

## БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСИ СЕРДЦА УЧАЩИХСЯ ЮГРЫ

*Нифонтова О.Л., Привалова А.Г., Власова С.В., Юсифов Ю.А.*

*ГБОУ ВПО «Сургутский государственный педагогический университет ХМАО – Югры»*

*Динамика показателей биоэлектрического диполя сердца в различных популяциях школьников Среднего Приобья может быть описана с использованием нового метода идентификации параметров квазиаттракторов динамики поведения вектора состояния организма человека. Наиболее выраженные различия параметров квазиаттракторов вектора состояния организма школьников установлены в группах 11-14 лет.*

**Ключевые слова:** биоинформатика, электрическая ось сердца, векторкардиография, учащиеся, северный регион.

Сердце является весьма чувствительным индикатором всех происходящих в организме процессов. Ритм и сила сердечных сокращений, регулируемые через симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы, очень чутко реагируют на любые стрессовые воздействия. Возрастные морфологические особенности сердца находят свое отражение на электрокардиограмме, дающей достаточно полное представление о процессах возбудимости, проводимости и метаболизма миокарда [5, 6]. Наиболее доступным, объективным и информативным методом изучения биоэлектрической активности сердца являются методы электрокардиографии и векторкардиографии [1, 3, 4, 8].

Целью нашего исследования являлось выполнение системного анализа данных положения электрической оси сердца у детей школьного возраста 7-17 лет в зависимости от длительности проживания в гипокомфортных условиях Среднего Приобья. Всего в исследовании приняли участие 711 учащихся Муниципальных образовательных учреждений Сургутского района ХМАО-Югры (из них - 389 школьников ханты и 322 уроженцев Среднего Приобья). Исследования проводили в ноябре - феврале на базах медицинских кабинетов образовательных учреждений. Информацию о возрастных электрофизиологических особенностях получили при электрокардиографическом (ЭКГ) и векторкардиографическом (ВКГ) обследовании детей в состоянии покоя. Запись и анализ ЭКГ и ВКГ производили в первой половине дня с помощью аппаратно-программного комплекса «Анкар-131». Параметры ЭКГ и ВКГ регистрировали в положении лежа на спине, при

спокойном дыхании, после 15-минутного отдыха. Ребенок не делал глубоких вдохов, не кашлял, не сглатывал слюну, не разговаривал. Для конечностей применялись электроды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 25995, грудные – диаметром 25 мм. В кардиоанализаторе предусмотрена индикация качества наложения электродов. Электроды на конечности накладывались по общепринятой методике. Скорость записи составляла 50 мм/с и производилась в 12 отведениях. Полученные данные анализировались общепринятыми методами вариационной статистической обработки и программы идентификации квазиаттракторов вектора состояния организма детей в  $m$ -мерном фазовом пространстве, разработанную и запатентованную в НИИ Биофизики и медицинской кибернетики при Сургутском государственном университете [2].

Характер расположения сердца в грудной клетке а, следовательно, и основное направление его электрической оси зависит от телосложения ребенка [7]. В наших исследованиях величина электрической оси сердца (ЭОС) в группах 7-10, 11-14, 15-17-летних девочек и мальчиков ханты в среднем составила  $63,27 \pm 2,72^\circ$  и  $69,09 \pm 4,37^\circ$ ;  $64,60 \pm 2,27^\circ$  и  $65,38 \pm 2,50^\circ$ ;  $64,48 \pm 3,57^\circ$  и  $62,97 \pm 4,77^\circ$  соответственно. Индивидуальный анализ параметра (табл. 1) выявил следующее: в 7-10 лет в обеих половых группах преобладало вертикальное положение ЭОС, в 11-14 лет – нормальное, в 15-17 лет – у девочек ханты чаще встречалось нормальное положение ЭОС, а у мальчиков ханты – вертикальное. Частота встречаемости горизонтального положения ЭОС в группе девочек с возрастом снижалась, а в группе мальчиков ханты менялась

