

# EVOLUTION OF CARDIOVASCULAR DISORDERS IN REMOTE PERIOD AFTER CHORNOBYL ACCIDENT IN CHILDREN AND ADOLESCENT EVACUATED FROM ZHITOMIR AREA

T.A. Kostenko  
Institute of Children and Adolescents Health Care,  
61153 Kharkiv, 50-riccha VLKSM 52 A,  
tel.: (044) 62-30-86, 62-11-50  
E-mail: iozdp@ic.Kharkov.ua

# ЭВОЛЮЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ, ЭВАКУИРОВАННЫХ ИЗ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ, В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Т.А. Костенко  
Институт охраны здоровья детей и подростков,  
отделение педиатрии,  
61153 г. Харьков, 50 -лет ВЛКСМ, 52 А  
тел. (044) 62-30-86, 62-11-50  
E-mail: iozdp@ic.Kharkov.ua

## Abstract.

The work under consideration presents the results of an integrated study of the state of cardiovascular system in children and adolescents who became subject to the influence of increased radiation. There has been established a certain rise in significant disorders in children and adolescents evacuated from the zone of radioactive contamination. Dynamic observation (during 8<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup>, 10-11<sup>th</sup> years) revealed an increase of cardiovascular impairments incidence caused by the disorders of cardiac rhythm and the processes of depolarization of frequency deviations in threshold type RECG, cerebral vessels tenses disturbances, as well us by decreased tolerance to physical loads. The most pronounced changes of endocardial and cerebral homodynamic and the signs of myocardial dystrophy have been registered in children and adolescents who experienced long-term influence of small doses of radiation.

**Keywords:** cardiovascular system, children and adolescents, ionizing radiation.

## INTRODUCTION

Among various reactions of organism exposed to ionizing radiation the changes of cardiovascular system functional condition are of great attention. Currently, this pathology ranks high in morbidity and mortality structure of the population of Ukraine (Bebeshko V.G. et al., 1996; Guskova A.K., Buldakova L.A., 1996).

There is an evidence that the persons exposed to the influence of Chernobyl accident developed a deterioration of myocardial functional capacity, alteration of arterial pressure, general peripheral vascular resistance and circulating blood volume (Latanuk S.O. et al., 1999). Within the last decade this pathology rate has a 3-fold rise. Basically, it includes vegetovascular dysfunctions, neurocirculatory disorders (Nyagu A.I. et al., 1992). The similar tendency is registered in children- constant residents of the areas of radioecological control and exposed to continuous influence of low doses of radiation. So, the post-Chernobyl rate of circulation system morbidity has a 7.5 fold rise (up to 92,3%), nervous system pathology including cerebrovascular disorders - a 3.5 times increase (up to 125 %) (Bobrov V.O. et al., 1993).

## ВВЕДЕНИЕ

Среди различных реакций организма, возникающих при воздействии на него ионизирующей радиации, изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы привлекают большое внимание. В настоящее время её патология занимает ведущее место в структуре заболеваемости и смертности населения Украины (Бебешко В.Г. и соавт., 1996; Гуськова А.К., Булдакова Л.А., 1996).

Показано, что у лиц, подвергшихся воздействию аварии на ЧАЭС, происходит ухудшение функциональной способности миокарда, изменение артериального давления, общего периферического сосудистого сопротивления, объёма циркулирующей крови (Латанюк С.О. та ін., 1999). За последнее десятилетие эта патология увеличилась в 3 раза. В основном это вегето-сосудистые дисфункции, астеноневротические синдромы, нейроциркуляторные расстройства (Нягу А.И. и соавт., 1992). Подобная тенденция отмечается и у детей, постоянно проживающих на территориях радиоэкологического контроля и подвергающихся длительному воздействию малых доз радиации. Так, заболеваемость системы кровообращения возросла после аварии на ЧАЭС в 7,5 раза - до 92,3%, заболевания нервной системы, включая цереброваскулярные расстройства, в 3,5 раза - до 125 % (Бобров В.О. та ін., 1993).

Most researchers register the lead of vascular dyscirculatory disorders in the persons injured due to Chernobyl accident and high incidence of combined lesions of brain, heart and extremities raised considerably in remote post-Chernobyl period. The pathogenesis of the mentioned neurological disorders is intricate. The literature gives evidence that blood vessels and their neurohumoral regulation are the early targets of low-intensity radiation influence on the organism.

The background of the problem of morphological and biochemical cardiac changes in different terms after irradiation (general one and local exposure to cardiac area) including the recent observations is given in monograph of E.I. Vorobyov and R.P. Stepanov (1985). The authors specify that the cardiac changes due to irradiation do not disappear completely in the after- period. It concerns as well the functional parameters of cardiac activity. It is proved that in myocardium within 10 years after radiotherapy myocardial connective tissue and vascular walls develop gradually progressive sclerotic changes accompanied by a partial reduction of fine vessels, development of endothelial edema foci and narrowing of capillary lumen (Novikova V.N., 1992; Korenev M.M. et al., 1996).

