

УДК 612.1/8

БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У МУЖЧИН С ПРИОБРЕТЕННЫМИ И ОБУСЛОВЛЕННЫМИ ДИСПЛАЗИЕЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

^{1,2}Попова М.А., ²Дронь А.Ю., ²Говорухина А.А.

¹ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры», Сургут, e-mail: m_a_popova@mail.ru;

²ГОУ ВПО ХМАО-Югры «Сургутский государственный педагогический университет», Сургут, e-mail: leeg86rus@mail.ru

Изучено состояние сердечно-сосудистой системы у 138 мужчин молодого возраста, имеющих пространственные функциональные нарушения позвоночника (ФНП), из них у 74 обследованных, обусловленных дисплазиями соединительной ткани (ДСТ), верифицированных по наличию дополнительных соединительнотканых образований в сердце с помощью эхокардиографии. Определяли показатели сканограммы позвоночника, электрокардиографии, эхокардиографии, вариабельности ритма сердца. Для анализа результатов использованы традиционные статистические методы и биоинформационный анализ с определением квазиаттракторов (КА) вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в фазовом пространстве состояний. Показано, что мужчины с ФНП, обусловленными ДСТ, имеют более выраженные пространственные изменения позвоночника, повышение симпатической активации и гиперфункцию миокарда, но более устойчивое состояние ВСОЧ, чем при приобретенных ФНП. Это позволяет рассматривать симпатическую активацию и увеличение показателей систолической функции левого желудочка, как механизмы повышения адаптационных резервных возможностей сердечно-сосудистой системы при ФНП, обусловленных ДСТ.

Ключевые слова: функциональные нарушения позвоночника, дисплазия соединительной ткани, вариабельность сердечного ритма, эхокардиография, фазовое пространство состояний, вектор состояния организма человека, мужчины молодого возраста

BIOINFORMATIC ANALYSIS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN MEN WITH THE ACQUISITION AND THE RESULTING CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA FUNCTIONAL CHANGES VERTEBRAE

^{1,2}Popova M.A., ²Dron A.J., ²Govorukhina A.A.

¹Surgut State University HMAO-Yugra, Surgut, e-mail: m_a_popova@mail.ru;

²Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: leeg86rus@mail.ru

The state of the cardiovascular system in 138 young men having the spatial functional impairment spine (PNP), of whom 74 surveyed due to connective tissue dysplasia (CTD), verified by the presence of more connective tissue formations in the heart by echocardiography. Parameters of the spine scans, electrocardiography, echocardiography, heart rate variability, to analyze the results with traditional statistical methods and bioinformatic analysis with quasi-attractors (KA) of the state vector of the human body (VSOCH) in the phase space of states. It is shown that men with FNP caused by the DST to have a more pronounced spatial changes of the spine, increased sympathetic activation and hyperactivity infarction, but a more stable state VSOCH than when purchased by the PNP. This allows us to consider sympathetic activation and increased systolic function of the left ventricle, as a mechanism for increasing the adaptive reserve capacity of the cardiovascular system in the PNP due to DST.

Keywords: functional disorders of the spine, connective tissue dysplasia, heart rate variability, echocardiography, the phase space of states, the state vector of the human body, younger men

Позвоночник вместе с сердечно-сосудистой и нервно-мышечной системами составляет единую биологическую функциональную систему, которая очень быстро реагирует на любое заболевание организма, поскольку регулирует деятельность внутренних органов и периферическую иннервацию. Образование дефектов осанки вызывает в органах или тканях нарушение анатомической целостности, физиологических функций и сопровождается как местной, так и общей реакцией со стороны различных систем организма [1, 2]. По данным медицинских исследований у 70% больных, приходящих впервые к кардио-

логу с такими симптомами, как изменения ритма или боли в сердце, выявляются изменения верхнего отдела позвоночника [2, 3].

Под «функциональными нарушениями позвоночника» понимают, прежде всего, обратимые нарушения, то есть временно ограниченные возможности позвоночника, которые являются проявлением функциональных блоков в позвоночно-двигательных сегментах, которые встречаются как при здоровом позвоночнике, так и при наличии морфологических причин (остеохондроз) [1].

