

Based on the modified approaches, we managed to fully conduct a preoperative examination of patients and increase the frequency of laparoscopic cholecystectomy $p=0.0043$, $U=2944.5$. To achieve a statistically lower sum of points according to the P – POSSUM scale: the sum of points before surgery in the main group was 32.3 ± 6.2 points, after surgery = 28.4 ± 4.9 points, $p=0.00001$, $U=5025.5$, which reliably confirms the reduction in the risk of postoperative complications and mortality in this subgroup, while in the comparison group the sum of points before surgery was 31.7 ± 5.4 points, and after surgical treatment -31.7 ± 8.6 , $p=0.4059$, $U=3759.0$.

We obtained a statistically lower frequency of non-surgical postoperative complications – in the comparison group 10 (11.1%), while in the main group – 3 (3.75%), $p=0.0459$, $U=3295.0$ and the total time of inpatient treatment was reduced: in the main group 8.6 (7.0; 10.0) days, and in the comparison group – 10.9 (8.0; 13.0) days, $p=0.0002$, $U=2405.0$.

Key words: acute cholecystitis, elderly age, cholecystectomy.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Danyliuk M. B.: <https://orcid.org/0000-0003-4515-7522> ^{AFBCD}

Zavhorodniy S. M.: <https://orcid.org/0000-0003-3082-3406> ^{EF}

Kubrak M. A.: <https://orcid.org/0000-0003-4051-9336> ^{DE}

Yareshko N. O.: <https://orcid.org/0000-0002-2405-2476> ^{BC}

Bachurin A. V.: <https://orcid.org/0000-0002-0038-5671> ^{DE}

Chemerys Yu. O.: <https://orcid.org/0000-0002-1203-131X> ^{CD}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Danyliuk Mykhailo Bohdanovych / Данилюк Михайло Богданович
Zaporizhzhya State Medical and Pharmaceutical University / Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Ukraine, 69000, Zaporizhzhia, 26 Marii Pryimachenko str. Адреса: Україна, 69000, м. Запоріжжя, вул. Марії Приймаченко 26

Tel: 0966984195 / Тел.: 0966984195

E-mail: em_de@ukr.net

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 25.07.2025 / Стаття надійшла 25.07.2025 року

Accepted 10.11.2025 / Стаття прийнята до друку 10.11.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-4-179-129-140

UDC 616.12-007.2-053.2:616.12-089.843]-005.941

Dziuryi I. V., Truba Ia. P., Maistriuk H. V., Yakimishen O. O., Lazoryshynets V. V.

BIDIRECTIONAL CAVAPULMONARY ANASTOMOSIS AS A STAGE OF THE FONTAN HEMODYNAMIC STRATEGY (30 YEARS OF EXPERIENCE OF A SINGLE CENTER)

Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

ivandzyurii@gmail.com

It has been established that approximately 13 per 1,000 newborns are diagnosed with congenital heart defects requiring surgical or interventional treatment as the child grows. Among children with congenital heart defects diagnosed at an early age, 7.7% present with anatomical features consistent with single-ventricle physiology. Stepwise formation of a total cavopulmonary connection represents one of the primary surgical approaches for the correction of complex congenital heart defects associated with single-ventricle physiology.

The aim of this study was to evaluate perioperative characteristics in patients with congenital heart defects and single-ventricle physiology, as well as immediate and long-term outcomes following hemodynamic correction.

Between 1996 and 2025, the Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine performed palliative treatment in the form of a bidirectional cavopulmonary anastomosis as an intermediate stage of hemodynamic correction in 185 patients with functional single-ventricle physiology. The primary diagnostic modalities used to define the cardiac defect and to assess immediate and long-term outcomes were echocardiography and cardiac catheterization.

Hospital mortality was 4.3% (n=8). Four deaths occurred in group I and four in group III, whereas no fatalities were observed in group II. An uncomplicated early postoperative course was noted in 77% of patients (n=142). The remaining 23% (n=43) experienced a total of 56 complications, distributed as follows: group I – 19 complications in 15 patients; group II – 14 complications in 13 patients; and group III – 23 complications in 14 patients.

The contribution of superior vena cava flow depends directly on the patient's age and gradually decreases in older patients; therefore, the clinical effect of performing a bidirectional cavopulmonary anastomosis is significantly better when the operation is performed in early childhood (1 to 3 years).

Key words: congenital heart defects, single-ventricle heart physiology, decreased pulmonary blood flow, increased pulmonary blood flow, bidirectional cavopulmonary anastomosis, hemodynamic correction.

Connection of the publication with planned research work.

The work was carried out as part of the research project "Develop and improve methods of surgical treatment of congenital heart defects combined with right ventricular hypoplasia through hemodynamic correction," state registration number 0124U000171.

Introduction.

The incidence of complex congenital heart defects (CHDs) requiring highly specialized cardiological or cardiac surgical intervention has remained relatively stable over recent decades, at approximately 2.5-3 cases per 1,000 live births. Of these, about 3 cases per 1,000 are classified as defects of moderate complexity. At the same time, it has been established that approximately 13 per 1,000 newborns have forms of CHD that may require surgical or interventional treatment as the child grows [1]. Among children with CHD diagnosed at an early age, 7.7% exhibit anatomical features consistent with single-ventricle physiology (SVP) [2].

Surgical management of complex CHD in patients with single-ventricle hemodynamics, in whom radical correction is impossible because of severe hypoplasia or dysfunction of one ventricle or is associated with a high risk of postoperative complications, remains one of the most challenging fields in pediatric cardiac surgery. This group of defects is characterized by marked morphological heterogeneity, which frequently precludes restoration of biventricular circulation [3, 4]. Ventricular hypoplasia is often combined with a spectrum of associated anomalies, including septal defects, stenosis or atresia of the great vessels, and abnormalities of the atrioventricular valves.

In the early stages of palliative treatment, the primary goal is to achieve a balance between systemic and pulmonary blood flow. In cases of excessive pulmonary perfusion, pulmonary artery banding (Muller's operation) is performed, whereas in cases of insufficient pulmonary blood flow, a systemic-to-pulmonary anastomosis is created. Subsequent stages include bidirectional cavopulmonary anastomosis (BCPA) and the Fontan procedure, or total cavopulmonary connection (TCPC), which establishes complete cavopulmonary circulation with full exclusion of the right ventricle (RV) [5]. Although radical

interventions are generally the most effective, they are not always feasible in complex morphological forms of CHD. Palliative procedures, in contrast, are frequently associated with complications such as pulmonary arteriovenous fistulas, prolonged pleural effusions, chylothorax, and protein-losing enteropathy [6]. In cases of borderline morphology, where hypoplasia or functional failure of the RV precludes radical correction, an alternative is the one-and-a-half-ventricle repair method [7, 8], originally proposed by A. Billingsley et al. (1989). This technique combines intracardiac reconstruction of the defect with partial bypass of the right heart via BCPA, thereby reducing RV load and minimizing the disadvantages of its complete exclusion. Despite advances in this approach, challenges in diagnosis and optimal surgical strategy selection for CHD with ventricular hypoplasia remain, and published clinical experience is still limited.

The aim of the study.

To evaluate perioperative characteristics in patients with congenital heart defects with single-ventricle physiology, immediate and long-term results after hemodynamic correction.

Object and research methods.

From 1996 to 2025, the Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine performed palliative BCPA procedures in 185 patients with functional SVP. It is well established that the volume of venous return from the superior vena cava (SVC) relative to systemic blood flow changes with age; therefore, patients were divided into three age groups for analysis: Group I – 43 children (23%) under 12 months of age; Group II – 72 children (39%) who underwent surgery between 1 and 3 years of age; and Group III – 70 patients (38%) who underwent surgery after 36 months of age (fig.). The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki, the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine, and the relevant legislation of Ukraine. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee. Informed consent for participation in the study, as well as for the collection and processing of patient data, was obtained from the parents of all children.

The mean age at hospitalization was 32 ± 17 months [3, 422]. Sex and anthropometric characteristics of patients in the different age groups are presented in table 1.

All patients underwent a standard set of assessments, including general clinical, biochemical, and bacteriological tests at the preoperative, intraoperative, and postoperative stages of treatment. The primary diagnostic modalities for evaluating the anatomical features of the defect and

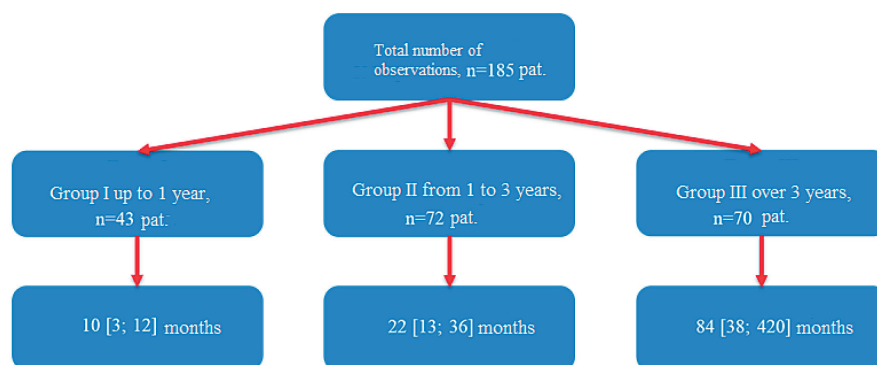


Figure – Distribution into groups according to age.

assessing treatment outcomes were echocardiography (EchoCG) and cardiac catheterization with angiocardiology (ACG).