Большинство исследователей отмечают, что сосудистые дисциркуляторные нарушения являются ведущими у пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, причем часто встречаются сочетанные поражения сосудов головного мозга, сердца, конечностей, удельный вес которых значительно возрос в отдалённом периоде чернобыльской катастрофы. Патогенез указанных неврологических нарушений сложен. В литературе приводятся данные о том, что кровеносные сосуды и их нейрогуморальный регуляторный аппарат являются одной из ранних мишеней лучевого (низкоинтенсивного) поражения организма.

Состояние вопроса о морфологических и биохимических изменениях в сердце в разные сроки после облучения (как общего, так и локального, области сердца) с использованием наблюдений последних лет отражено в монографии Е.И. Воробьева и Р.П. Степанова (1985). Авторы указывают, что лучевые изменения в сердце после общего облучения (как и при локальном его облучении) не исчезают в последующем бесследно. Это касается и функциональных параметров сердечной деятельности. Доказано, что в миокарде на протяжении 10 лет после радиотерапии постепенно прогрессируют склеротические изменения в соединительной ткани и стенках сосудов, что сопровождается частичной редукцией мелких сосудов, возникновением очагов набухания эндотелия и сужением просвета капилляров (Новикова В.Н., 1992; Коренев М.М. та ін., 1996).

## SUBJECTS AND METHODS

The ionizing radiation influence on cardiovascular system of children and adolescents evacuated from zones of radioactive contamination, the children moved from Zhytomir area in 1990-1991 and exposed to low doses of radiation within 4-5 years (total effective dose of 10-12 mZv-140 persons) due to Chernobyl accident. The research was carried out on the 8<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup> and 10-11<sup>th</sup> years of observation.

A thorough clinical observation of children and adolescents was carried out with a special attention to examination of cardiovascular system. The myocardial functional state was estimated by ECG recorded on multichannel electrocardiographs ЭК 34-01 and ЭК-84-01, design 033 in rest and in 12 standard leads. RECG with a dosed exertion loading - on a national veloergometer ВЭ-02. The records were made in the second. Neb lead at growing loadings from 1 vt per 1 kg of body mass up to submaximal. Parameters of cerebral homodynamic were estimated according to rheoencephalograms (REG) recorded on D4-02 rheograph. General physical capacity was studied by PWC-170 test (by S.V. Tichvinsky and Ya.N. Bobko, 1991). RECG changes according to reports of L.T. Malaya and B.G. Cherevatov (1970), G.N. Kosturina and V.N. Novikova et al. (1979) were considered as physiological, threshold and pathological.

Morfofunctional cardiac condition was studied by echocardiography (Echo-CS) on the ultrasonic diagnostic device « Sono-line-1» produced by «Siemens» (Germany) in B- and M- modes in a standard technique. Cardiac structures were recorded in standard projections recommended by the American Association of Echocardiographers (Talano G., Yardini U., 1982). Doppler echocardiography estimation of left ventricular diastolic function was carried out by measuring isovolumetric relaxation phase (t), early diastolic filling retardation (DT) with the did of « Logic-400 » device produced by «General Electrics» (USA).

The mathematical data were processed by parametric statistics (student's reliability criterion t). Statistical data processing software application STATGRAPH, version 2.6 was used on pc ibm-586.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Изучены клинические особенности детей и подростков, эвакуированных в 1990-1991 годах из Житомирской области, которые находились в зоне малых доз радиации на протяжении 4-х-5-ти лет (полученная ими суммарная эффективная доза составила 10-12 мЗв - 140 чел.), пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС. Исследование проводилось на 8, 9, 10-11 годах наблюдения.

Клиническое обследование детей и подростков проводилось всесторонне, особое внимание при этом уделялось обследованию сердечно-сосудистой системы. Оценка функционального состояния миокарда у наблюдаемых осуществлялась с помощью ЭКГ на многоканальных электрокардиографах ЭК 34-01 и ЭК-84-01 мод. 033 в покое в 12 общепринятых отведениях, РЭКГ с дозированной физической нагрузкой - на отечественном велоэргометре ВЭ-02. Регистрация велась во втором отведении по Небу при нагрузках возрастающей мощности, начиная с 1Вт на 1 кг массы тела, до субмаксимальной. О показателях церебральной гемодинамики судили по реоэнцефалограммам (РЭГ), записанным на реографе Р4-02. Общая физическая работоспособность изучалась по тесту PWC-170 (по С. В.Тихвинскому, Я.Н.Бобко, 1991). Изменения РЭКГ, согласно данным Малой Л. Т., Череватова Б.Г. (1970), Костюриной Г.Н., Новиковой В.Н. с соавт. (1979), рассматривались как физиологические, пороговые и патологические.