Функциональные системы организма имеют компартментно-кластерную орга-

низацию, т.е. являются биологическими динамическими системами. Для оценки различных режимов поведения функциональных систем организма проводится анализ параметров движения вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в фазовом пространстве состояний [4].

Для комплексной оценки состояния сердечно-сосудистой системы при пространственных функциональных изменениях позвоночника целесообразно использование многофакторного анализа динамики поведения, движения квазиаттракторов (КА) вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в многомерном фазовом пространстве состояний.

Цель исследования: определить влияние приобретенных и обусловленных дисплазией соединительной ткани пространственных функциональных нарушений позвоночника на морфофункциональные показатели сердца, вариабельность сердечного ритма, вектор состояния организма человека в фазовом пространстве состояний.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено в научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья» ГОУ ВПО «Сургутский государственный педагогический университет» в 2009-2012 гг.

Критерии включения: мужской пол, возраст от 17 до 25 лет (студенты); критерии исключения: органические заболевания позвоночника (остеохондроз, травмы).

Обследовано 138 мужчин, средний возраст $20,5 \pm 1,7$ лет. Получено информированное согласие всех обследованных лиц на инструментальное обследование, использование результатов для статистического анализа.

Функциональное состояние позвоночника оценивали с помощью компьютерного комплекса «МБН-БИОМЕХАНИКА», модуль «сканер позвоночника» (Россия) предназначенного для трёхмерной пространственной регистрации конфигурации позвоночника, тазового и плечевого пояса, нижних конечностей

и других частей тела в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостях.

Эхокардиографические показатели исследовали с помощью ультразвукового аппарата экспертного класса «Acuson Sequoia 512» (USA) в М, В- и доплеровском режимах с использованием ультразвукового датчика с частотой 3,5 МГц по стандартной методике с учетом рекомендаций Американского эхокардиографического общества.

Электрокардиографию (ЭКГ) и кардиоритмографию (КРГ) – спектральный и временной анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) проводили на электрокардиографе «Поли-Спектр» компании «Нейро-Софт» в соответствии со стандартом «Вариабельность ритма сердца. Стандарт измерения, физиологической интерпретации и клинического исследования» [6]. Программа дополнительно рассчитывала показатели вариационной пульсометрии по методу Р.М. Баевского (2002) [6].

На основании результатов сканирования позвоночника и эхокардиографии выделено 2 группы – 74 мужчины с изолированными пространственными функциональными нарушениями позвоночника (ФНП) и 64 мужчины, имеющие ФНП, обусловленными ДСТ в сочетании с дополнительными соединительнотканями в сердце (дополнительные хорды в левом желудочке, пролапс митрального клапана).

Систематизация материала и статистические расчеты проводились с помощью программ «Statistica 8.0». Расчет параметров квазиаттракторов (КА) поведения ВСОЧ проводили с помощью авторской запатентованной программы «Identity», обеспечивающей идентификацию параметров КА поведения вектора состояния биосистем в m-мерном фазовом пространстве, предназначенной для исследования систем с хаотической организацией [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Трёхмерное сканирование позвоночного столба выявило пространственные ФНП той или иной степени выраженности у всех 138 обследованных мужчин.

Результаты ЭКГ у мужчин с изолированными ФНП и мужчин, имеющих сочетание ФНП и ДСТ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели электрокардиографии у мужчин при изолированных функциональных нарушениях позвоночника и их сочетании с дисплазиями соединительной ткани сердца (M±SD)

Показатели	ФНП n = 64	ФНП+ДСТ n = 74
ЧСС, уд/мин	67,0±1,60	71,4±1,47*
R-R ср, мс	915,7±22,95	851,1±16,96*
P, мс	120,7±11,78	108,6±1,25
P-R(P-Q), мс	160,2±10,96	146,4±3,25
QRS, мс	102,0±2,29	101,2±1,94
QT, мс	394,6±4,61	381,5±3,56*
QTc, мс	414,4±4,54	413,8±2,62
Ось QRS, мс	51,3±10,20	64,8±8,28

Примечание. * $p \leq 0,05$ – достоверность различий между мужчинами с ФНП+ДСТС и ФНП.