To determine the optimal surgical approach, all children underwent an echocardiographic examination. During the assessment, the morphological and kinetic characteristics of cardiac structures were evaluated, and measurements of their dimensions, ejection fraction (EF), end-diastolic index (EDI), stroke volume (SV), and cardiac output (CO) were obtained. In addition, parameters of the valvular apparatus, main pulmonary artery trunk and branches, and intracardiac hemodynamic characteristics were analyzed. Preoperative characteristics of patients in the comparison groups, based on echocardiographic data, are summarized in **table 2**.

After analysis, a tendency toward increases in SV and CO with age was noted, accompanied by an increase in EDI, but without statistically significant differences between groups in this parameter ($p=0.229$). EF remained relatively stable in all groups, indicating preserved myocardial contractility. At the same time, significant increases in CO ($p=0.002$) and SV ($p=0.042$) reflect age-related adaptive changes in cardiac function before surgery. The data obtained indicate that, with age, children with SVP show a gradual improvement in cardiac pump function, which is probably associated with the development of compensatory hemodynamic mechanisms.

Given the presence of combined complex CHD, cardiac catheterization with ACG is considered the "gold standard" for a more detailed assessment of hemodynamic characteristics and for determining indications for surgical treatment. This study was performed in 167 (90%) patients of all three age groups. The hemodynamics of the other 18 (10%) patients were fully evaluated by echocardiography. Preoperative hemodynamic parameters according to ACG data are presented in **table 3**.

The most pronounced differences were recorded in terms of mean pressure in the PA – it was significantly higher in patients in group III (16 mm Hg) compared to groups I (9 mm Hg) and II (10 mm Hg) groups ($p<0.001$), indicating increased pulmonary vascular load in older children.

The ratio of pulmonary to systemic blood flow (Q_p/Q_s) also showed significant differences between groups ($p<0.001$), indicating that the contribution of blood flow from the SVC to systemic blood flow varies with age.

For statistical analysis, Microsoft Excel 2016, IBM SPSS Statistics 21.0, and GMDH Shell DS software packages were used. The choice of specific analytical methods was determined by the distribu-

Table 1 – Sex and anthropometric characteristics

Parameter		Group I (n=43)	Group II (n=72)	Group III (n=70)	P value
Sex	female	18 (42%) ^{2,3}	22 (31%) ^{1,3}	36 (51%) ^{1,2}	<0.001
	male	25 (58%) ^{2,3}	50 (69%) ^{1,3}	34 (49%) ^{1,2}	<0.001
Age, months		10 [3 - 12] ^{2,3}	22 [13 - 36] ^{1,3}	84 [38 - 422] ^{1,2}	<0.001
Body weight, kg		7,8 [6.81 - 8.65] ^{2,3}	12 [10.1 - 13] ^{1,3}	20,5 [16.5 - 32] ^{1,2}	<0.001
Height, cm		70 [66 - 75] ^{2,3}	86 [80 - 92] ^{1,3}	124 [111 - 47,7] ^{1,2}	<0.001
BSA, m ²		0,4 [0.35 - 0.43] ^{2,3}	0,54 [0.50 - 0.60] ^{1,3}	0,85 [0.74 - ,16] ^{1,2}	<0.001

Table 2 – Preoperative hemodynamic parameters in the comparison groups

Parameter	Group I (n=43)	Group II (n=72)	Group III (n=70)	P value
EDI, ml/m ²	40.5 (18-72.5)	65 (33-110.5)	56,5 (26.5-101.5)	0.229
SV, ml	10 (5.15-18.4) ^{2,3}	23 (11.75-45) ¹	27 (18-49) ¹	0.042
EF, %	63.1±12.1	62.6±10	61.9±10.2	0.899
CO, l/min	1.20 (1.05-2.74) ^{2,3}	3,65 (1.52-4.77) ¹	2.89 (1.61-4.99)	0.002

tion of the data, which was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. When the data followed a normal (Gaussian) distribution, values were presented as mean $\pm$ standard deviation ($M \pm SD$). For non-normally distributed data, the median, interquartile range (IQR), and minimum and maximum values were reported in the following format: median ([25th; 75th percentiles]) (minimum; maximum). Group comparisons were performed using parametric methods, including Student's t-test and analysis of variance (for quantitative variables), and Pearson's chi-square test was used for comparing categorical variables. When the data were not normally distributed, nonparametric tests were applied, including the Mann-Whitney U test, Wilcoxon test, and Kruskal-Wallis test. Post hoc comparisons were performed using Dunn's test. ANOVA or the Kruskal-Wallis test, followed by multiple comparisons using the Scheffé or Dunn methods, respectively, were also employed as appropriate. A 95% confidence interval was considered the threshold for statistical significance, and differences were deemed significant at $p<0.05$. Hospital and long-term mortality, complication rates, and the frequency of subsequent palliative interventions were reported as absolute numbers and percentages. Statistical comparisons of these frequency data were performed using the χ^2 test, with post hoc analyses conducted using Fisher's exact test with Bonferroni correction.

Research results and their discussion.

Hospital mortality was 4.3% (8 patients). Four deaths were recorded in the first group, four deaths in the third group, and no deaths among patients in the second

Table 3 – Preoperative hemodynamic parameters in the comparison groups

Parameter	Group I (n=43)	Group II (n=72)	Group III (n=70)	P value
SVC pressure, mm Hg	4.5 (2.5-10)	5 (4-7)	6 (4-8)	0.730
Sat O ₂ IVC, %	62±13.9	60±10.1 ³	73.2±7.4 ²	0.009
Sat O ₂ SVP, %	71.7±12.6 ³	71.3±13.9 ³	80.1±7.3 ^{1,2}	0.045
RA pressure, mm Hg	4 (3-9.5)	5 (3.75-8)	7 (4-9.25)	0.686
Pressure in LP, mm Hg	5.8±4.1	5.4±3.0	7.1±3.6	0.200
Sat O ₂ RA, %	95 (88.5-97.5)	96 (91-98)	95 (92-97)	0.362
Sat O ₂ in aorta, %	78 (70.75-87)	80 (73.5-85)	82 (77.5-89)	0.173
Pressure in PA, mm Hg	10 (4.5-12.75) ³	11 (9-12.5) ³	17 (13-20) ^{1,2}	<0.001
Sat O ₂ in PA, %	75±10.6	77.6±8.5	72.5±5	0.184
Qp/Qs	0.48 ²	0.59 ^{1,3}	0.39 ²	<0.001

Table 4 – Intraoperative parameters in comparison groups

Parameter	Group I (n=43)	Group II (n=72)	Group III (n=70)	P value
Pressure in SVC, mm Hg	15.8±4.0 ²	12.6±3.4 ^{1,3}	14.2±3.5 ²	0.046
Sat O ₂ invasively, %	81.5 (77-84)	89.5 (86-92)	89.5 (81-93)	0.083
Duration of surgery, min	241 (182-301)	236 (212-279)	248 (214-325)	0.163
Perfusion, min	97 (79-118)	84 (56.750-105.5)	88.5 (70.5-121.5)	0.069
Aortic clamping, min	10 (4.5-37)	13 (6-32.5)	20 (7.75-44.75)	0.106

group. In 7 patients, the cause of death was acute cardiac and respiratory failure. One patient experienced sepsis during the postoperative course, which resulted in multiple organ failure. All BCPA procedures were performed through median sternotomy with cardiopulmonary bypass. Three BCPA variants were used: to the right branch of the PA in 171 (92.4%) patients; in the left branch of the PA in 3 (1.6%) patients; and a bilateral variant in the right and left branches of the PA in 11 (6%) patients who had additional left-sided SVC. Intraoperative characteristics are presented in **table 4**.

According to the data obtained, the highest pressure values in the SVC were observed in group I (15.8±4.02 mm Hg), while the lowest were in group II (12.6±3.41 mm Hg); the difference between the groups was statistically significant (p=0.046). The Sat O₂ parameter tended to increase in groups II and III (89.5%), but no statistically significant difference was observed (p=0.083). The duration of the operation across the study groups was comparable, ranging from 235 to 240 minutes (p=0.163). Perfusion (85–95 min) and aortic clamping (10–20 min) times also showed no significant intergroup differences (p=0.069 and p=0.106, respectively). Thus, the only statistically significant difference between the groups was SVC pressure, while other intraoperative parameters remained comparable.