незначительно и оставалась в пределах 6-9%. Отклонение ЭОС влево (не попадая в сектор от  $-30^\circ$  до  $-90^\circ$ ) у школьников ханты встречалось редко: у девочек – по одному случаю в каждой возрастной группе, у мальчиков – два случая в старшем школьном возрасте. Отклонение ЭОС влево на  $-33^\circ$  выявлено у мальчика 9 лет. Отклонения ЭОС вправо регистрировались чаще как у мальчиков, так и у девочек, но с противоположной динамикой – у девочек с возрастом число случаев увеличивалось, а у мальчиков – снижалось. Отклонение ЭОС свыше  $+120^\circ$  выявлено нами у шести человек: двух 7-летних мальчиков, девочки и двух мальчиков 11-12 лет и мальчика 14 лет.

Вектор-электрокардиография регистрировала изменения положения ЭОС на плоскости.

Анализ данных горизонтальной проекции выявил достоверное смещение влево петли R в группе 11-14-летних мальчиков ханты с возрастом ( $p<0,05$ ). У девочек ханты петля T достоверно смещалась в влево как в 11-14 лет ( $p<0,001$ ), так и в 15-17 ( $p<0,001$ ) (табл. 2). В сагиттальной проекции у девочек ханты к 11-14 годам петля T отклонялась вправо ( $p<0,001$ ). В этой же группе во фронтальной проекции регистрировалось отклонение вправо петли QRS ( $p<0,05$ ). Во всех половозрастных группах в горизонтальной проекции отмечались отрицательные значения петли T.

Достоверные различия по полу обнаружены у 11-14-летних школьников ханты в параметрах петли QRS в сагиттальной плоскости ( $p<0,05$ ) и петли T во фронтальной плоскости ( $p<0,001$ ); у 15-17-летних – петли T в горизонтальной ( $p<0,001$ ) и фронтальной ( $p<0,05$ ) проекциях.

Отклонение ЭОС влево у школьников, уроженцев Среднего Приобья встречалось редко: у девочек – случаев не выявлено, у мальчиков – по два случая в каждой возрастной группе. Отклонение ЭОС влево, попадая в сектор от  $-30^\circ$  до  $-90^\circ$ , выявлено у двух мальчиков 8 и 9 лет, и двух девочек 15 и 16 лет. У мальчиков частота встречаемости отклонений ЭОС вправо увеличивалась, а у девочек возрастала к 11-14 годам. Отклонение ЭОС свыше  $+120^\circ$  выявлено нами у пяти человек – девочек 8 и 12 лет и мальчиков 11, 13 и 14 лет (табл. 3).

Результаты, полученные по данным вектор электрокардиографии свидетельствовали о том, что к 11-14 годам волна возбуждения по петле QRS в горизонтальной проекции смещалась вправо как в группе мальчиков ( $p<0,001$ ), так и в группе девочек ( $p<0,01$ ). Петля T к этому возрасту достоверно отклонялась влево ( $p<0,001$  и  $p<0,01$  соответственно). У мальчиков это смещение продолжалось и в 15-17 лет ( $p<0,05$ ) (табл. 4). В сагиттальной проекции у мальчиков, уроженцев Среднего Приобья к 11-14 годам петля T отклонялась вправо ( $p<0,05$ ). В группе девочек во фронтальной проекции отмечалось отклонение вправо петли QRS ( $p<0,001$ ). Во всех половозрастных группах в горизонтальной проекции регистрировались отрицательные значения петли T. При сравнении показателей между мальчиками и девочками выявлены достоверные различия в параметрах петли QRS у 11-14-летних школьников в сагиттальной плоскости ( $p<0,05$ ) и у 15-17-летних в горизонтальной ( $p<0,05$ ), и петли T в горизонтальной проекции у 15-17-летних школьников ( $p<0,05$ ).

При межпопуляционном анализе обсуждаемых параметров нами установлены достоверные различия у мальчиков в горизонтальной проекции петли QRS в 7-10 лет ( $p<0,05$ ) и петли T в 11-14 лет ( $p<0,05$ ).