Достоверные различия между группами установлены по показателям R-R ср ($p=0,024$), QT ($p=0,026$).

По показателям ЭКГ были рассчитаны объемы квазиаттрактора (КА) вектора состояния организма человека (ВСОЧ) у мужчин, имеющих изолированные ФНП и ФНП, обусловленными ДСТ (табл. 2, рис. 1).

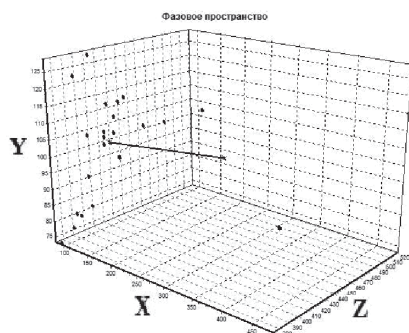
Установлено, что общий объем параллелепипеда (Vx), ограничивающего КА у мужчин, имеющих сочетание ФНП и ДСТС был на 2 порядка меньше такового у мужчин с изолированными ФНП. Меньший объем КА свидетельствует о снижении хаотичности изучаемых показателей у мужчин с ФНП и ДСТ.

Таблица 2

Объемы квазиаттракторов показателей электрокардиографии в 8-мерном фазовом пространстве у мужчин при изолированных функциональных нарушениях позвоночника и их сочетании с дисплазиями соединительной ткани

ФНП	ФНП+ДСТ
Количество измерений $n = 64$ Размерность фазового пространства = 8	Количество измерений $n = 74$ Размерность фазового пространства = 8
General asymmetry value $rX = 226,01$ General V value $vX = 3,49 \cdot 1015$	General asymmetry value $rX = 33,75$ General V value $vX = 3,87 \cdot 1013$

a



б

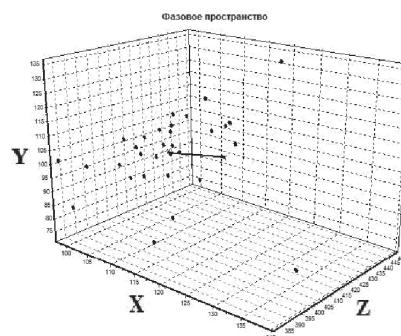


Рис. 1. 3-мерные квазиаттракторы показателей электрокардиографии у мужчин: а – при изолированных функциональных нарушениях позвоночника; б – при сочетании функциональных нарушениях позвоночника с дисплазиями соединительной ткани сердца: ось x – зубец P; ось y – интервал QT; ось z – комплекс QRS

Общий показатель асимметрии rX в группе с изолированными ФНП был в 6,7 раза выше, чем у мужчин с сочетанием ФНП и ДСТ, что указывает на меньший разброс стохастических и хаотических параметров квазиаттракторов при сочетании ФНП и ДСТ.

По данным проведенного эхокардиографического исследования у 64 обследованных мужчин были выявлены соединительнотканые дисплазии сердца в 54% случаев, среди них: 19% – дополнительная хорда левого желудочка, 16% – пролапс митрального клапана, 10% – сочетание дополнительной хорды левого желудочка и пролапса митрального клапана, 6% – две дополнительные хорды левого желудочка, 2% – недостаточность митрального клапа-

на и 1% – удлиненный евстахиевый клапан.

Эхокардиографические показатели мужчин с изолированными ФНП и мужчин, имеющих ФНП в сочетании с ДСТ сердца представлены в табл. 3.

Систолическое давление в легочной артерии было достоверно выше в группе мужчин с ФНП и ДСТ ($p=0,015$). В группе мужчин с сочетанием ФНП и ДСТ сердца средние показатели массы миокарда левого желудочка ($p=0,004$) и индекса массы миокарда левого желудочка ($p=0,019$), были достоверно больше, чем при изолированных ФНП, однако в обеих группах не превышали физиологических величин.

Показатели систолической функции левого желудочка – $УО_{ЛЖ}$ ($p=0,046$) и $ФВ_{ЛЖ}$

($p=0,048$) были достоверно выше в группе мужчин с сочетанием ФНП при ДСТ, что может свидетельствовать о компенсаторной гиперфункции миокарда в ответ на наличие дополнительных образований

в сердце и изменение геометрии левого желудочка.