In the postoperative period, the following parameters were analyzed: time to extubation, central venous pressure (CVP) in the superior and inferior vena cava, time spent by the patient in the intensive care unit (ICU), duration of exudation, doses and duration of sympathomimetic use, length of hospital stay, and oxygen saturation. Data on the characteristics of the postoperative course are presented in **table 5**.

According to the results, the time to extubation was shortest in group II – 5 (3-6.5) hours, whereas in group I it reached 10 (3-67) hours (p=0.009).

Central venous pressure (CVP) in the SVC and CVP in the inferior vena cava (IVC) were significantly lower in group II – 10 (8-11) and 7 (7-9) mm Hg, respectively (p<0.001). The length of stay in the ICU tended to

decrease in groups II and III (96 hours), but the difference was not statistically significant (p=0.059). Exudation lasted longer in groups I and III compared to group II (p=0.044). Sympathomimetic doses were significantly lower in group II – 5 (4-5) mcg/kg/min (p<0.001), while the duration of their use was the shortest in group II – 48 (24-72) hours (p=0.048). The duration of hospitalization was also shortest in group II – 19 (15-24) days, unlike groups I (21 days) and III (22 days); the difference was statistically significant (p<0.001). The level of saturation after surgery and at discharge gradually increased from group I to group III, with significant differences observed only at discharge (p=0.026). Thus, the most favorable postoperative course, according to most indicators, was observed in patients in group II, characterized by faster extubation, lower CVP, less need for sympathomimetics, and a shorter hospital stay.

An uncomplicated early postoperative course was observed in 77% (n=142 patients). The other 23% (n=43 patients) had 59 complications, distributed as follows: group I – 20 complications in 15 patients, group II – 15 complications in 12 patients, group III – 24 complications in 16 patients. Complications of the early postoperative course are shown in **table 6**.

Analysis of the total number of complications revealed statistically significant differences between the groups (p=0.043). In group I, the proportion of patients without any complications was 64.3%, while in groups II and III this parameter was higher – 81.7% and 80%, respectively. At the same time, the frequency of complications was highest in group I (35.7%), which significantly exceeded the corresponding parameters in groups II (18.3%) and III (20%) (p<0.001). When analyzing the structure of complications, it was noted that acute HF and acute RF were most frequently recorded, but the differences between the groups did not reach statistical significance (p=0.08 and p=0.14, respectively). Isolated cases of infectious complications (pneumonia, tracheobronchitis, wound infection), exudative pleural effusion, lymphorrhea, SVC thrombosis, sepsis, and diaphragmatic paresis occurred with varying frequency, but without significant intergroup differences. The increased frequency of pleural complications in group III (n=6) is noteworthy, although no statistical difference was found (p=0.24). The total number of registered

complications was highest in group III (n=24), while in group I there were 20 cases and in group II there were 15. Statistically significant differences between the groups were found for this parameter (p=0.019), which emphasizes the different nature and frequency of

Table 5 – Postoperative course parameters in comparison groups

Parameter	Group I (n=43)	Group II (n=72)	Group III (n=70)	P value
Extubation, hours	10 (4-68) ²	5 (4-6.5) ¹	6 (5-15.5)	0.009
CVP in SVC, mm Hg	13 (10-16) ²	11 (7-12) ^{1,3}	12 (10.25-13.75) ²	<0.001
CVP in IVC, mm Hg	10 (9-12) ²	6 (5-8) ^{1,3}	11 (7.75-15) ²	<0.001
Stay in ICU, hours	127 (73-169)	97 (73-121)	99 (73-145)	0.059
Exudation total, hours	72 (48-72) ²	48 (48-72) ^{1,3}	72 (48-96) ²	0.044
Sympathomimetics, mcg/kg/min	6.5 (4-12) ²	4 (3-6) ^{1,3}	6.5 (6-14) ²	<0.001
Sympathomimetics total, hours	60 (22.5-87) ³	46 (22-70) ³	74 (46-98) ^{1,2}	0.048
Stay in hospital, days	22 (16.25-30.75) ²	18 (14-22) ^{1,3}	23 (17-29.75) ²	<0.001
Saturation after surgery, %	83.5 (81-87.5)	86 (83-90)	85 (84-88)	0.079
Saturation at discharge, %	83 (81-86) ²	91 (83.75-95) ¹	88 (82.5-91)	0.026

postoperative complications in the studied cohorts.

The mean observation period was 58 ± 7 months (range, 6-192 months). Survival rates were as follows: after 6 months – 98.9%, after one year – 97.3%, and remained stable until the final stage of hemodynamic correction. The next, i.e., final, stage of TCPC correction in the main group ($n=185$) was performed in 140 patients, corresponding to 75.6%. It was not possible to establish contact with seven patients.

Despite advances in surgical technology and the considerable experience of centers engaged in the palliative care of patients with single-ventricle physiology, only 60-80% of patients reach the final stage of Fontan circulation. Neither anatomical features, nor individual risks, nor differences between clinics can fully explain such a diversity of results. Analysis of the immediate and long-term outcomes of Fontan hemodynamic correction at leading medical centers shows an alarming trend toward increased late complication rates [9]. Among some patients with HF, ventricular dysfunction is often noted, which is most common in patients with dominant LV. Regurgitation of the atrioventricular valves and various heart rhythm disturbances are also frequently observed. The peculiarity of the passive return of venous blood to the lungs in this group of patients often leads to a persistent increase in venous pressure in the liver and intestines, which can subsequently manifest as enteropathy with protein loss and the development of liver cirrhosis. These lesions not only create serious treatment difficulties but can also provoke a deterioration in hemodynamics and increase the risk of early death, negatively affecting the final results of the Fontan strategy. Today, there is a generally accepted international tactic for the staged surgical correction of single-ventricle defects. Up to six months of age, it is necessary to ensure an optimal balance between systemic and pulmonary blood circulation; a certain level of cyanosis may persist, but within limits compatible with normal development. Between the ages of 6 months and 3 years, it is recommended to perform BCPA, which is an intermediate stage before the final stage – TCPC [10, 11]. The single ventricle in this circulatory model acts both as a pump that “draws in” blood and as an ejection mechanism, eliminating the need for venous blood from the upper body to pass through the RV. During the filling phase, it provides passive pulmonary blood flow, and during the ejection phase, it works exclusively for systemic circulation [12]. This mechanism functions only with low pulmonary vascular resistance and minimal end-diastolic pressure in the ventricle. An increase in any of these parameters disrupts systemic circulation, leading to elevated central

Table 6 – Postoperative complications in comparison groups

Parameter		Group I (n=43)	Group II (n=72)	Group III (n=70)	P value
		Patients			
Postoperative complications, n (%)	no	28 (64.3)	60 (81.7)	54 (80)	0.043
	yes	15 (35.7) ²	12 (18.3) ^{1,3}	16 (20) ²	<0.001
Complications					
Acute HF, n		7	5	6	0.08
Acute RF, n		6	3	5	0.14
Pneumonia, n		1	-	2	-
Tracheobronchitis, n		1	2	-	-
Exudative pleural effusion, n		1	2	6	0.24
Lymphorrhea, n		-	1	-	-
SVC thrombosis, n		1	-	-	-
Postoperative wound infection, n		-	2	1	-
Sepsis, n		1	-	1	-
Diaphragmatic paresis, n		1	-	-	-
Bleeding, n		-	-	1	-
Re-thoracotomy, n		1	-	1	-
Total, n		20 ²	15 ^{1,3}	24 ²	0.019

venous pressure and peripheral edema. A single ventricle is a congenital heart defect accompanied by significant morbidity and high mortality risk. Significant variability in clinical manifestations complicates the choice of optimal treatment tactics; therefore, physicians at all levels must have up-to-date knowledge of the necessary diagnostic tests and stages of palliative surgical interventions. BCPA provides good clinical results, has a low complication rate, promotes normal growth of the pulmonary arteries, increases pulmonary blood flow, reduces ventricular workload, and generally improves survival rates [13, 14, 15].

Conclusions.

1. In patients with SVP, the use of a comprehensive treatment strategy adapted to individual hemodynamic characteristics ensures favorable early and long-term results at all stages of treatment. The formation of the BCPA ensures effective pulmonary blood flow and is a key factor determining the level of blood oxygenation.

2. The contribution of flow through the SVC is directly related to the patient's age: in older children, it gradually decreases, which is manifested by a decrease in systemic saturation. Therefore, the effectiveness of BCPA as a stage of single-ventricle correction is significantly higher when the surgery is performed between 1 and 3 years of age.

