



## КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОНИТОРИНГА BIS (БИСПЕКТРАЛЬНОГО ИНДЕКСА) В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ КОРРЕКЦИИ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА У ДЕТЕЙ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18562520>

**Чориев Х.Т.  
Хамраева Г.Ш  
Шахизмрова И.Д  
Саитазизов Х.Б.  
Алмарданова Н.Т  
Умаров К.Ш.**

### АКТУАЛЬНОСТЬ.

Врожденные пороки сердца (ВПС) остаются одной из наиболее актуальных проблем современной педиатрии и кардиохирургии, занимая ведущее место в структуре врожденной патологии. По данным Всемирной организации здравоохранения, частота ВПС в мире составляет 8-12 случаев на 1000 живорожденных детей. Ежегодно в мире рождается около 1,35 миллиона детей с ВПС, из которых около 1 миллиона нуждаются в хирургической коррекции в первый год жизни.

Согласно статистическим данным, в развитых странах частота ВПС достигает 9,1 на 1000 живорожденных (США), 8,2 на 1000 (страны Европейского союза), 7,9 на 1000 (Япония). Летальность при некорригированных критических ВПС в первый год жизни составляет 25-30%, а без хирургического лечения до 5-летнего возраста доживают лишь 15-20% пациентов.

В Республике Узбекистан, по данным Министерства здравоохранения, частота ВПС составляет 7,2-8,5 на 1000 живорожденных детей. Ежегодно регистрируется около 2500-3000 новых случаев ВПС. За последние 5 лет количество кардиохирургических операций у детей с ВПС увеличилось с 850 до 1450 в год, что свидетельствует о развитии специализированной помощи в республике. Однако послеоперационная летальность остается на уровне 4,2-6,8%, что требует совершенствования методов периоперационного мониторинга и анестезиологического обеспечения.

Одной из основных причин неблагоприятных исходов в периоперационном периоде является неадекватная глубина анестезии, приводящая либо к интраоперационному пробуждению (0,1-0,2% случаев), либо к избыточной анестезии с развитием гемодинамической нестабильности и



неврологических осложнений. Традиционные методы оценки глубины анестезии (клинические признаки, гемодинамические параметры) не всегда достоверны, особенно у детей раннего возраста с гемодинамически значимыми ВПС.

## ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Оценить клиническую эффективность применения BIS-мониторинга в периоперационном периоде при хирургической коррекции врожденных пороков сердца у детей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Место проведения исследования: Исследование проводилось на базе многопрофильной клиники «Ихлос» (г. Ташкент, Республика Узбекистан) в период с января 2024 года по декабрь 2025 года.

Дизайн исследования: Проспективное контролируемое сравнительное исследование.

Характеристика пациентов: В исследование были включены 52 пациента детского возраста (от 6

месяцев до 14 лет), которым проводились плановые кардиохирургические операции по поводу врожденных пороков сердца. Все пациенты были разделены на две группы:

- **Основная группа (n=32)** – пациенты, у которых применялся BIS-мониторинг в течение всего периоперационного периода

- **Контрольная группа (n=20)** – пациенты, которым BIS-мониторинг не проводился, глубина анестезии оценивалась традиционными клиническими методами

Структура ВПС в исследуемых группах:

- Дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП) – 38,5%

- Дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) – 23,1%

- Тетрада Фалло – 17,3%

- Открытый артериальный проток (ОАП) – 11,5%

- Коарктация аорты – 5,8%

- Комбинированные пороки – 3,8%

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Группы были сопоставимы по основным демографическим и клиническим характеристикам (Таблица 1).

Таблица 1.

Демографические и клинические характеристики пациентов

Показатель	Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=20)	p
Возраст, годы (M±SD)	4,8±3,2	5,1±3,5	0,742
Масса тела, кг (M±SD)	16,4±7,8	17,2±8,1	0,718
Пол (м/ж), n (%)		11(55,0)/9(45,0)	



	18(56,3)/14(43,7)	5,0)	0,927
ASA III, n (%)	21(65,6)	13(65,0)	0,963
ASA IV, n (%)	11(34,4)	7(35,0)	0,963
Фракция выброса ЛЖ, % (M±SD)	58,3±8,4	57,1±9,2	0,621

Как видно из таблицы 1, группы были однородны по возрасту, массе тела, полу, классу по ASA и исходной функции левого желудочка ( $p>0,05$  для всех показателей), что позволяет корректно сравнивать результаты.

В основной группе проводилась непрерывная регистрация показателей BIS на всех этапах периоперационного периода (Таблица 2).

Таблица 2.