Результаты расчета ВСОЧ на основании показателей эхокардиографии представлены в табл. 4 и на рис. 2.

Таблица 3

Эхокардиографические морфофункциональные показатели у мужчин при изолированных функциональных нарушениях позвоночника и их сочетании с соединительнотканными дисплазиями сердца ($M \pm SD$)

Показатели	ФНП	ФНП+ДСТ
	$n = 64$	$n = 74$
Фиброзное кольцо аорты, см	2,2±0,04	2,1±0,04
Синус Вальсальвы, см	2,7±0,04	2,6±0,06
Восходящая аорты, см	2,4±0,03	2,2±0,04*
Дуга аорты, см	2,2±0,03	2,2±0,03
Нисходящая аорта, см	2,1±0,03	2,1±0,03
V_{Ao} , м/с	1,4±0,03	1,4±0,04
Левое предсердие, см	2,9±0,18	2,8±0,06
Конечнодиастолический размер ЛЖ, см	4,5±0,14	4,7±0,07
Конечносистолический размер ЛЖ, см	2,9±0,06	2,9±0,06
Конечнодиастолический объем ЛЖ, мл	100,3±4,74	105,0±3,19
Конечносистолический объем ЛЖ, мл	34,3±1,99	33,4±1,35
Ударный объем ЛЖ, мл	65,7±2,62	72,6±2,26*
Фракция выброса ЛЖ, %	66,0±0,96	68,3±0,72*
Фракция укорочения ЛЖ, %	40,3±2,43	38,4±0,62
Межжелудочковая перегородка, см	0,9±0,01	0,9±0,01
Задняя стенка ЛЖ, см	0,8±0,02	0,8±0,02
Масса миокарда ЛЖ, г	111,5±4,22	129,3±4,20
Индекс массы миокарда ЛЖ, г/м ²	66,1±2,42	72,9±1,98*
E/A_{MK}	1,6±0,05	1,5±0,07
Правое предсердие, см	2,7±0,06	2,8±0,04
Правый желудочек, см	2,3±0,05	2,3±0,04
E/A_{TK}	1,4±0,05	1,4±0,07
Легочная артерия, ФК, см	2,1±0,04	2,1±0,04
Систолическое давление в легочной артерии, мм рт. ст.	11,3±0,72	13,7±0,61*
V_{LA} , м/с	1,2±0,30	0,9±0,02

Примечание. ДСТС – соединительнотканые дисплазии сердца; ФНП – функциональные нарушения позвоночника; ЛЖ – левый желудочек; * $p \leq 0,05$ – достоверность различий между мужчинами с ФНП+ДСТС и ФНП.

Таблица 4

Объемы квазиаттракторов показателей эхокардиографии в 25-мерном фазовом пространстве состояний при изолированных функциональных нарушениях позвоночника и их сочетании с дисплазиями соединительной ткани сердца

ФНП	ФНП+ДСТ
Количество измерений N = 64 Размерность фазового пространства = 25	Количество измерений N = 74 Размерность фазового пространства = 25
General asymmetry value rX = 75,51 General V value vX = $6,76 \cdot 10^{24}$	General asymmetry value rX = 9,96 General V value vX = $8,38 \cdot 10^{13}$