Морфофункциональное состояние сердца изучалось методом эхокардиоскопии (ЭХО-КС) на ультразвуковом диагностическом приборе "Sono-line"-1 фирмы "Simens" (ФРГ) в В- и М- режимах по стандартной методике. Структуры сердца регистрировались в стандартных проекциях, рекомендованных Американской ассоциацией эхокардиографистов (Talano Y., Yardini U., 1982). Допплерэхокардиографическая оценка диастолической функции левого желудочка проводилась путем измерения длительности фазы изоволюметрического расслабления (t) времени замедления раннего диастолического наполнения (DT) при помощи аппарата "Logic- 400" фирмы " General Electric " (США).

Математическая обработка данных проводилась с помощью параметрических методов статистики (определение критерия достоверности t Стьюдента). Использовалась компьютерная программа для статистической обработки данных STATGRAF, версия 2.6, обработка проводилась на РС IBM -586.

## RESULTS OF THE RESEARCH

The 8,9, 10-11 years' dynamic observation of health condition of the children and adolescents evacuated from Zhytomir area demonstrated the progressive unfavorable changes in functional condition of myocardium and homodynamic.

Analysis of myocardial bioelectric activity in remote period (10-11 years after Chernobyl accident) revealed the changes in more than 50% of children and adolescents evacuated from radioactive contamination zones.

These changes were manifested as automation functional disorder, sinus arrhythmia, bradycardia and single cases of tachycardia. The pacemaker migration and inferior auricular rhythm was observed occasionally. 39.58±4.87% of the observed cohort developed conductivity impairments, mainly- incomplete right- side blockade of bundle of His and its complicated conductivity. Rarely, a shortened PQ syndrome was registered.

79.98±4,75% of the observed cohort have polarization impairments manifested by flattening of T-wave voltage in most leads, diphasic T-wave or a symmetric acuminate apex, more than 1 mm down shift of ST-segment from isoline or a more than 1.5 mm up shift. Systolic index rise that was considered as an evidence of myocardial functional capacity drop was registered in 18.39±4.59% and left ventricular hyperfunction - in 14.93±4.35%.

Radioelectrocardiography readings demonstrated the predominance of threshold deviations as evidence of the decrease in adaptation to physical exertion (in 56.41±5.88%). Pathological type of reaction caused by transient myocardial ischemial was identified in single cases. According to PWC-170 test evidence, fall of general physical ability was determined in 48.43±5.93%.

Study of cerebral homodynamic demonstrated in majority of children and adolescents the disorders with alterations of vascular tonus in internal carotid and vertebrobasilar arteries in 85.30±4.20%, most frequently as arteriolar hypertonus - in 41.52±5.85%, unstable vascular tonus in 26.87±5.42%, difficulty in venous back flow in 38.81±5.95%, asymmetry of pulse blood filling in 40.23±4.88%, decrease of pulse filling of brain - in 20.91±4.83%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Динамическое наблюдение за состоянием здоровья детей и подростков, эвакуированных из Житомирской области на 8,9,10-11 годах наблюдения, показало прогрессирование неблагоприятных изменений функционального состояния миокарда и церебральной гемодинамики.

При проведении анализа биоэлектрической активности миокарда в отдаленном периоде (на 10-11 годах после аварии на ЧАЭС) выявлены изменения свыше, чем у 50 % детей и подростков, эвакуированных из зон с радиоактивным загрязнением. Они проявлялись в нарушении функции автоматизма, в виде синусовой аритмии, брадикардии, в единичных случаях тахикардии. Изредка наблюдалась миграция водителя ритма и нижнепредсердный ритм. У 39,58±4,87% обследованных выявлялись нарушения процессов проводимости, в основном - неполная блокада правой ножки пучка Гиса или затруднение проведения по ней. Изредка регистрировался синдром укороченного PQ.

У 79,98±4,75% обследованных отмечались нарушения процессов реполяризации, которые проявлялись уплощением, снижением вольтажа зубца T в большинстве отведений, его двухфазностью или симметричной остроконечной вершиной, смещением сегмента ST с изолинии более 1 мм вниз или более 1,5 мм вверх. Увеличение систолического индекса, свидетельствующее о снижении функциональной способности миокарда регистрировалось у 18,39±4,59%, гиперфункция левого желудочка у - 14,93±4,35%.

При проведении радиоэлектрокардиографии преобладали пороговые отклонения, свидетельствовавшие о снижении адаптации к физической нагрузке (у 56,41±5,88%). Патологический тип реакции, обусловленный транзиторной ишемией миокарда, регистрировался лишь в единичных случаях. По данным теста PWC<sub>170</sub> снижение общей физической работоспособности выявлено у 48,43±5,93%.