Prospects for further research.

Implementation of clinical protocols and recommendations for determining the timing and methods of surgical correction based on the analysis.

**ДВОНАПРАВЛЕНИЙ КАВАПУЛЬМОНАЛЬНИЙ АНАСТОМОЗ ЯК ЕТАП
ГЕМОДИНАМІЧНОЇ СТРАТЕГІЇ ФОНТЕНА (30 РОКІВ ДОСВІДУ ОДНОГО ЦЕНТРУ)****ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України»
(м. Київ, Україна)**

ivandzyurii@gmail.com

Доведено, що 13 із 1000 новонароджених мають типи вроджених вад серця, які у процесі росту дитини потребують хірургічного або інтервенційного втручання. Серед дітей із вродженими вадами серця, діагностованими у ранньому віці, 7,7% пацієнтів мають анатомічні особливості, що відповідають фізіології єдиного шлуночка серця. Поетапне формування тотального кавапульмонального сполучення є одним з основних методів хірургічної корекції складних вроджених вад серця з одношлуночковою фізіологією.

Мета роботи – оцінити періопераційні характеристики у пацієнтів із вродженими вадами серця з фізіологією єдиного шлуночка, безпосередні та віддалені результати після гемодинамічної корекції.

За період з 1996 р. по 2025 р. в ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України» проведено паліативне лікування у вигляді двонаправленого кавапульмонального анастомозу, як проміжного етапу гемодинамічної корекції у 185-ти пацієнтів з функціональною фізіологією єдиного шлуночка серця. Основним методом діагностики у визначенні вади та оцінки безпосередніх і віддалених результатів було ехокардіографічне обстеження, та зондування порожнини серця.

Госпітальна летальність склала 4,3% (8 пацієнтів). Серед пацієнтів I групи відзначено 4 летальних випадки та серед пацієнтів III групи також 4 летальних випадки, на відміну від пацієнтів II групи, де була нульова летальність. Неускладнений перебіг раннього післяопераційного періоду спостерігали у 77% (n=142 пац.). Інші 23% (n=43 пац.) мали 56 ускладнень з наступним розподілом по групах: I група - 19 ускладнень у 15 пацієнтів, II група – 14 ускладнень у 13 пацієнтів, III група – 23 ускладнення у 14 пацієнтів.

Внесок потоку верхньої порожнистої вени напряму залежить від віку пацієнта та поступово знижується у пацієнтів старшої вікової групи, тому клінічний ефект виконання двонаправленого кавапульмонального анастомозу є значно кращий при виконанні операції в період раннього дитинства (з 1 до 3-х років).

Ключові слова: вроджені вади серця, одношлуночкова фізіологія серця, збіднений легеневий кровоплин, збагачений легеневий кровоплин, двонаправлений кавапульмональний анастомоз, гемодинамічна корекція.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота виконана в рамках НДР «Розробити та вдосконалити методи хірургічного лікування вроджених вад серця поєднаних з гіпоплазією правого шлуночка шляхом гемодинамічної корекції», номер державної реєстрації 0124U000171.

Вступ.

Частота складних варіантів вроджених вад серця (ВВС), що потребують високоспеціалізованого кардіологічного або кардіохірургічного втручання, протягом останніх десятиліть залишається відносно стабільною – приблизно 2,5-3 випадки на 1000 живонароджених. До цієї групи додається ще близько 3 випадків на 1000, які характеризуються помірною складністю. Разом із тим доведено, що приблизно 13 із 1000 новонароджених мають типи ВВС, які у процесі росту дитини також можуть потребувати хірургічного або інтервенційного втручання [1]. Серед дітей із ВВС, діагностованими у ранньому віці, 7,7% пацієнтів мають анатомічні особливості, що відповідають фізіології єдиного шлуночка серця (ЄШС) [2].

Хірургічне лікування складних форм ВВС у пацієнтів з одношлуночковою гемодинамікою, коли радикальна корекція неможлива через виражену гіпоплазію чи дисфункцію одного зі шлуночків, або пов'язане з високим ризиком післяопераційних ускладнень, і досі належить до найбільш складних напрямів дитячої кардіохірургії. Ця патологія характе-

ризується значною морфологічною варіативністю, що часто унеможливує відновлення двохшлуночкового кровообігу [3, 4]. Група таких вад є різномірною: гіпоплазія шлуночків нерідко поєднується з комплексом аномалій, серед яких септальні дефекти, стенози або атрезії магістральних судин, а також аномалії атріо-вентрикулярних клапанів.

На початкових етапах паліативного лікування ключовим завданням є досягнення балансу між системним і легеневим кровоплином: при надмірному легеневого кровотоці виконується звуження легеневої артерії (операція Мюллера), а за умов недостатнього кровоплину – формується системно-легеневий анастомоз. Наступними етапами є двонаправлений кавапульмональний анастомоз (ДКПА), та операція Фонтена чи тотальне кавапульмональне сполучення (ТКПС), що забезпечує тотальний кавапульмональний кровообіг із повним виключенням правого шлуночка (ПШ) [5]. Хоча радикальні втручання є найефективнішими, їхнє виконання не завжди можливе при складних морфологічних формах ВВС. Паліативні операції, натомість, часто асоціюються з такими ускладненнями як: легeneвими артеріовенозними фістулами, тривалими плевральними транссудаціями, хілотораксом і білково-дефіцитною ентеропатією [6]. За наявності пограничної морфології, коли гіпоплазія або функціональна неспроможність ПШ роблять радикальну корекцію неможливою, альтернативним рішенням виступає метод півторашлуночкової корекції [7, 8],

що було запропоновано А. Billingsley та співавторами (1989). Методика поєднує внутрішньосерцеву реконструкцію дефекту з частковим «обходом» правих відділів серця через створення ДКПА, що зменшує навантаження на ПШ та мінімізує недоліки повного його виключення. Незважаючи на певний поступ у розробці цієї тактики, питання діагностики та вибору оптимальної хірургічної стратегії при ВВС із гіпоплазією одного зі шлуночків залишаються предметом подальших досліджень, а опублікований клінічний досвід досі обмежений.

Мета дослідження.

Оцінити періопераційні характеристики у пацієнтів із вродженими вадами серця з фізіологією єдиного шлуночка, безпосередні та віддалені результати після гемодинамічної корекції.

Об'єкт і методи дослідження.

З 1996 р. по 2025 р. в ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України» виконано паліативне лікування у вигляді ДКПА у 185-ти пацієнтів з функціональною фізіологією ЄШС. Доведеним фактом є те, що об'єм венозного повернення з верхньої порожнистої вени (ВПВ) у системний кровоплин змінюється з віком людини, тому для проведення аналізу пацієнтів розподілено на три вікові групи. Група I – 43 (23%) дитини з віком до 12 місяців; Група II – 72 (39%) дитини, що прооперовані з 1 до 3 років; Група III – 70 (38%) пацієнтів, прооперованих віком старше 36 місяців (рис.). Дослідження проводилося згідно з принципами Гельсінської декларації охорони прав людини, конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину та положенням відповідних законів України. Протокол дослідження погоджено Локальним етичним комітетом для всіх, хто брав участь. На проведення дослідження, а також збір та обробку даних про пацієнтів було отримано інформовану згоду батьків дітей.

Середній вік на момент госпіталізації становив 32±17 міс. [3; 422]. Гендерні та антропометричні дані пацієнтів у вікових групах показано в таблиці 1.

Усі пацієнти проходили стандартний комплекс досліджень: загальноклінічні, біохімічні, бактеріологічні на передопераційному, інтраопераційному та післяопераційному етапах лікування. Провідними діагностичними методами у визначенні анатомічних особливостей вади й оцінці результатів лікування слугували ехокардіографія (ЕхоКГ) та катетеризація порожнини серця з ангіокардіографією (АКГ).

Для визначення оптимальної тактики хірургічного втручання всім дітям проводили ЕхоКГ дослідження. Під час обстеження оцінювали морфологічні та кінетичні особливості структури серця,

визначали їхні розміри, фракцію викиду (ФВ ЄШ), кінцево-діастолічний індекс (КДІ), ударний об'єм (УО ЄШ) та хвилинний об'єм кровообігу (ХОК). Додатково аналізували параметри клапанного апарату, стовбура і гілок легеневої артерії (ЛА), а також особливості внутрішньосерцевої гемодинаміки. Доопераційні особливості у пацієнтів груп порівняння за даними ЕхоКГ показано в таблиці 2.