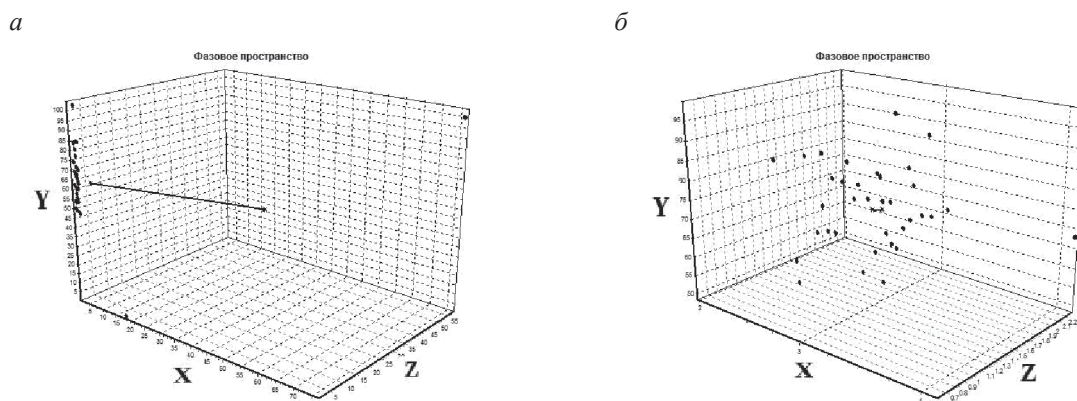


Рис. 2. 3-х мерные квазиаттракторы показателей эхокардиографии у мужчин: а – при изолированных функциональных нарушениях позвоночника; б – при сочетании функциональных нарушениях позвоночника с дисплазиями соединительной ткани сердца ось x – КСР ЛЖ; ось y – отношение E/A; ось z – ИММ ЛЖ

При сравнении объемов КА было установлено, что общий объем параллелепипеда (Vx), ограничивающего КА у мужчин с сочетанием ФНП и ДСТ по показателям эхокардиографии был на 11 порядков меньше аналогичного у мужчин с изолированными ФНП. Меньший объем КА свидетельствует о снижении хаотичности изучаемых показателей у мужчин с ФНП и ДСТ.

Общий показатель асимметрии rX для мужчин с изолированными ФНП был в 7,6 раза выше, чем таковой у мужчин с ФНП и ДСТ, что указывает на меньший разброс стохастических и хаотических параметров квазиаттракторов у мужчин с сочетанием ФНП и ДСТ. Из этого

следует, что адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы в группе мужчин с сочетанием ФНП и ДСТ изменяются с уменьшением уровня флуктуации параметров ВСОЧ в фазовом пространстве состояний.

Показатели временного анализа кардиоинтервалографии мужчин, имеющих ФНП и ДСТ по сравнению с изолированными ФНП были достоверно ниже по величине SDNN ($p=0,031$) и параметрам, оценивающим высокочастотные составляющие спектра – RMSSD ($p=0,009$) и PNN50 ($p=0,031$), которые косвенно отражают активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (табл. 5).

Таблица 5

Показатели временного анализа кардиоинтервалограммы у мужчин при изолированных функциональных нарушениях позвоночника и их сочетаниях с соединительнотканскими дисплазиями сердца (M±SD)

Показатели	ФНП	ФНП+ДСТ
	n = 64	n = 74
R-R min, мс	677,9± 21,73	646,3± 20,01
R-R max, мс	1108,3± 27,01	1035,5± 18,65*
RRNN, мс	907,0±21,55	850,7±16,15*
SDNN, мс	66,5±3,26	57,3±2,68*
RMSSD, мс	63,2±5,02	47,9±3,05**
Pnn50, %	30,1±2,49	22,7±2,27*
CV, %	7,3±0,33	6,7±0,26

Примечание. * $p \leq 0,05$, ** $p < 0,01$ – достоверность различий между группами с ФНП+ДСТ и ФНП.

Для расчета параметров КА движения вектора функционального состояния сердечно-сосудистой системы у мужчин с изолированными ФНП мужчин с сочетанием ФНП и ДСТ нами были использованы показатели временного анализа (табл. 6, рис. 3).

При сопоставлении объемов КА было установлено, что общий объем параллелепипеда (Vx), ограничивающего КА у мужчин с сочетанием ФНП и ДСТ был на

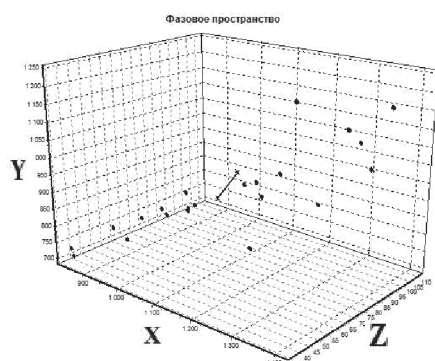
порядок меньше такового у мужчин с изолированными ФНП, что свидетельствует о снижении хаотичности показателей временного анализа при ФНП и ДСТ. Общий объем Vx и показатель асимметрии rX при изолированных ФНП были выше, чем при сочетании ФНП и ДСТС, что указывает на меньший разброс стохастических и хаотических параметров аттракторов у мужчин с сочетанием ФНП и ДСТС.

