА. Нозологическая картина изучаемого контингента женщин была представлена распространенным миофасциальным болевым синдромом. Кинезитерапевтическое управляющее воздействие (КУВ) проводили на основе метода С.М. Бубновского [3]. Основу КУВ составляли занятия в реабилитационном зале на специальных многофункциональных тренажерах. Участницы занимались 3 раза в неделю, по 2–2,5 часа, в течение 4-х недель, что составляло 12 занятий, или один тренировочный курс. Оценку показателя подвижности позвоночного столба и тонуса мышц бедра женщин проводили при помощи пробы Лассега (оценка состояния седалищного нерва и мышц, сухожилий, фасций, связок задней поверхности бедра и ягодичной области). Параметры кардиореспираторной и вегетативной нервной системы изучали методом вариационной

пульсометрии по Р.М. Баевскому и соавт. Пульсограммы регистрировали с помощью пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С2» и обрабатывали on line по программе «ELOGRAPH» (Самара, РФ). Регистрировали число кардиоинтервалов (NN) – X1; уровень сатурации (SpO₂) – X2; показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) – X3 (отн. ед.); показатель активности парасимпатического отдела ВНС (отн. ед.) – X4; стандартное отклонение NN интервалов (SDNN) – X5, (мс); ЧСС, (уд/мин) – X6, очень низкочастотная компонента вариабельности сердечного ритма (VLF) – X7, (мс²); низкочастотная компонента (LF) ВСР, (мс²) – X8; высокочастотная компонента (HF) ВСР (мс²) – X9; показатель вагосимпатического баланса LF/HF, (отн. ед.) – X10; индекс напряжения Баевского (отн.ед) – X11.

Обработку полученных данных проводили при помощи методов описательной статистики с использованием пакета статистических программ Statistica 6.0.403.0. Рассчитывали среднее арифметическое – Ч, стандартное отклонение – SD, 0,95 доверительный интервал – 0,95 ДИ. Исследования параметров квазиаттракторов динамики поведения вектора состояния организма человека по нормированным данным кардиореспираторной и вегетативной нервной системы женщин до и после физической нагрузки осуществляли по методу В.М. Еськова [2].

Результаты исследований

Установлено, что после 3-12 курсов занятий кинезитерапевтическими упражнениями подвижность позвоночного столба женщин существенно увеличилась, а гипертонус мышц бедра по данным пробы Лассега – снижался (табл. 1).

Таблица 1

Влияние кинезитерапевтических упражнений на показатели подвижности позвоночного столба и тонус мышц бедра женщин (X±SD)

Статистические показатели	Проба Лассега, град. (n=82)				Гибкость позвоночника, сидя в наклоне вперед, град. (n=82)			
	Левая нога		Правая нога		К левой ноге		К правой ноге	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Среднее арифметическое <X>	83,2	97,6*	81,7	96,6*	93,2	77,3*	92,1	76,8*
Стандартное отклонение <SD>	12,9	11,2	15,8	12,4	12,9	7,3	13,2	8,0
0,95 доверительный интервал <DI>	80,4-86,1	95,1-100	78,2-85,2	93,9-99,3	90,4-96,1	75,6-78,9	89,2-95,0	75,1-78,6

Примечание: * – различия достоверны (p<0,001) между показателями до и после воздействия соответственно.

Кинезитерапевтическое управляющее воздействие сопровождалось существенными адаптационно-приспособительными реакциями кардиореспираторной и вегетативной нервной систем, направленными на обеспечение возросших энергетических и пластических запросов организма занимающихся женщин.

С использованием авторской программы было определено расстояние между центрами двух аттракторов движения вектора состояния организма женщин –

до и после кинезитерапии, где $Z_0=2,39$. Методом исключения отдельных признаков было установлено влияние X_i признака (в нашем случае это параметры кардиореспираторной и вегетативной нервной систем) на величину Z (расстояние между центрами аттракторов), с поэтапным исключением из расчета отдельных компонент вектора состояния организма женщин. Показано, что более значительным являлся признак $Z_{10}=1,69$ (показатель вагосимпатического баланса) и $Z_2=1,94$ (показатель уровня сатурации).

Именно при исключении этих признаков расстояние уменьшалось от исходного ($Z_0 = 2,39$) в 1,4 раза (при $Z_{10}=1,69$) и 1,2 раза (при $Z_2=1,94$).

Вместе с тем при анализе объемов квазиаттракторов важным оказался параметр $R_0=8,30\%$ (относительная погрешность), который показывает степень изменения объема аттракторов для каждого кластера до и после уменьшения размерности фазового пространства признаков. Установлено, что при исключении признаков наиболее значимым являлся признак $R_{10}= 1,55\%$ (показатель вагосимпатического баланса ВНС), именно при его исключении объем существенно уменьшался (табл. 2). При КУВ важно учитывать параметр вагосимпатического баланса. Этот показатель позволяет судить об уровне активации симпатического либо парасимпатического отдела ВНС.