При сравнении параметров квазиаттракторов ВКГ установлено, что школьницы 7-10 лет имели наиболее выраженные различия по показателю асимметрии. У девочек, уроженок Среднего Приобья данной возрастной группы идентифицированы следующие параметры квазиаттракторов: объем многомерного параллелепипеда составил  $4,56e+019$ , показатель асимметрии  $rX=99,52$ . У девочек ханты эти показатели выше: General V value:  $1,33e+020$ ,  $rX=151,14$  (табл. 5, 6).

В группе уроженок Среднего Приобья среднего школьного возраста General V value:  $3,12e+020$ , а показатель асимметрии максимальный для всех возрастных групп ( $rX=160,16$ ). У девочек ханты объем квазиаттрактора отличался незначительно и составлял  $1,92e+020$ , а показатель асимметрии  $rX=147,16$ .

В 15-17 лет у девочек, уроженок Среднего Приобья объем квазиаттрактора максимальный для всех сравниваемых групп

( $9,81e+020$ ), а показатель асимметрии -  $rX = 140,63$ . У девочек ханты объем квазиаттрактора на порядок меньше –  $6,42e+019$  как и показатель асимметрии ( $rX=131,00$ ).

У мальчиков 7-10 лет объем многомерного параллелепипеда, ограничивающего квазиаттрактор движения вектора состояния системы составлял у уроженцев Среднего Приобья  $1,53e+020$ , а показатель асимметрии являлся минимальным для всех групп ( $rX=108,51$ ) (табл. 7, 8).

У мальчиков ханты объем квазиаттрактора был на порядок выше ( $2,17e+021$ ), а показатель асимметрии отличается незначительно ( $rX=116,41$ ).

В среднем школьном возрасте как общий объем, так и показатель асимметрии были значительно больше в группе уроженцев Среднего Приобья, чем у мальчиков ханты (General V value:  $6,99e+021$  и  $rX=173,12$ , против General V value:  $3,90e+020$  и  $rX=117,94$ , соответственно). В возрасте 15-17 лет у уроженцев Среднего Приобья General V value:  $8,95e+020$ , а  $rX=170,23$ , что незначительно превышало показатели параметров квазиаттракторов ханты (General V value:  $1,82e+020$  и  $rX=155,94$ ).

Таким образом, углубленный анализ отклонения биоэлектрического диполя сердца на доврачебном этапе позволил выявить различную популяционную динамику, характерную для относительно здоровых сельских школьников аборигенов первого поколения и школьников ханты 7-17 лет постоянно проживающих в климатических условиях нашего региона. Наиболее выраженные различия параметров квазиаттракторов вектора состояния организма школьников установлены в группах 11-14 лет.

### Литература

1. Буганов А.А., Уманская Е.Л., Саламатина Л.В. Вопросы профилактической кардиологии в экологически нестабильном районе Крайнего Севера. – Надым, 2000. – 204 с.
2. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Синергетика в клинической кибернетике. Часть 1. Теоретические основы системного синтеза и исследований хаоса в биомедицинских системах. – Самара: ООО «Офорт», 2006. - 223 с.

3. Макаров Л.М. ЭКГ в педиатрии. – М.: ИД «Медпрактика-М», 2002. – 274 с.
4. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
5. Нифонтова О.Л., Корчина Т.Я., Сорокун И.В., Власова С.В. Системный анализ амплитудных и временных показателей электрокардиографии школьников Среднего Приобья // В мире научных открытий, 2012. – № 2.2 (26). – С.204-223.
6. Нифонтова О.Л., Привалова А.Г., Малинкин С.В., Химикова О.И. Биоинформационный анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников – коренных жителей Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2012. – Т.ХVIII, №2. – С.422.
7. Осколкова М.К., Куприянова О.О. Электрокардиография у детей. – М.: МЕДпресс, 2001. – 352 с.
8. Тупицын И.О., Андреева И.Г., Безобразова В.Н., Догадкина С.Б., Кмить Г.В., Рублева Л.В. Развитие системы кровообращения // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. – М.: Образование от А до Я, 2000. – 319 с.