При изучении церебральной гемодинамики у преобладавшего большинства детей и подростков установлены нарушения, характеризующиеся изменением сосудистого тонуса в системе внутренней сонной и вертебро-базилярной артерий у 85,30±4,20%, наиболее часто в виде гипертонуса артериол - у 41,52±5,85%, неустойчивости тонуса сосудов у 26,87±5,42%, затруднения венозного оттока у 38,81±5,95%, асимметрии пульсового кровенаполнения у 40,23±4,88%, снижения пульсового

Comparison of the figures of myocardial bioelectric activity in the persons evacuated from Zhytomir area registered on 10-11<sup>th</sup> years revealed an increase of some impairments. Impairments of repolarization (from 56.8 % to 79.9%,  $p<0.001$ ) and conductivity (from 35.6% up to 39.6%,  $p<0.001$ ) had a 1.4 times rise. Rhythm impairments, left ventricular hyperfunction, threshold type according to radioelectrocardiography readings had a tendency to decrease (figures 1,2).

Analysis of the parameters of cerebral homodynamic according to the REG readings (figure 3) revealed a 1.2 times increase of frequency of such important parameter as impairment of cerebral vascular tonus (from 73.2% up to 85.3% ,  $p<0.001$ ). At the same time at the last stage of observation the character of these deviations changed: at essential decrease of arterial hypertonus incidence (from 52.5% up to 41.5% ,  $p<0.001$ ) the signs of vascular dystonia, tonus decrease and instability appeared. The frequency of venous backflow difficulty (from 52.5% up to 38.85,  $p<0.001$ ) was registered 1.3 times less often.

**FIGURE 1. DYNAMICS OF PARAMETERS OF MYOCARDIAL FUNCTIONAL CONDITION ON THE 8<sup>th</sup>,9<sup>th</sup>,10-11<sup>th</sup> YEARS OF OBSERVATION OF THE STUDIED COHORT ACCORDING TO ECG EVIDENCE (%).**

**РИСУНОК 1. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МИОКАРДА НА 8, 9, 10-11 ГОДАХ НАБЛЮДЕНИЯ У ЭВАКУИРОВАННЫХ ИЗ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ЭКГ (%).**

**FIGURE 2. DYNAMICS OF CARDIOVASCULAR PARAMETERS REGISTERED ON EXERTION ON THE 8<sup>th</sup>,9<sup>th</sup>,10-11<sup>th</sup> YEARS OF OBSERVATION IN THE STUDIED COHORT (%).**

**РИСУНОК 2. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА 8,9,10-11 ГОДАХ НАБЛЮДЕНИЯ У ЭВАКУИРОВАННЫХ ИЗ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ (%).**

**FIGURE 3. DYNAMICS OF CEREBRAL HEMODYNAMICAL PARAMETERS ON THE 8<sup>th</sup>,9<sup>th</sup>,10-11<sup>th</sup> YEARS OF OBSERVATION IN THE STUDIED COHORT ACCORDING TO RHEOENCEPHALOGRAPHY EVIDENCE (%).**

**РИСУНОК 3. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ НА 8, 9, 10-11 ГОДАХ НАБЛЮДЕНИЯ У ЭВАКУИРОВАННЫХ ИЗ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ (%).**

Echocardiography evidence registered in children and adolescents injured due to Chernobyl accident established the absence of cardiac changes in 1/6 of the observed cohort (in  $14.9\pm 4.45\%$ ).

US examination of heart gave evidence of high incidence of minor structural abnormalities. Single aberrant chords in ventricular cavities (mainly in the left) ( $38.8\pm 5.9\%$ ) had the highest incidence. Multiple aberrant chords were registered significantly less often ( $5.00\pm 2.20\%$ ).

кровенаполнения головного мозга у  $20,91\pm 4,83\%$ .

При сравнении данных биоэлектрической активности миокарда у эвакуированных из Житомирской области на 8-ом и 10-11-ом годах установлено нарастание ряда нарушений. Так, в 1,4 раза возрастают нарушения процессов реполяризации (с 56,8% до 79,9%,  $p<0,001$ ), проводимости (с 35,6% до 39,6%,  $p<0,01$ ). Такие показатели, как нарушение ритма, гиперфункция левого желудочка, пороговый тип по данным радиоэлектрокардиографии имели тенденцию к снижению (рисунки 1, 2).

При анализе показателей церебральной гемодинамики по данным РЭГ (рисунок 3) выявлено нарастание частоты такого важного показателя, как нарушение тонуса церебральных сосудов в 1,2 раза (с 73,2% до 85,3%,  $p<0,001$ ). Вместе с тем на последнем этапе наблюдения изменялся характер этих отклонений: при существенном уменьшении частоты гипертонуса артериол (с 52,5% до 41,5%,  $p<0,001$ ) появлялись признаки сосудистой дистонии, снижения тонуса и его неустойчивости. В 1,3 раза реже стала регистрироваться частота затруднения венозного оттока (с 52,5% до 38,8%,  $p<0,001$ ).

При оценке показателей по данным эхокардиографии у детей и подростков, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, установлено, что изменения в сердце отсутствовали у 1/6 обследованных (у  $14,9\pm 4,45\%$ ).