Таблица 6

Объемы квазиаттракторов показателей кардиоинтервалограммы в 7-мерном фазовом пространстве состояний у мужчин при изолированных функциональных нарушениях позвоночника и их сочетаниях с дисплазиями соединительной ткани сердца

ФНП	ФНП+ДСТ
Количество измерений N = 64 Размерность фазового пространства = 7	Количество измерений N = 74 Размерность фазового пространства = 7
General asymmetry value rX = 128,67 General V value vX = $1,35 \cdot 10^{15}$	General asymmetry value rX = 112,40 General V value vX = $3,33 \cdot 10^{14}$

а



б

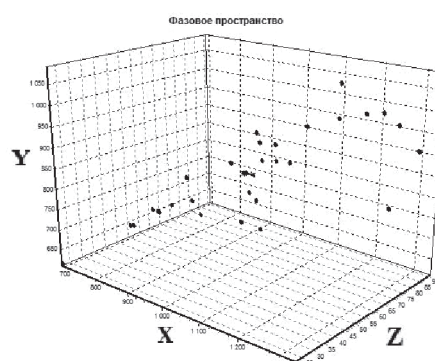


Рис. 3. 3-мерные квазиаттракторы показателей временного анализа кардиоинтервалограммы у мужчин:

а – при изолированных функциональных нарушениях позвоночника; б – при сочетании функциональных нарушениях позвоночника с дисплазиями соединительной ткани сердца
ось x – R-Rmax, мс; ось y – SDNN, мс; ось z – RRNN, мс

Однонаправленное уменьшение V_x и сужение $гХ$ КА вектора состояния параметров свидетельствует об изменении адаптивных возможностей и уменьшении уровня флуктуации ВСОЧ в ФПС при сочетании ФНП и ДСТ по сравнению с изолированными ФНП. Увеличение V_x и $гХ$ КА вектора состояния вегетативной нервной системы при сочетании ФНП и ДСТ по сравнению с изолированными ФНП, количественно отражает степень напряжения процессов адаптации вегетативной нервной системы и увеличение меры хаотичности системы в ФПС в ответ на дополнительные соединительнотканые образования в сердце.

Заключение

Многофакторный биоинформационный анализ показал, что у мужчин с сочетанием функциональных нарушений позвоночника и дисплазий соединительной ткани сердца наблюдается повышение симпатической активности вегетативной нервной системы, гиперфункция миокарда с увеличением его массы, увеличение давления в легочной артерии, при этом наблюдается более стабильное поведение вектора состояния сердечно-сосудистой системы организма по сравнению с группой мужчин, имеющих изолированные функциональные

нарушения позвоночника. Это позволяет рассматривать симпатическую активацию и увеличение показателей систолической функции левого желудочка, как механизмы повышения адаптационных резервных возможностей сердечно-сосудистой системы при функциональных нарушениях позвоночника, обусловленных дисплазией соединительной ткани.

Список литературы

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский, Д.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин: Методические рекомендации. – М., 2002. – 53 с.
2. Брегг П.С. Позвоночник – ключ к здоровью / П.С. Брегг. – М.: Просвещение, 2002. – 162 с.
3. Еськов В.М. Идентификация параметров порядка (наиболее значимых диагностических признаков) вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве / В.М. Еськов, М.Я. Брагинский, А.С. Ануфриев и др. / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007614714, РОСПАТЕНТ. – М., 2007.
4. Земцовский Э.В. Диспластические синдромы. Диспластическое сердце / Э.В. Земцовский. – СПб.: Изд-во «Ольга», 2007. – 80 с.
5. Прокоп Д. Наследственные болезни соединительной ткани / Д. Прокоп, Х. Кюваниеми, Дж. Тромп // В кн.: Т.Р. Харрисон. Внутренние болезни. – М.: Практика, 2002. – С. 2646-2660.
6. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. // *Circulation*. – 1996. – P. 1043-1065.