### BIOINFORMATION ANALYSIS OF CHAOTIC DYNAMICS OF ELECTRIC HEART AXIS IN UGRA PUPILS

*Nifontova O.L., Privalova A.G., Vlasova S.V., Yusifov Yu. A.*

*Surgut State Pedagogical University, Surgut*

#### Abstract

*Dynamics of electrobiological heart dipole in various populations of pupils from the Middle Priob'ye can be described by new method of identification of quasi-attractor parameters. More marked differences have been revealed in quasi-attractor parameters of a state vector of pupils in 11-14 age-groups.*

**Keywords:** *bioinformatics, electric heart axis, cardiography vector, pupils, North.*

Таблица 1

Частота встречаемости положения ЭОС у школьников ханты 7-17 лет.

Возраст, лет	Пол (n)	1		2		3		4		5	
		Факт.	%	Факт.	%	Факт.	%	Факт.	%	Факт.	%
7-10	Д (n=73)	27	36,99	32	43,84	7	9,59	1	1,37	6	8,21
	М (n=54)	18	33,33	23	42,59	4	7,41	-	-	5	9,26
11-14	Д (n=100)	49	49,00	35	35,00	5	5,00	1	1,00	9	9,00
	М (n=83)	45	54,22	27	32,53	5	6,02	-	-	3	3,62
15-17	Д (n=44)	22	50,00	14	31,82	2	4,55	1	2,27	5	11,36
	М (n=35)	11	31,43	17	48,57	3	8,58	2	5,71	2	5,71

Примечание: 1 – нормальное; 2 – вертикальное; 3 - горизонтальное; 4 – отклонение влево; 5 – отклонение вправо.

Таблица 2

Показатели ВКГ у школьников ханты 7-17 лет (M±m).

Возр., лет	Пол (n)	Horizontal			Sagittal			Frontal		
		P°	QRS°	T°	P°	QRS°	T°	P°	QRS°	T°
7-10	Д (n=73)	9,20 ±6,74	29,86 ±2,73	-7,09 ±2,02	56,65 ±10,23	45,55 ±4,67	109,09 ±5,95	18,62 ±7,04	32,57 ±2,37	17,50 1,09
	М (n=54)	14,11 ±9,63	39,66 ±4,56	-10,87 ±3,90	40,58 ±12,71	46,66 ±4,40	119,42 ±4,25	5,57 ±9,35	38,89 ±5,93	23,17 ±3,10
11-14	Д (n=100)	-1,32 ±6,00	35,04 3,06	-19,57 1,36***	51,22 ±9,10	54,54 ±2,66	129,75 ±4,65**	15,34 ±6,13	41,02 ±2,52•	17,92 0,96
	М (n=83)	-10,89 ±6,05•	38,49 ±2,83	-17,66 ±1,95	32,39 ±12,20	45,82 * ±2,78	122,84 ±4,85	8,67 ±6,71	34,96 ±3,49	22,80* * ±1,03*
15-17	Д (n=44)	-4,16 ±8,06	41,73 ±5,07	-21,57 ±1,99	36,66 ±16,36	53,09 ±4,09	115,77 ±12,23	15,77 ±8,64	48,64 ±4,30	16,18 ±1,72
	М (n=35)	-15,28 ±10,31	45,61 ±4,14	-35,00*** ±2,31**	37,44 ±18,18	41,50 ±5,07	137,67 ±9,28	12,67 ±11,04	34,22 ±6,02	22,19* ±2,12

Примечание: horizontal – горизонтальная плоскость; sagittal – сагиттальная плоскость; frontal – фронтальная плоскость; P°, QRS°, T° - петли ВКГ; достоверность различий между группами по полу: \* - p<0,05, \*\* - p<0,01, \*\*\* - p<0,001; по сравнению с предыдущей возрастной группой: • - p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001.