Після проведеного аналізу відмічали тенденцію до зростання УО та ХОК із віком пацієнтів, що супроводжувалося підвищенням КДІ, однак без статистично значущих відмінностей між групами за цим показником ($p=0,229$). ФВ залишалася відносно стабільною у всіх групах, що вказує на збережену скоротливу здатність міокарда. Водночас достовірне зростання ХОК ($p=0,002$) і УО ЄШ ($p=0,042$) відображає вікові адаптаційні зміни серцевої діяльності перед оперативним втручанням. Отримані дані свідчать, що з віком у дітей із ЄШС спостерігається поступове покращення насосної функції серця, що ймовірно, пов'язано з розвитком компенсаторних механізмів гемодинаміки.

У зв'язку з наявністю комбінованих складних ВВС, для детальнішої оцінки гемодинамічних особливостей «золотим стандартом» діагностики та визначення показів до оперативного лікування вважається катетеризація порожнини серця з АКГ. Це дослідження було проведено у 167 (90%) пацієнтів усіх трьох вікових груп. Гемодинаміка інших 18 (10%) пацієнтів була цілком зрозуміла завдяки Ехо-КГ дослідженню. Доопераційні показники гемодинаміки за даними АКГ наведено в таблиці 3.

Таблиця 1 – Гендерні та антропометричні дані

Показник		I група (n=43)	II група (n=72)	III група (n=70)	P value
Стать	жіноча	18 (42%) ^{2,3}	22 (31%) ^{1,3}	36 (51%) ^{1,2}	<0.001
	чоловіча	25 (58%) ^{2,3}	50 (69%) ^{1,3}	34 (49%) ^{1,2}	<0.001
Вік, міс.		10 [3 - 12] ^{2,3}	22 [13 - 36] ^{1,3}	84 [38 - 422] ^{1,2}	<0.001
Маса тіла, кг		7,8 [6.81 - 8.65] ^{2,3}	12 [10.1 - 13] ^{1,3}	20,5 [16.5 - 32] ^{1,2}	<0.001
Зріст, см		70 [66 - 75] ^{2,3}	86 [80 - 92] ^{1,3}	124 [111 - 47,7] ^{1,2}	<0.001
BSA, м ²		0,4 [0.35 - 0.43] ^{2,3}	0,54 [0.50 - 0.60] ^{1,3}	0,85 [0.74 - ,16] ^{1,2}	<0.001

Таблиця 2 – Доопераційні показники гемодинаміки в групах порівняння

Показник	I група (n=43)	II група (n=72)	III група (n=70)	P value
КДІ, мл/м²	40.5 (18-72.5)	65 (33-110.5)	56,5 (26.5-101.5)	0.229
УО ЄШ, мл	10 (5.15-18.4) ^{2,3}	23 (11.75-45) ¹	27 (18-49) ¹	0.042
ФВ ЄШ, %	63.1±12.1	62.6±10	61.9±10.2	0.899
ХОК, л/хв	1.20 (1.05-2.74) ^{2,3}	3,65 (1.52-4.77) ¹	2.89 (1.61-4.99)	0.002



Рисунок – Розподіл на групи в залежності від віку.

Таблиця 3 – Доопераційні показники гемодинаміки в групах порівняння

Показник	I група (n=43)	II група (n=72)	III група (n=70)	P value
Тиск ВПВ, мм рт.ст.	4.5 (2.5-10)	5 (4-7)	6 (4-8)	0.730
Sat O ₂ НПВ, %	62±13.9	60±10.1 ³	73.2±7.4 ²	0.009
Sat O ₂ ЄШС, %	71.7±12.6 ³	71.3±13.9 ³	80.1±7.3 ^{1,2}	0.045
Тиск ПП, мм рт.ст.	4 (3-9.5)	5 (3.75-8)	7 (4-9.25)	0.686
Тиск в ЛП, мм рт.ст.	5.8±4.1	5.4±3.0	7.1±3.6	0.200
Sat O ₂ ЛП, %	95 (88.5-97.5)	96 (91-98)	95 (92-97)	0.362
Sat O ₂ в аорті, %	78 (70.75-87)	80 (73.5-85)	82 (77.5-89)	0.173
Тиск в ЛА, мм рт.ст.	10 (4.5-12.75) ³	11 (9-12.5) ³	17 (13-20) ^{1,2}	<0.001
Sat O ₂ в ЛА, %	75±10.6	77.6±8.5	72.5±5	0.184
Qp/Qs	0.48 ²	0.59 ^{1,3}	0.39 ²	<0.001

Найбільш виражені відмінності зафіксовано щодо середнього тиску в ЛА – він був достовірно вищим у пацієнтів III групи (16 мм рт.ст.) порівняно з I (9 мм рт.ст.) та II (10 мм рт.ст.) групами ($p<0,001$), що свідчить про підвищене легеневе судинне навантаження в старших дітей.

Показник співвідношення легеневого до системного кровотоку (Qp/Qs) також мав достовірні відмінності між групами ($p<0,001$), що вказує на зміни внеску потоку крові з ВПВ в системний кровоплин залежно від віку людини.

Для статистичного аналізу отриманих результатів застосовували програмні пакети Microsoft Excel 2016, IBM SPSS Statistics 21.0 та GMDH Shell DS. Вибір конкретних методів обробки визначався характером розподілу вибірок, що оцінювали за критерієм Колмогорова-Смірнова. У випадках, коли дані відпові-

(%). Статистичне порівняння цих частотних характеристик виконували за критерієм χ^2 , а постеріорні аналізи – за точним критерієм Фішера з використанням поправки Бонферроні.

Результати дослідження та їх обговорення.

Госпітальна летальність склала 4,3% (8 пацієнтів). У першій групі відзначено чотири летальних випадки, у третій групі також чотири летальних випадки, серед пацієнтів дру-

гої групи летальних випадків не спостерігали. У 7-ми пацієнтів причиною летальних випадків були гостра серцева та дихальні недостатності. У одного пацієнта післяопераційний період супроводжувався сепсисом і в результаті завершився поліорганною недостатністю. Усі втручання з формування ДКПА виконували через серединну стернотомію з допомогою штучного кровообігу. Було застосовано три варіанти ДКПА: в праву гілку ЛА – у 171 (92,4%) пацієнта; в ліву гілку ЛА – у 3 (1,6%) пацієнтів; а також двобічний варіант у праву та ліву гілки ЛА – у 11 (6%) хворих, які мали додаткову лівобічну ВПВ. Інтраопераційні дані подано в таблиці 4.

Згідно з отриманими даними, найвищі значення тиску у ВПВ спостерігалися у I групі (15,8±4,02 мм рт.ст.), тоді як найнижчі – у II групі (12,6±3,41 мм рт.ст.); різниця між групами була статистично достовірною ($p=0,046$). Показник Sat O₂ мав тенденцію до підвищення у II та III групах (89,5%), однак статистично значущих відмінностей не встановлено ($p=0,083$). Тривалість операції у досліджуваних групах була порівнянною та становила від 235 до 240 хвилин ($p=0,163$). Показники перфузії (85–95 хв)

Таблиця 4 – Інтраопераційні показники в групах порівняння

Показник	I група (n=43)	II група (n=72)	III група (n=70)	P value
Тиск у ВПВ, мм рт.ст.	15.8±4.0 ²	12.6±3.4 ^{1,3}	14.2±3.5 ²	0.046
Sat O ₂ інвазивно, %	81.5 (77-84)	89.5 (86-92)	89.5 (81-93)	0.083
Тривалість операції, хв	241 (182-301)	236 (212-279)	248 (214-325)	0.163
Перфузія, хв	97 (79-118)	84 (56.750-105.5)	88.5 (70.5-121.5)	0.069
Перетискання аорти, хв	10 (4.5-37)	13 (6-32.5)	20 (7.75-44.75)	0.106

дали нормальному (Гаусівському) розподілу, вони подавалися у вигляді $M\pm SD$ (середнє значення $\pm$ стандартне відхилення). Якщо ж розподіл відрізнявся від нормального, використовували медіану, квартилі та значення мінімуму й максимуму з поданням у форматі: медіана ([25-й; 75-й квартилі]) (мінімум; максимум). Порівняння груп виконували за допомогою параметричних методів – t-тесту Стюдента та дисперсійного аналізу (для кількісних показників), а також критерію Пірсона (для порівняння частотних характеристик). За відсутності нормального розподілу застосовували непараметричні тести: Манна-Уїтні, Уїлкоксона та Краскала-Уоліса. Постеріорні порівняння проводили за критерієм Данна. Для аналізу також використовували ANOVA або критерій Краскала-Уоліса з подальшими множинними порівняннями за методами Шеффе або Данна відповідно. Граничним рівнем значущості для відхилення нульової гіпотези вважали 95% довірчий інтервал; різницю між показниками визнавали статистично значущою при $p<0,05$. Госпітальну та віддалену летальність, частоту ускладнень і частоту виконання наступних паліативних втручань оцінювали як абсолютні та відносні величини

і перетискання аорти (10–20 хв) також не мали достовірних міжгрупових відмінностей ($p=0,069$ та $p=0,106$ відповідно). Таким чином, єдиною статистично значущою різницею між групами виявився тиск у ВПВ, тоді як інші інтраопераційні параметри залишалися на порівняльному рівні.