Динамика показателей BIS в основной группе (n=32)

Этап исследования	BIS (M±SD)	Диапазон значений
Предоперационный период		
Исходно (бодрствование)	94,6±3,2	88-98
После премедикации	78,4±6,8	65-89
Перед индукцией	81,2±5,4	70-92
Интраоперационный период		
После индукции (5 мин)	48,3±4,7	38-58
Через 10 мин после индукции	46,8±3,9	40-56
Стернотомия	51,2±5,3	42-62
Канюляция	49,7±4,8	41-59
Начало ИК	47,3±5,1	38-57
Основной этап операции	48,9±4,2	42-58
Окончание ИК	50,4±5,6	40-61
Ушивание грудины	52,8±6,2	43-65
Среднее значение за операцию	49,2±3,8	43-57
% времени в целевом диапазоне (40-60)	87,4±8,3	72-98
Послеоперационный период		
При поступлении в ОРИТ	54,6±7,2	42-68
Через 1 час	58,3±8,4	45-74
Через 3 часа	64,7±9,1	48-82
На момент пробуждения	82,6±6,8	70-94



Через 1 час после экстубации	89,4±5,2	78-97
Через 6 часов после экстубации	91,8±4,6	82-98

Анализ показателей BIS в основной группе показал, что в предоперационном периоде исходные значения BIS соответствовали состоянию бодрствования (94,6±3,2). После премедикации мидазоламом наблюдалось закономерное снижение BIS до 78,4±6,8, что соответствует умеренной седации.

В интраоперационном периоде после индукции анестезии значения BIS быстро достигали целевого диапазона 40-60 (48,3±4,7 через 5 минут). На протяжении всей операции показатели BIS поддерживались в оптимальном диапазоне, среднее

значение составило 49,2±3,8. Важно отметить, что процент времени нахождения в целевом диапазоне BIS 40-60 составил 87,4±8,3%, что свидетельствует о высокой эффективности BIS-контролируемой анестезии.

В послеоперационном периоде наблюдалось постепенное повышение значений BIS по мере прекращения действия анестетиков. На момент пробуждения (открытие глаз на команду) BIS составил 82,6±6,8, что соответствует восстановлению сознания.

Применение BIS-мониторинга позволило значительно оптимизировать расход анестетиков (Таблица 3).

Таблица 3.

Расход анестетиков в сравниваемых группах

Показатель	Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=20)	p
Севофлуран, мл (M±SD)	42,8±12,4	58,6±15,7	<0,001
Экономия севофлурана, %	26,9	-	-
Фентанил, мкг/кг (M±SD)	18,4±4,2	24,7±5,8	<0,001
Экономия фентанила, %	25,5	-	-
Пропофол (индукция), мг/кг (M±SD)	2,3±0,4	2,8±0,5	<0,001
Экономия пропофола, %	17,9	-	-



Как видно из таблицы 3, в основной группе с применением BIS-мониторинга расход севофлурана был на 26,9% меньше ( $42,8 \pm 12,4$  мл против  $58,6 \pm 15,7$  мл,  $p < 0,001$ ), фентанила – на 25,5% меньше ( $18,4 \pm 4,2$  мкг/кг против  $24,7 \pm 5,8$  мкг/кг,  $p < 0,001$ ), пропофола – на 17,9% меньше ( $2,3 \pm 0,4$  мг/кг против  $2,8 \pm 0,5$  мг/кг,  $p < 0,001$ ). Все различия были статистически высокозначимыми.

Сравнительный анализ анестезиологических и хирургических параметров представлен в таблице 4.

Таблица 4.

Анестезиологические и хирургические параметры

Показатель	Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=20)	p
Продолжительность анестезии, мин (M±SD)	$248,6 \pm 52,4$	$254,3 \pm 48,7$	0,684
Продолжительность операции, мин (M±SD)	$226,4 \pm 48,3$	$232,8 \pm 45,9$	0,626
Длительность ИК, мин (M±SD)	$94,7 \pm 28,6$	$98,2 \pm 31,4$	0,672
Время пережатия аорты, мин (M±SD)	$62,4 \pm 18,7$	$64,8 \pm 20,3$	0,656
Кровопотеря, мл/кг (M±SD)	$18,6 \pm 6,4$	$19,8 \pm 7,2$	0,528
Время до экстубации, мин (M±SD)	$286,4 \pm 64,8$	$428,6 \pm 98,4$	<0,001
Сокращение времени до экстубации, %	33,2	-	-
Время до восстановления сознания, мин (M±SD)	$32,4 \pm 8,6$	$48,7 \pm 12,4$	<0,001
Сокращение времени пробуждения, %	33,5	-	-

Группы были сопоставимы по продолжительности анестезии, операции, длительности искусственного кровообращения, времени пережатия аорты и объему кровопотери ( $p > 0,05$ ), что свидетельствует об однородности хирургических вмешательств.