Результаты УЗИ сердца свидетельствовали о большой частоте малых структурных аномалий. При этом наиболее часто определялись единичные aberrantные хорды в полостях желудочков, преимущественно в левом (у  $38,8\pm 5,9\%$ ). Значительно реже отмечались множественные

S-shaped curvature, deformation and dystopia of interventricular septum, dysmorphism of papillary muscles and idiopathic prolapsis of mitral valve were registered in rare cases.

As it is known, minor structural abnormalities are caused by connective tissue dysplasia and cause the so-called dysplastic cardiopathies which were identified in almost half of the observed cohort ( $43.3 \pm 6.1\%$ ).

It is necessary to specify that valvular prolapsis was registered in  $49.3 \pm 6.1\%$  and was a consequence of muscular-chordal-valvular dysfunction due to vegetovascular dystonia.

In children and adolescents evacuated from Zhytomir area dilation of left ventricular final diastolic diameter was registered in  $32.8 \pm 5.7\%$  and transversal diameter of aortic root in  $26.9 \pm 5.4\%$  that is an evidence of a more expressed cardiodynamic impairment.

Individual estimation of pump function showed a drop of its parameters in  $65.7 \pm 5.8\%$  of the cohort. Decrease of myocardial contractility was revealed in  $61.2 \pm 5.9\%$ . Fall of beating output ( $37.9 \pm 5.5$ ), minute cardiac output ( $46.3 \pm 6.1\%$ ), ejection output ( $53.7 \pm 6.1\%$ ), shortening degree of anteroposterior left ventricular size ( $50.7 \pm 6.1\%$ ) and rate of circular shortening of myocardial fibers ( $56.7 \pm 6.0\%$ ), reduction of myocardial amplitude migration ( $19.4 \pm 4.5\%$ ) were considered as an objective criterion for changes in contraction and pump function.

Study of parameters of central hemodynamics revealed the highest incidence of hypokinetic type of hemocirculation ( $53.7 \pm 6.1\%$ ), hyperkinetic type- $4.5 \pm 2.5\%$ , normokinetic -  $41.8 \pm 6.0\%$ .

Impulse Doppler echocardiography was used as a non-invasive estimation of the condition of myocardial diastolic function of left ventricle. Taking into account that the changes of diastolic filling of left ventricle occur the majority of cardiac diseases earlier than systolic function impairment the analysis of Doppler evidence was carried out. It was established that 58% of the observed cohort developed the increase of isovolumetric time of relaxation (t) and retardation of diastolic filling outflow (DT) that was considered as an evidence of diastolic dysfunction in this subset of patients and inadequate myocardial relaxation as it is known,

абберантные хорды -  $5,00 \pm 2,20\%$ . В редких случаях выявлялись S-образное искривление межжелудочковой перегородки, ее деформация, дистопия и дизморфизм папиллярных мышц и идиопатическое пролабирование митрального клапана.

Как известно, малые структурные аномалии обусловлены дисплазией соединительной ткани и лежат в основе так называемых диспластических кардиопатий, которые диагностированы почти у половины обследуемых ( $43,3 \pm 6,1\%$ ).

Следует указать, что пролабирование клапанов регистрировалось у  $49,3 \pm 6,1\%$  и являлось следствием дисфункции мышечно-хордального клапанного аппарата в связи с ВСД.

Необходимо отметить, что у детей и подростков, эвакуированных из Житомирской области, расширение конечного диастолического диаметра левого желудочка регистрировалось у  $32,8 \pm 5,7\%$ , а также поперечного диаметра корня аорты ( $26,9 \pm 5,4\%$ ), что свидетельствует о более выраженном у них нарушении кардиогемодинамики.

При индивидуальной оценке насосной функции снижение ее показателей отмечено у  $65,7 \pm 5,8\%$  детей и подростков. Снижение сократительной способности миокарда выявлено у  $61,2 \pm 5,9\%$ . Объективным критерием изменений сократительной и насосной функций явилось снижение показателей: ударного (у  $37,9 \pm 5,5\%$ ), минутного объёмов сердца (у  $46,3 \pm 6,1\%$ ), фракции выброса ( $53,7 \pm 6,1\%$ ); степени укорочения переднезаднего размера левого желудочка ( $50,7 \pm 6,1\%$ ) и скорости циркулярного укорочения волокон миокарда ( $56,7 \pm 6,0\%$ ), снижение движения амплитуды миокарда ( $19,4 \pm 4,5\%$ ).

При изучении показателей центральной гемодинамики у пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС чаще регистрировался гипокинетический (у  $53,7 \pm 6,1\%$ ), гиперкинетический ( $4,5 \pm 2,5$ ) и нормокинетический тип гемоциркуляции -  $41,8 \pm 6,0\%$ .

Способом неинвазивной оценки состояния диастолической функции миокарда левого желудочка явилась импульсная доплерэхокардиография. Учитывая, что изменения диастолического наполнения левого желудочка появляются при большинстве заболеваний сердца раньше, чем нарушение его систолической функции, был проведен анализ результатов доплерэхокардиографии. Установлено, что у 58% детей и подростков, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, отмечено увеличение времени изоволюметрического расслабления (t) и замедления кровотока раннего диастолического

diastole is the important period in cardiocycle for efficiency of myocardial contraction in systole. Decrease of valvular flow rate as also registered in this contingent.