У післяопераційному періоді проводили аналіз наступних показників: час до екстубації, центральний венозний тиск (ЦВТ) у верхній та нижній порожнистих венах, час проведений пацієнтом у відділенні реанімації та інтенсивної терапії (ВРІТ), тривалість екстубації, дози та тривалість застосування симпатоміметиків, термін госпіталізації, та сатурацію кисню. Дані щодо особливостей післяопераційного періоду представлено в таблиці 5.

Згідно з результатами, час до екстубації був найменшим у II групі – 5 (3-6,5) год, тоді як у I групі цей показник сягав 10 (3-67) год ($p=0,009$).

Показники центрального венозного тиску (ЦВТ) у ВПВ та ЦВТ у нижній порожнистій вені (НПВ) були достовірно нижчими у II групі – 10 (8-11) та 7 (7-9) мм рт.ст. відповідно ($p<0,001$). Тривалість перебування у ВРІТ мала тенденцію до зменшення у II та III групах

(96 год), однак різниця не досягла статистичної значущості ($p=0,059$). Ексудація тривала довше в I та III групах порівняно з II ($p=0,044$). Дози симпатоміметиків були достовірно нижчими у II групі – 5 (4-5) мкг/кг/хв ($p<0,001$), тоді як тривалість їх застосування була найменшою у II групі – 48 (24-72) год ($p=0,048$).

Тривалість госпіталізації також виявилася найкоротшою у II групі – 19 (15-24) днів, на відміну від I (21 день) та III груп (22 дні), різниця була статистично значущою ($p<0,001$). Рівень сатурації після операції та при виписці поступово підвищувався від I до III групи, причому достовірні відмінності спостерігалися лише при виписці ($p=0,026$). Таким чином, найсприятливіший післяопераційний перебіг за більшістю показників відзначено у пацієнтів II групи, що проявлялося швидшою екстубацією, нижчим ЦВТ, меншою потребою в симпатоміметиках та коротшим перебуванням у стаціонарі.

Неускладнений перебіг раннього післяопераційного періоду спостерігали у 77% ($n=142$ пац.). Інші 23% ($n=43$ пац.) мали 59 ускладнень з наступним розподілом по групах: I група – 20 ускладнень у 15 пацієнтів, II група – 15 ускладнень у 12 пацієнтів, III група – 24 ускладнення у 16 пацієнтів. Ускладнення раннього післяопераційного періоду наведені в таблиці 6.

Аналіз загальної кількості ускладнень засвідчив наявність статистично значущих відмінностей між групами ($p=0,043$). У I групі частка пацієнтів без будь-яких ускладнень становила 64,3%, тоді як у II та III групах цей показник був вищим – 81,7% та 80% відповідно. Водночас частота розвитку ускладнень була найбільшою саме в I групі (35,7%), що суттєво перевищувало відповідні показники II (18,3%) та III груп (20%) ($p<0,001$). При аналізі структури ускладнень відзначено, що найчастіше реєстрували гостру СН та гостру ДН, проте відмінності між групами не досягли статистичної значущості ($p=0,08$ та $p=0,14$ відповідно). Поодинокі випадки інфекційних ускладнень (пневмонія, трахеобронхіт, ранова інфекція), ексудативного плевриту, лімфорей, тромбозу ВПВ, сепсису та парезу діафрагми зустрічалися з різною частотою, але без суттєвих міжгрупових відмінностей. Звертає на себе увагу підвищена частота плевральних ускладнень у III групі ($n=6$), хоча статистичної різниці не встановлено ($p=0,24$). Сумарна кількість зареєстрованих ускладнень була найвищою у III групі ($n=24$), тоді як у I групі – 20 випадків, у II групі – 15. За цим показником виявлено статистично значущі розбіжності між групами ($p=0,019$), що під-

Таблиця 5 – Показники післяопераційного періоду в порівнюваних групах

Показник	I група (n=43)	II група (n=72)	III група (n=70)	P value
Екстубація, год.	10 (4-68) ²	5 (4-6.5) ¹	6 (5-15.5)	0.009
ЦВТ в ВПВ, мм рт. ст.	13 (10-16) ²	11 (7-12) ^{1,3}	12 (10.25-13.75) ²	<0.001
ЦВТ в НПВ, мм рт. ст.	10 (9-12) ²	6 (5-8) ^{1,3}	11 (7.75-15) ²	<0.001
Перебування у ВРІТ, год.	127 (73-169)	97 (73-121)	99 (73-145)	0.059
Ексудація всього, год.	72 (48-72) ²	48 (48-72) ^{1,3}	72 (48-96) ²	0.044
Симпатоміметики, мкг/кг/хв	6.5 (4-12) ²	4 (3-6) ^{1,3}	6.5 (6-14) ²	<0.001
Симпатоміметики всього, год.	60 (22.5-87) ³	46 (22-70) ³	74 (46-98) ^{1,2}	0.048
Перебування в стаціонарі, дні	22 (16.25-30.75) ²	18 (14-22) ^{1,3}	23 (17-29.75) ²	<0.001
Сатурація після операції, %	83.5 (81-87.5)	86 (83-90)	85 (84-88)	0.079
Сатурація при виписці, %	83 (81-86) ²	91 (83.75-95) ¹	88 (82.5-91)	0.026

креслює різний характер та частоту післяопераційних ускладнень у досліджуваних когорт.

Середній період спостереження становив 58 ± 7 місяців (від 6 до 192 міс.). Показники виживаності становили: через 6 місяців – 98,9%, через один рік – 97,3%, і залишалися стабільними до моменту проведення завершального етапу гемодинамічної корекції. Наступний, тобто фінальний етап корекції ТКПС у основній групі ($n=185$) був виконаний у 140 пацієнтів, що відповідає 75,6%. Зв'язок із сімома пацієнтами встановити не вдалося.

Попри поступ у хірургічних технологіях та значний досвід центрів, що займаються паліативним лікуванням пацієнтів з одношлуночковою фізіологією, лише 60-80% хворих досягають завершального етапу кровообігу за Фонтеном. Ні анатомічні особливості, ні індивідуальні ризики, ні відмінності між клініками не здатні повністю пояснити таку різноплановість результатів. Аналіз безпосередніх та віддалених результатів гемодинамічної корекції за Фонтеном у провідних медичних центрах демонструє тривожну тенденцію до збільшення частоти пізніх ускладнень [9]. Серед частини пацієнтів, які страждають на СН, часто відзначають порушення шлуночкової функції, що

Таблиця 6 – Післяопераційні ускладнення груп порівняння

Показник		I група (n=43)	II група (n=72)	III група (n=70)	P value
		Пацієнти			
Післяопераційні ускл., n(%)	ні	28 (64.3)	60 (81.7)	54 (80)	0.043
	так	15 (35.7) ²	12 (18.3) ^{1,3}	16 (20) ²	<0.001
Ускладнення					
Гостра СН, n		7	5	6	0.08
Гостра ДН, n		6	3	5	0.14
Пневмонія, n		1	-	2	-
Трахеобронхіт, n		1	2	-	-
Ексудативний плеврит, n		1	2	6	0.24
Лімфорей, n		-	1	-	-
Тромбоз ВПВ, n		1	-	-	-
Інфікування післяопераційної рани, n		-	2	1	-
Сепсис, n		1	-	1	-
Парез діафрагми, n		1	-	-	-
Кровотеча, n		-	-	1	-
Ре-тораотомія, n		1	-	1	-
Всього, n		20 ²	15 ^{1,3}	24 ²	0.019

найбільш характерно для хворих з домінуючим ПШ. Також нерідко спостерігають регургітацію на атріо-вентрикулярних клапанах та різноманітні порушення ритму серця. Особливість пасивного повернення венозної крові до легенів у цій групі хворих нерідко призводить до стійкого підвищення венозного тиску у печінці та кишечнику, що у подальшому це може проявлятися розвитком ентеропатії з втратою білка та формуванням цирозу печінки. Ці ураження не лише створюють серйозні лікувальні труднощі, але й здатні провокувати погіршення гемодинаміки та підвищувати ризик ранньої смерті, негативно впливаючи на кінцеві результати реалізації стратегії Фонтену. На сьогодні існує загальноприйнята міжнародна тактика етапності хірургічної корекції одношлуночкових вад. До шестимісячного віку необхідно забезпечити оптимальний баланс системного та легеневого кровообігу; певний рівень ціанозу може зберігатися, але у межах, сумісних із нормальним розвитком. У віці від 6 місяців до 3 років рекомендовано виконувати ДКПА, який є проміжною стадією перед завершальним етапом – ТКПС [10, 11]. Єдиний шлуночок у цій моделі кровообігу діє і як насос, що «втягує» кров, і як механізм виштовхування, усуваючи необхідність проходження венозної крові з верхнього частини тіла через ПШ. Під час фази наповнення він забезпечує пасивний легеневи кровотік, а під час фази вигнання працює виключно на системний кровообіг [12]. Функціонування цього механізму можливе лише при низькому легенево-судинному опорі та мінімальному кінцево-діастолічному тиску у шлуночку. Зростання будь-якого з цих параметрів порушує роботу системної циркуляції, спричиняючи підвищення