Таблица 3

Частота встречаемости положения ЭОС у школьников, уроженцев Среднего Приобья 7-17 лет.

Возраст, лет	Пол	1		2		3		4		5	
		Факт.	%	Факт.	%	Факт.	%	Факт.	%	Факт.	%
7-10	Д (n=52)	18	34,62	26	50,00	4	7,69	-	-	3	5,77
	М (n=49)	20	40,82	21	42,86	-	-	2	4,08	4	8,16
11-14	Д (n=59)	22	32,29	23	38,98	2	3,39	-	-	11	18,64
	М (n=59)	21	35,59	20	33,90	5	8,48	2	3,39	8	13,56
15-17	Д (n=52)	19	36,54	24	46,15	2	3,85	-	-	5	9,62
	М (n=51)	22	43,14	17	33,33	1	1,96	2	3,92	9	17,65

Таблица 4

Показатели ВКГ у школьников, уроженцев Среднего Приобья 7-17 лет (M±m).

Возраст, лет	Пол (n)	Horizontal			Sagittal			Frontal		
		P°	QRS°	T°	P°	QRS°	T°	P°	QRS°	T°
7-10	Д n=52	-9,52 ±6,23	26,00 ±3,11	-11,33 ±2,38	28,15 ±14,80	55,13 ±4,73	104,19 ±8,91	17,02 ±6,62	30,19 ±2,20	15,15 ±1,82
	М n=49	4,53 ±8,83	22,24 ±5,76	-11,16 ±2,44	63,90 ±12,59	49,82 ±6,89	112,80 ±5,30	20,80 ±8,67	32,90 ±3,39	19,35 1,15
11-14	Д n=59	8,64 ±7,17	40,15** ±3,39	-21,56** ±3,08	51,15 ±12,56	52,32* ±3,57	112,07 ±10,86	17,49 ±7,17	44,56*** ±2,54	17,49 ±2,16
	М n=59	5,00 ±7,45	46,02** ±4,19	-28,37*** ±4,02	41,88 ±11,87	34,90 ±5,93	131,12• ±6,01	10,46 ±8,63	32,66 ±6,10	18,92 ±2,53
15-17	Д n=52	5,31 ±9,96	35,69 ±4,40	-29,94* ±3,35	52,27 ±13,61	53,12 ±4,14	104,71 ±16,28	11,42 ±9,95	40,67 ±4,48	10,19 ±3,56
	М n=51	-10,51 ±6,38	48,67* ±4,47	-39,14• ±2,67	52,33 ±13,78	41,71 ±4,30	138,88 ±9,17	29,69 ±7,66	44,00 ±4,37	18,78 ±3,65

Таблица 5

Параметры квазиаттракторов ВСО девочек 7-17 лет (координаты вектора – параметры ВКГ).

Уроженки Среднего Приобья	Ханты
7-10 лет	
General asymmetry value rX = 99.52 General V value : 4.56e+019	General asymmetry value rX = 151.14 General V value : 1.33e+020
11-14 лет	
General asymmetry value rX = 160.16 General V value : 3.12e+020	General asymmetry value rX = 147.16 General V value : 1.92e+020
15-17 лет	
General asymmetry value rX = 140.63 General V value : 9.81e+020	General asymmetry value rX = 131.00 General V value : 6.42e+019

Таблица 7

Параметры квазиаттракторов ВСО мальчиков 7-17 лет (координаты вектора – параметры ВКГ).

Уроженки Среднего Приобья	Ханты
7-10 лет	
General asymmetry value rX = 108.51 General V value : 1.53e+020	General asymmetry value rX = 116.41 General V value : 2.17e+021
11-14 лет	
General asymmetry value rX = 173.12 General V value : 6.99e+021	General asymmetry value rX = 117.94 General V value : 3.90e+020
15-17 лет	
General asymmetry value rX = 170.23 General V value : 8.95e+020	General asymmetry value rX = 155.94 General V value : 1.82e+020