## CONCLUSION

It has been established that adolescents evacuated from Zhytomir area developed progressive changes of functional state of myocardium and cerebral hemodynamics by impairments of repolarization and cerebral homodynamic.

The multidirectional pattern of abnormalities was identified in 8-9<sup>th</sup> and 10-11<sup>th</sup> years of survey. Some indices including repolarization abnormalities, cerebral vascular tone disorders tended to increase, whereas some other i.e. the threshold type of RECG and left ventricular hypertrophy were prone to decrease.

Dynamic survey for children and adolescents survived after the ChNPP accident led to the unfavorable factors identification predisposing to cardiovascular pathology origination, both with signs of its progression.

The factors promoting development of cardiovascular pathology have been identified: early age at the moment of accident, time of exposure to ionizing radiation, presence of preclinical impairments in functional state of cardiovascular system.

The signs of progressing cardiovascular pathology are the following: growing degree of cardiac impairment, myocardial repolarization disorders, altered arterial pressure, decrease of tolerance to exertion loading, cerebral homodynamic impairments by increased tonus of arterial vessels with pulse filling difficulty in venous back flow.

Persons exposed to radiation demonstrate the high incidence of mitral valvular prolapsis, dilation of left ventricular transversal diameter, decreased pump and contractive functions, diastolic dysfunction, fall of intracardial flow, prevalence of hypokinetic hemocirculation as a complication of dysplastic cardiopathy course.

наполнения (ДТ), что свидетельствовало о наличии диастолической дисфункции у данной категории пациентов и указывало на неадекватность релаксации миокарда, поскольку, как известно, диастола является важным периодом кардиоцикла, который обеспечивает эффективность сокращения миокарда в систолу. У этого контингента также отмечено снижение скорости кровотока через клапаны сердца.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на протяжении всего периода наблюдения установлено ухудшение показателей функционального состояния миокарда и церебральной гемодинамики у эвакуированных из Житомирской области.

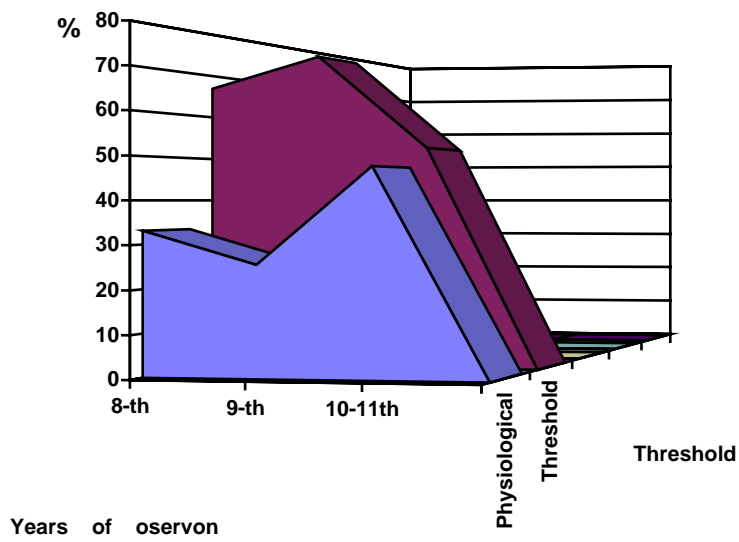
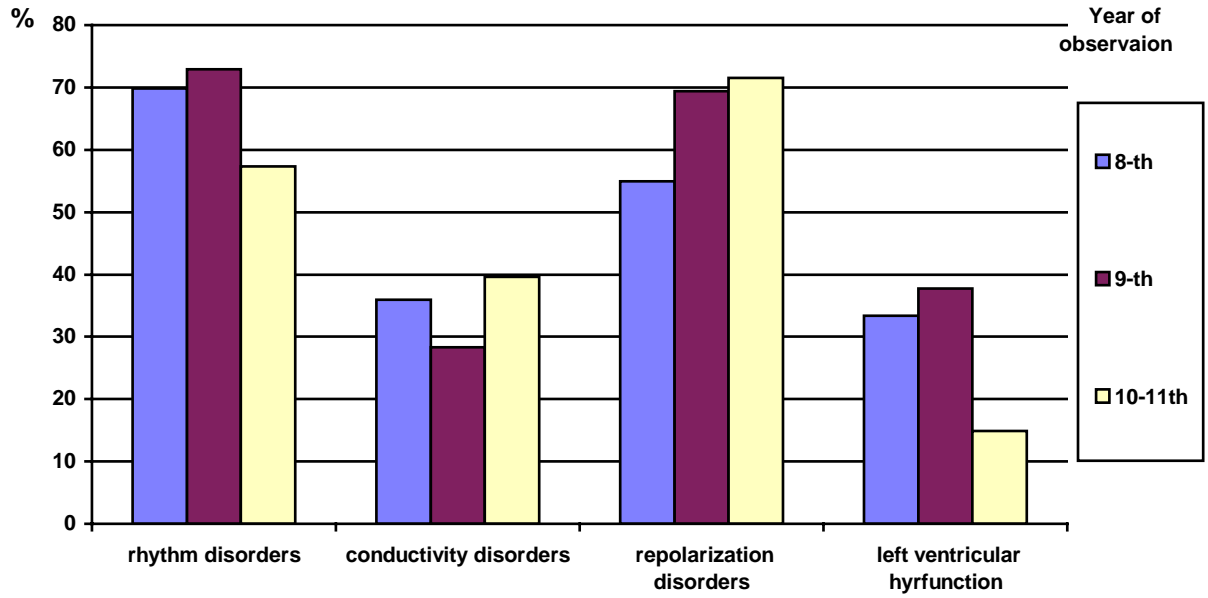
На 8-9 и 10-11 годах наблюдения выявлен разнонаправленный характер изменений. Ряд показателей (нарушение процессов реполяризации, тонуса церебральных сосудов) имели тенденцию к росту, а такие из них, как пороговый тип РЭКГ, гиперфункция левого желудочка - к снижению.