центрального венозного тиску та появу периферичних набряків. Єдиний шлуночок є ВВС серця, що супроводжується значною захворюваністю та високим ризиком летальності. Значна варіабельність клінічних проявів ускладнює вибір оптимальної тактики лікування, тому лікарі всіх ланок мають володіти сучасними знаннями щодо необхідного діагностичного обстеження та етапності паліативних хірургічних втручань. ДКПА забезпечує хороші клінічні результати, характеризується низькою частотою ускладнень, сприяє нормальному росту легеневи артерій, підвищує легеневи кровотік, зменшує навантаження на шлуночок і загалом покращує показники виживаності [13, 14, 15].

Висновки.

1. У хворих з фізіологією ЄШС застосування комплексної лікувальної тактики, адаптованої до індивідуальних гемодинамічних особливостей, забезпечує сприятливі ранні та віддалені результати на всіх етапах лікування. Формування ДКПА забезпечує ефективний легеневи кровотік та виступає ключовим чинником, що визначає рівень оксигенації крові.

2. Внесок потоку через ВПВ прямо пов'язаний із віком пацієнта: у старших дітей він поступово зменшується, що проявляється зниженням системної сатурації. Тому ефективність ДКПА як етапу одношлуночкової корекції є суттєво вищою, коли операцію виконують від 1 до 3 років.

Перспективи подальших досліджень.

Впровадження клінічних протоколів та рекомендацій по визначенню термінів та методів хірургічної корекції на основі проведеного аналізу.

References / Література

- Hoffman JL, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39(12):1890-900. DOI: [10.1016/s0735-1097\(02\)01886-7](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)01886-7).
- Liu Y, Chen S, Zühlke L, Black GC, Choy MK, Li N, et al. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970-2017: updated systematic review and meta-analysis of 260 studies. *Int J Epidemiol.* 2019;48(2):455-63. DOI: [10.1093/ije/dyz009](https://doi.org/10.1093/ije/dyz009).
- Prasad D, Romanowicz J, Banka P, Beroukhi R, Ghelani SJ, Emani S, et al. Cardiac magnetic resonance parameters associated with successful conversion from a single ventricular to a one-and-a-half or biventricular circulation in patients with a hypoplastic right ventricle. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2023;25(1):51. DOI: [10.1186/s12968-023-00965-6](https://doi.org/10.1186/s12968-023-00965-6).
- Ma K, Qi L, Hua Z, Yang K, Zhang H, Li S, et al. Effectiveness of Bidirectional Glenn Shunt Placement for Palliation in Complex Congenitally Corrected Transposed Great Arteries. *Tex Heart Inst J.* 2020;47(1):15-22. DOI: [10.14503/THIJ-17-6555](https://doi.org/10.14503/THIJ-17-6555).
- Sharma R. The bidirectional Glenn shunt for univentricular hearts. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;34(4):453-6. DOI: [10.1007/s12055-018-0653-z](https://doi.org/10.1007/s12055-018-0653-z).
- Edelson JB, Ravishanker C, Griffis H, Zhang X, Faerber J, Gardner MM, et al. A Comparison of Bidirectional Glenn vs. Hemi-Fontan Procedure: An Analysis of the Single Ventricle Reconstruction Trial Public Use Dataset. *Pediatr Cardiol.* 2020;41(6):1166-72. DOI: [10.1007/s00246-020-02371-6](https://doi.org/10.1007/s00246-020-02371-6).
- Cabrelle G, Castaldi B, Vedovelli L, Gregori D, Vida VL, Padalino MA. Long-term experience with the one-and-a-half ventricle repair for simple and complex congenital heart defects. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2021;59(1):244-52. DOI: [10.1093/ejcts/ezaa289](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa289).
- Prasanna A, Tan CW, Anastasopoulos A, Beroukhi RS, Emani SM. One and One-Half Ventricle Repair: Role for Restricting Antegrade Pulmonary Blood Flow. *Ann Thorac Surg.* 2022;114(1):176-83. DOI: [10.1016/j.athoracsur.2021.04.058](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.04.058).
- Liu MY, Zielonka B, Snarr BS, Zhang X, Gaynor JW, Rychik J. Longitudinal assessment of outcome from prenatal diagnosis through Fontan operation for over 500 fetuses with single ventricle-type congenital heart disease: The Philadelphia Fetus-to-Fontan Cohort Study. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(19):e009145. DOI: [10.1161/JAHA.118.009145](https://doi.org/10.1161/JAHA.118.009145).
- Spector LG, Menk JS, Knight JH, McCracken C, Thomas AS, Vinocur JM, et al. Trends in long-term mortality after congenital heart surgery. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71(21):2434-2446. DOI: [10.1016/j.jacc.2018.03.491](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.03.491).
- Minocha P, Phoon C. Tricuspid atresia. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554495/#article-30595.s3>.
- King G, Ayer J, Celermajer D, Zentner D, Justo R, Disney P, et al. Atrioventricular valve failure in Fontan palliation. *J Am Coll Cardiol.* 2019;73(7):810-822. DOI: [10.1016/j.jacc.2018.12.025](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.12.025).
- Liu Y, Chen S, Zühlke L, Black GC, Choy MK, Li N, et al. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970-2017: updated systematic review and meta-analysis of 260 studies. *Int J Epidemiol.* 2019;48(2):455-463.
- Nozari A, Aghaei-Moghadam E, Zeinaloo A, Alavi A, Ghasemi Firouzabadi S, Minaee S, et al. A Pathogenic Homozygous Mutation in The Pleckstrin Homology Domain of RASA1 Is Responsible for Familial Tricuspid Atresia in An Iranian Consanguineous Family. *Cell J.* 2019;21(1):70-7. DOI: [10.22074/cellj.2019.5734](https://doi.org/10.22074/cellj.2019.5734).
- Tariq M, Zahid I, Hashmi S, Amanullah M, Shahabuddin S. The Glenn procedure: Clinical outcomes in patients with congenital heart disease in Pakistan. *Ann Card Anaesth.* 2021;24(1):30-35. DOI: [10.4103/aca.ACA_85_19](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_85_19).

ДВОНАПРАВЛЕНИЙ КАВАПУЛЬМОНАЛЬНИЙ АНАСТОМОЗ ЯК ЕТАП ГЕМОДИНАМІЧНОЇ СТРАТЕГІЇ ФОНТЕНА (30 РОКІВ ДОСВІДУ ОДНОГО ЦЕНТРУ)**Дзюрий І. В., Труба Я. П., Майстриук Г. В., Якімішен О. О., Лазоришинець В. В.**

Резюме. Частота складних варіантів ВВС, що потребують високоспеціалізованого кардіологічного або кардіохірургічного втручання, протягом останніх десятиліть залишається відносно стабільною – приблизно 2,5-3 випадки на 1000 живонароджених. До цієї групи додається ще близько 3 випадків на 1000, які характеризуються помірною складністю. Разом із тим доведено, що приблизно 13 із 1000 новонароджених мають типи ВВС, які у процесі росту дитини також можуть потребувати хірургічного або інтервенційного втручання. До провідних напрямів сучасної хірургічної корекції складних ВВС належать двошлуночкова (радикальна) корекція або паліативна стратегія за типом Фонтена. Хоча радикальні втручання є найефективнішими, їхнє виконання не завжди можливе при складних морфологічних формах ВВС.

Мета роботи - оцінити періопераційні характеристики у пацієнтів із ВВС з фізіологією єдиного шлуночка, безпосередні та віддалені результати після гемодинамічної корекції.

За період з 1996 р. по 2025 р. в ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова НАМН України» проведено паліативне лікування у вигляді ДКПА, як проміжного етапу гемодинамічної корекції у 185-ти пацієнтів з функціональною фізіологією ЄШС. Основним методом діагностики у визначенні вади та оцінки безпосередніх і віддалених результатів було Ехо-КГ обстеження, та зондування порожнини серця з АКГ.