Таблица 2

Результаты анализа исключения отдельных признаков параметров квазиаттракторов вектора состояния организма женщин до и после кинезитерапии

Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность	Показателей Z
$V_{y0} = 7,97 \cdot 10^{21}$	$V_{x0} = 8,69 \cdot 10^{21}$	$dif=7,22 \cdot 10^{20}$	$R_0= 8,30 \%$	2.39
$V_{y1} = 8,03 \cdot 10^{19}$	$V_{x1} = 8,76 \cdot 10^{19}$	$dif=7,28 \cdot 10^{18}$	$R_1= 8,30 \%$	2.39
$V_{y2} = 8,09 \cdot 10^{19}$	$V_{x2} = 8,76 \cdot 10^{19}$	$dif=6,70 \cdot 10^{18}$	$R_2= 7,65 \%$	1.94
$V_{y3} = 8,34 \cdot 10^{19}$	$V_{x3} = 8,90 \cdot 10^{19}$	$dif=5,51 \cdot 10^{18}$	$R_3= 6,19 \%$	2.33
$V_{y4} = 8,09 \cdot 10^{19}$	$V_{x4} = 8,82 \cdot 10^{19}$	$dif=7,33 \cdot 10^{18}$	$R_4= 8,30 \%$	2.31
$V_{y5} = 8,03 \cdot 10^{19}$	$V_{x5} = 8,82 \cdot 10^{19}$	$dif=7,90 \cdot 10^{18}$	$R_5= 8,95 \%$	2.34
$V_{y6} = 8,03 \cdot 10^{19}$	$V_{x6} = 8,76 \cdot 10^{19}$	$dif=7,28 \cdot 10^{18}$	$R_6= 8,30 \%$	2.38
$V_{y7} = 8,03 \cdot 10^{19}$	$V_{x7} = 8,82 \cdot 10^{19}$	$dif=7,90 \cdot 10^{18}$	$R_7= 8,95 \%$	2.39
$V_{y8} = 8,03 \cdot 10^{19}$	$V_{x8} = 8,76 \cdot 10^{19}$	$dif=7,28 \cdot 10^{18}$	$R_8= 8,30 \%$	2.39
$V_{y9} = 8,03 \cdot 10^{19}$	$V_{x9} = 8,76 \cdot 10^{19}$	$dif=7,28 \cdot 10^{18}$	$R_9= 8,30 \%$	2.39
$V_{y10} = 8,76 \cdot 10^{19}$	$V_{x10} = 8,89 \cdot 10^{19}$	$dif=1,38 \cdot 10^{18}$	$R_{10}= 1,55 \%$	1.69
$V_{y11} = 8,03 \cdot 10^{19}$	$V_{x11} = 8,76 \cdot 10^{19}$	$dif=7,28 \cdot 10^{18}$	$R_{11}= 8,30 \%$	2.39

Заключение

Таким образом, КУВ, разработанное на основе рекомендаций С.М. Бубновского [3], способствовало уменьшению миофасциальных болей, ригидности мышц и увеличению подвижности суставов позвоночного столба. Эффекты сопровождались соответствующими позитивными изменениями кардиореспираторной и вегетативной нервной систем. В целом можно заключить, что комплексное использование реабилитационных тренажеров на основе принципов атлетической гимнастики способствует предупреждению рецидивов миофасциальной боли у женщин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бальсевич В.К.* Онтокинезиология человека. – М.: Теория и практика физ. культ., 2000.
2. Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве: свидет. об офиц. рег. программы для ЭВМ №2006613212 / *В.М. Еськов* и др. // Бюл. «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топология интегральных микросхем», 2006, опубл. 13.09.06.
3. *Бубновский С.М., Бобков Г.А.* Анатомо-физиологические основы кинезитерапии. – М., 2008.

E-mail: logsi@list.ru.

УДК 612.82+543.21

О.А. Ведясова, д-р биол. наук, **В.Н. Голушков**, **А.А. Соколова**
(НИИ биофизики и медицинской кибернетики,
Сургутский государственный университет)

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ СУРГУТА И САМАРЫ

В рамках метода теории хаоса и синергетики выполнен системный анализ функциональных систем организма студентов в различных географических широтах (на примере г. Сургута и г. Самары). Дана количественная оценка параметрам квазиаттрактора поведения вектора состояния организма студентов по показателям кардио-респираторной системы.

Ключевые слова: функциональные системы, квазиаттракторы, кардио-респираторная система, вектор состояния организма студентов.

Введение

Организм человека является открытой системой, которая непрерывно обменивается с окружающей средой различными веществами и энергией. В этом обмене, необходимом для жизни в поддержании постоянства внутренней среды, принимают участие многочисленные органы и функциональные системы организма (ФСО). Центральная нервная система (ЦНС) в свою очередь обеспечивает слаженную работу различных функциональных систем организма, а вегетативная нервная система (ВНС) корректирует деятельность ФСО в соответствии с требованиями внутренней среды и внешними условиями [1, 2].

Наиболее доступная и неинвазивная методика исследования ряда показателей ВНС сводится к применению метода вариационной пульсометрии с определением ряда показателей функционального состояния ВНС, что и было использовано в настоящей работе. Известно, что ритм сердечных сокращений наиболее доступен для регистрации физиологическим параметром [1,2].

Основным критерием в вариационной пульсометрии является показатель колебаний длительности межимпульсовых интервалов по отношению к среднему уровню. В норме колебания носят относительно быстрый характер, и значительная вариабельность сердечного ритма может быть обусловлена вагусными влияниями. В этом случае превалирует тонус парасимпатического отдела ВНС (пока-