Динамическое наблюдение за детьми и подростками, пострадавшими в результате аварии на ЧАЭС, позволило выделить неблагоприятные факторы, способствующие развитию кардиоваскулярной патологии, а также признаки её прогрессирования.

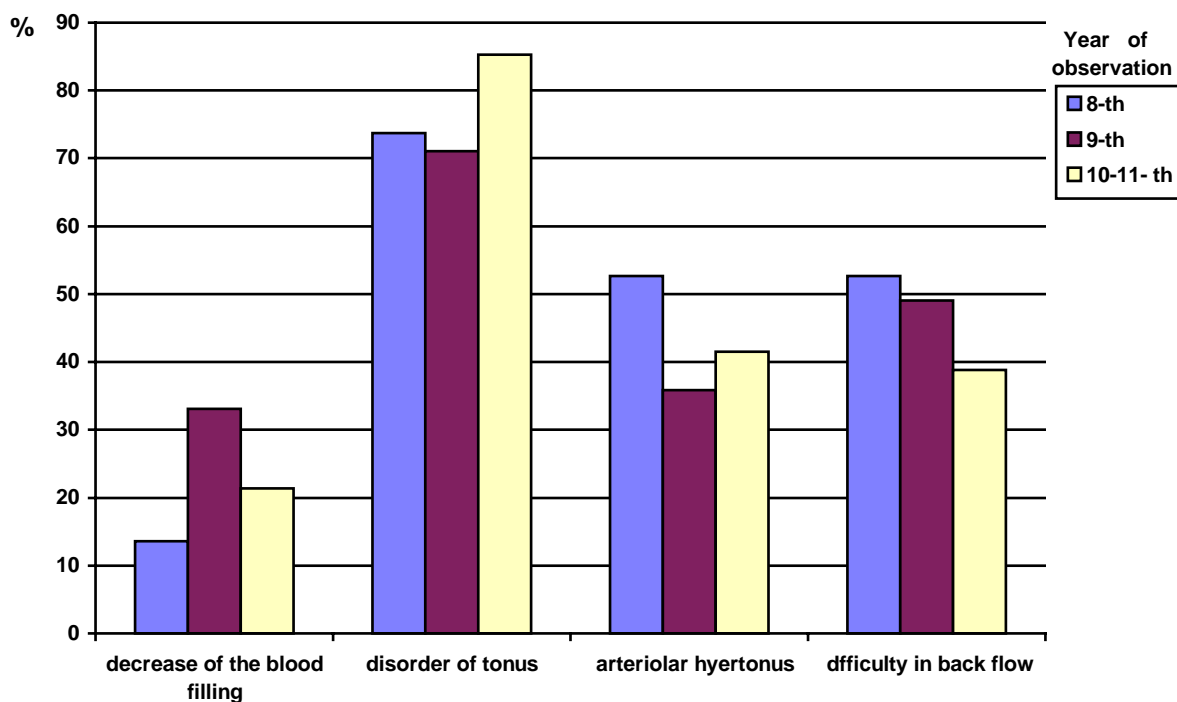
К неблагоприятным факторам, определяющих риск развития сердечно-сосудистой патологии, отнесены: ранний возраст на момент аварии, длительность контакта с ионизирующей радиацией, наличие доклинических нарушений функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Признаками прогрессирования кардиоваскулярной патологии являются: нарастание степени нарушения ритма сердца, процессов реполяризации в миокарде, изменение АД, снижение толерантности к физической нагрузке, нарушений церебральной гемодинамики в виде увеличения тонуса артериальных сосудов при снижении пульсового кровенаполнения, затруднении венозного оттока.