Госпітальна летальність склала 4,3% (8 пацієнтів). Серед пацієнтів I групи відзначено 4 летальних випадки та серед пацієнтів III групи також 4 летальних випадки, на відміну від пацієнтів II групи, де була нульова летальність. Згідно з результатами, час до екстубації був найменшим у II групі – 5 (3-6,5) год, тоді як у I групі цей показник сягав 10 (3-67) год ($p=0,009$). Показники ЦВТ у ВПВ та ЦВТ у НПВ були достовірно нижчими у II групі – 10 (8-11) та 7 (7-9) мм рт. ст. відповідно ($p<0,001$). Тривалість перебування у ВРІТ мала тенденцію до зменшення у II та III групах (96 год), однак різниця не досягла статистичної значущості ($p=0,059$). Екстубація тривала довше в I та III групах порівняно з II ($p=0,044$). Дози симпатоміметиків були достовірно нижчими у II групі – 5 (4-5) мкг/кг/хв ($p<0,001$), тоді як тривалість їх застосування була найменшою у II групі – 48 (24-72) год ($p=0,048$). Тривалість госпіталізації також виявилася найкоротшою у II групі – 19 (15-24) днів, на відміну від I (21 день) та III груп (22 дні), різниця була статистично значущою ($p<0,001$). Рівень сатурації після операції та при виписці поступово підвищувався від I до III групи, причому достовірні відмінності спостерігалися лише при виписці ($p=0,026$). Таким чином, найсприятливіший післяопераційний перебіг за більшістю показників відзначено у пацієнтів II групи, що проявлялося швидкою екстубацією, нижчим ЦВТ, меншою потребою в симпатоміметиках та коротшим перебуванням у стаціонарі. Неускладнений перебіг раннього післяопераційного періоду спостерігали у 77% ($n=142$ пац.). Інші 23% ($n=43$ пац.) мали 56 ускладнень з наступним розподілом по групах: I група – 19 ускладнень у 15 пацієнтів, II група – 14 ускладнень у 13 пацієнтів, III група – 23 ускладнення у 14 пацієнтів. Середній період спостереження становив 58 ± 7 місяців (від 6 до 192 міс.). Виживаність пацієнтів становила: через 6 міс. – 98,9%, через 1 рік – 97,3% і була сталою до завершального етапу гемодинамічної корекції. Наступний, або завершальний етап гемодинамічної корекції ТКПС в основній групі дослідження ($n=185$ пац.) був виконаний 140 пацієнтам, що складає 75,6 %. З 7 пацієнтами втрачений зв'язок.

Внесок потоку ВПВ напряму залежить від віку пацієнта та поступово знижується у пацієнтів старшої вікової групи, тому клінічний ефект виконання ДКПА є значно кращий при виконанні операції в період раннього дитинства (з 1 до 3-х років).

Ключові слова: вроджені вади серця, одношлуночкова фізіологія серця, збіднений легеневий кровоплин, збагачений легеневий кровоплин, двонаправлений кавапульмональний анастомоз, гемодинамічна корекція.

BIDIRECTIONAL CAVAPULMONARY ANASTOMOSIS AS A STAGE OF THE FONTAN HEMODYNAMIC STRATEGY (30 YEARS OF EXPERIENCE OF A SINGLE CENTER)**Dziuryi I. V., Truba Ia. P., Maistriuk H. V., Yakimishen O. O., Lazoryshynets V. V.**

Abstract. The incidence of complex CHD variants requiring highly specialized cardiologic or cardiac surgery intervention has remained relatively stable over the past decades, at approximately 2.5-3 cases per 1,000 live births. Added to this group are about 3 cases per 1,000 that are characterized by moderate complexity. At the same time, it has been proven that approximately 13 out of 1,000 newborns have types of CHD that may also require surgical or interventional intervention as the child grows. The leading approaches to modern surgical correction of complex CHD include radical correction or a palliative strategy such as the Fontan procedure. Although radical interventions are the most effective, they are not always possible in cases of complex morphological forms of CHD.

The aim was to evaluate perioperative characteristics in patients with congenital heart defects with single ventricle physiology, immediate and long-term results after hemodynamic correction.

In the period from 1996 and 2025, at the National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine performed palliative treatment in the form of bidirectional cavapulmonary anastomosis as an intermediate stage of hemodynamic correction in 185 patients with functional single ventricle physiology. The main diagnostic method for determining the defect and evaluating immediate and long-term results was echocardiography and cardiac catheterization.

Hospital mortality was 4.3% (8 patients). Among patients in group I, there were 4 fatalities, and among patients in group III, there were also 4 fatalities, in contrast to patients in group II, where there were no fatalities. According to the results, the time to extubation was shortest in group II – 5 (3-6.5) hours, while in group I this indicator reached 10 (3-67) hours ($p=0.009$). The CVP in the SVC and CVP in the IVC were significantly lower in group II – 10 (8-11) and 7 (7-9) mmHg, respectively ($p<0.001$). The duration of stay in the ICU tended to decrease in groups II and III

(96 hours), but the difference was not statistically significant ($p=0.059$). Exudation lasted longer in groups I and III compared to group II ($p=0.044$). Sympathomimetic doses were significantly lower in group II – 5 (4-5) mcg/kg/min ($p<0.001$), while the duration of their use was the shortest in group II – 48 (24-72) hours ($p=0.048$). The duration of hospitalization was also shortest in group II – 19 (15-24) days, unlike groups I (21 days) and III (22 days), the difference was statistically significant ($p<0.001$). The level of saturation after surgery and at discharge gradually increased from group I to group III, with significant differences observed only at discharge ($p=0.026$). Thus, the most favorable postoperative course according to most indicators was observed in patients of group II, which manifested itself in faster extubation, lower CVP, less need for sympathomimetics, and shorter hospital stay. An uncomplicated early postoperative period was observed in 77% ($n=142$ patients). The other 23% ($n=43$ patients) had 56 complications, distributed as follows: group I – 19 complications in 15 patients, group II – 14 complications in 13 patients, group III – 23 complications in 14 patients. The average observation period was 58 ± 7 months (from 6 to 192 months). Patient survival was: after 6 months – 98.9%, after 1 year – 97.3% and remained stable until the final stage of hemodynamic correction. The next, or final stage of hemodynamic correction of TCC in the main study group ($n=185$ patients) was performed in 140 patients, which is 75.6%. Contact was lost with 7 patients.

The contribution of the SVC flow directly depends on the patient's age and gradually decreases in older patients, therefore the clinical effect of BCPA is significantly better when the operation is performed in early childhood (from 1 to 3 years).

Key words: congenital heart defects, single-ventricle heart physiology, decreased pulmonary blood flow, increased pulmonary blood flow, bidirectional cavapulmonary anastomosis, hemodynamic correction.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Dziuryi I. V.: <https://orcid.org/0000-0002-1073-7060> ^{ABCDEF}

Truba Ia. P.: <https://orcid.org/0000-0001-5214-408X> ^{ADEF}

Maistriuk H. V.: <https://orcid.org/0009-0006-0613-1732> ^D

Yakimishen O. O.: <https://orcid.org/0000-0002-0634-3579> ^D

Lazoryshynets V. V.: <https://orcid.org/0000-0002-1748-561X> ^{AEF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Dziuryi Ivan Vasylovych / Дзюрий Іван Васильович

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery, National Academy of Medical Sciences of Ukraine / ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України»

Ukraine, 03038, Kyiv, 6 N. Amosov str. / Адреса: Україна, 03038, м. Київ, вул. М. Амосова 6

Tel.: +380994818512 / Тел.: +380994818512

E-mail: ivandzyurii@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 29.07.2025 / Стаття надійшла 29.07.2025 року

Accepted 12.11.2025 / Стаття прийнята до друку 12.11.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-4-179-140-148

UDC 612.66

¹Kobal I. V., ²Sokolenko V. L.

SIGNS OF IMMUNOSENESCENCE AT THE LEVEL OF THE LEUKOGRAM IN TEACHERS OF DIFFERENT AGES DURING THE PERIOD OF MARTIAL LAW

¹Cherkasy Medical Academy (Cherkasy, Ukraine)

²Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy (Cherkasy, Ukraine)

sokolenko@ukr.net

The study of the signs and mechanisms of immunosenescence is one of the current research areas of modern biology and medicine. Among the factors influencing the development of immunosenescence, psychological stress is indicated. Available studies show an increased level of stress among school teachers caused by martial law factors. The aim of the study is to determine the presence of changes in the leukocyte formula, as signs of immunosenescence, in education workers of different ages during martial law.

The analysis of the leukocyte formula was carried out in 2023/2024. The control group was formed by students of 2-3 years of the Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy (40 people). The research group was formed by 60 pedagogical workers of secondary education institutions of the city of Cherkasy and Cherkasy district, who underwent routine medical examinations. Within the groups, subgroups of the first mature age (26-34 years, 30 people) and the second mature age (35-52 years, 30 people) were distinguished. The studies were conducted in compliance