Для лиц, подвергшихся радиационному воздействию, характерна большая частота пролапса створок митрального клапана, увеличение полости поперечного диаметра левого желудочка, снижение насосной и сократительной функций, а также наличие диастолической дисфункции, снижение внутрисердечного кровотока и преобладание гипокINETического типа гемоциркуляции.







#### ACKNOWLEDGEMENTS

The author expresses the gratitude to the Director of Institute of Children and Adolescents Health Care, Professor Korenev N.M., Vice-Director for Scientific Activity, Professor Plekhova E. I., Candidates of Medical Science Terebkova I.V., Borisko G.A., doctor of functional diagnostics Shershneva S.A. for their kind participation in scientifically research.

#### ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Автор выражает глубокую признательность директору института охраны здоровья детей и подростков профессору Корневу Николаю Михайловичу, зам.директору по научной работе профессору Плеховой Елене Игоревне, профессору Саране Виктории Александровне, канд. мед. наук Теребковой Ирине Васильевне, Бориско Галине Александровне, врачу функциональной диагностики Шершневой Светлане Алексеевне, которые согласились принять участие в научно-исследовательской работе.

#### REFERENCES

Бибешко В.Г., Коваленко А.Н., Белый Д.А. Итоги 10-летнего наблюдения за состоянием здоровья больных, перенесших острую лучевую болезнь в результате аварии на ЧАЭС. International Conference "One decade after Chernobyl ": Book of extended synopses .- Vienna, IAEA, 1996; 556-557.

[Bebeshko V.G., Kovalenko A.N., Belyj D.A. Totals of 10-year health survey in patients survived from acute radiation sickness after the ChNPP accident. International Conference "One decade after Chernobyl ": Book of extended synopses .- Vienna, IAEA, 1996; 556-557.]

Бобров В.О., Савицкий С.Ю., Стrogанова Н.П. Особливості перебігу серцево-судинних захворювань у пацієнтів, які проживають в зоні радіаційного контролю. Чорнобиль і здоров'я людей: Тез. докл. науч.-практ. конф. Киев, 1993; 36.

[Bobrov V.O., Savitsky S.Yu., Stroganova N.P. Peculiarities of cardiovascular pathology course in patients residing in zone of radiation control. Proc. scientific-practical conference "Chernobyl and human health", Kiev, 1993; 36. ]

Воробьев Е.И., Степанов Р.П. Ионизирующее излучение и кровеносные сосуды. М.: Энергоатомиздат, 1985; 293 с.

[Vorobyov E.I., Stepanov R.P. Ionizing radiation and blood vessels. Moscow, Energoatomizdat Publ., 1985; 293 p.]

Гуськова А.К., Булдакова Л.А. Международный симпозиум "Хроническое радиационное воздействие: риск отдалённых эффектов" (Челябинск, 9-13 января 1995 г.). Мед. радиология и радиационная безопасность 1996; 41(2): 69-76.

[Guskova A.K., Buldakova L.A. Internatioinal Symposium "Chronic radiation impact: remot eeffects risk", Chelyabinsk, January 9-13, 1995. Medical Radiology and Radiation Safety 1996; 41(2): 69-76.]

Коренев М.М., Сарана В.О., Теребкова І.В. та ін. Серцево-судинні порушення у дітей та підлітків в динаміці багаторічного спостереження після аварії на ЧАЕС. Педіатрія, акушерство та гінекологія 1996; 3: 11-13.

[Korenev M.M., Sarana V.O., Terebkova I.V. Cardiovascular disorders n children and adolescents in long-term survey dynamics after the ChNPP accident. Pediatrics, Obsterics and Gynecilogy 1996; 3: 11-13.]

Латанюк С.О., Біляєва Н.М., Забур'янова В.Ю. Функціональний стан периферичного кровообігу у інвалідів, потерпілих внаслідок аварії на ЧАЕС. Український радіологічний журнал 1999; 2: 165-167.

[Latanuk S.O., Bilyayeva N.M., Zaburyanova V.Yu. Functional state of peripheral circulation in disabled persons survived after the ChNPP accident. Ukrainian Radiology Journal 1999; 2: 165-167.]

Новикова В.Н. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей и подростков в отдалённый период после воздействия радиации. Охрана здоровья детей и подростков. К.: Здоровье, 1992; Вып.23: 67-70.

[Novikova V.N. Cardiovascular system functional state in children and adolescents in remote period after exposure to radiation. Health Care in Children and Adolescents. Kiev, Zdorovja Publ., 1992; Iss. 23: 67-70.]

Нягу А.И., Нощенко А.Г., Логановский К.Н. Отдаленные последствия психогенного и радиационного факторов аварии на ЧАЭС на функциональное состояние головного мозга человека. Журнал невропатологии и психиатрии 1992; 4: 72-77.

[Nyagu A.I., Noschenko A.G., Loganovsky K.N. Remote consequences of ChNPP accident psychogenic and radiation factors impact on human brain functional state. Journal of Neuropathology and Psychiatry 1992; 4: 72-77.]