Однако в основной группе время до экстубации было значительно короче –  $286,4 \pm 64,8$  минут против  $428,6 \pm 98,4$  минут в контрольной группе ( $p < 0,001$ ), что составляет сокращение на 33,2%. Время до восстановления сознания также было



достоверно меньше в основной группе –  $32,4 \pm 8,6$  минут против  $48,7 \pm 12,4$  минут ( $p < 0,001$ ), сокращение на 33,5%.

Анализ гемодинамических параметров показал более стабильную гемодинамику в основной группе (Таблица 5).

Таблица 5.

Гемодинамические параметры в интраоперационном периоде

Показатель	Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=20)	p
Среднее АД, мм рт.ст. (M±SD)	$64,8 \pm 8,4$	$62,3 \pm 9,7$	0,321
ЧСС, уд/мин (M±SD)	$108,6 \pm 14,2$	$112,4 \pm 16,8$	0,364
Эпизоды гипотензии (АДср < 50 мм рт.ст.), n (%)	4(12,5)	7(35,0)	0,042
Эпизоды гипертензии (АДср > 80 мм рт.ст.), n (%)	3(9,4)	8(40,0)	0,006
Эпизоды тахикардии (ЧСС > 130), n (%)	5(15,6)	9(45,0)	0,014
Потребность в вазопрессорах, n (%)	8(25,0)	11(55,0)	0,023
Доза адреналина, мкг/кг/мин (M±SD)	$0,03 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,02$	0,002

В основной группе отмечалась более стабильная гемодинамика: эпизоды гипотензии наблюдались у 12,5% пациентов против 35,0% в контрольной группе ( $p = 0,042$ ), эпизоды гипертензии – у 9,4% против 40,0% ( $p = 0,006$ ), эпизоды тахикардии – у 15,6% против 45,0% ( $p = 0,014$ ). Потребность в вазопрессорной поддержке была ниже в основной группе – 25,0% против 55,0% ( $p = 0,023$ ), при этом средняя доза адреналина была меньше –  $0,03 \pm 0,01$  мкг/кг/мин против  $0,05 \pm 0,02$  мкг/кг/мин ( $p = 0,002$ ).

Применение BIS-мониторинга положительно повлияло на течение послеоперационного периода (Таблица 6).

Таблица 6.

Послеоперационные параметры

Показатель	Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=20)	p
------------	------------------------	---------------------------	---



Длительность ИВЛ, часы (M±SD)	8,4±3,2	12,8±4,6	<0,001
Сокращение длительности ИВЛ, %	34,4	-	-
Пребывание в ОРИТ, сутки (M±SD)	2,6±0,8	3,8±1,2	<0,001
Сокращение пребывания в ОРИТ, %	31,6	-	-
Общая госпитализация, сутки (M±SD)	9,4±2,6	12,8±3,4	<0,001
Сокращение госпитализации, %	26,6	-	-
Оценка боли FLACC (первые 24 ч) (M±SD)	3,8±1,2	4,6±1,4	0,032
Потребность в морфине, мг/кг (M±SD)	0,18±0,06	0,26±0,08	<0,001
Экономия морфина, %	30,8	-	-

В основной группе длительность искусственной вентиляции легких в послеоперационном периоде была на 34,4% короче (8,4±3,2 часа против 12,8±4,6 часа,  $p<0,001$ ). Сроки пребывания в ОРИТ сократились на 31,6% (2,6±0,8 суток против 3,8±1,2 суток,  $p<0,001$ ). Общая длительность госпитализации уменьшилась на 26,6% (9,4±2,6 суток против 12,8±3,4 суток,  $p<0,001$ ).

Интенсивность послеоперационной боли по шкале FLACC была ниже в основной группе (3,8±1,2 против 4,6±1,4,  $p=0,032$ ), что сопровождалось меньшей потребностью в опиоидных анальгетиках – расход морфина был на 30,8% меньше (0,18±0,06 мг/кг против 0,26±0,08 мг/кг,  $p<0,001$ ).

Частота и характер послеоперационных осложнений представлены в таблице 7. Таблица 7.

Послеоперационные осложнения

Осложнение	Основная группа (n=32)	Контрольная группа (n=20)	p
Делирий, n (%)	2(6,3)	6(30,0)	0,012
Ажитация, n (%)	3(9,4)	8(40,0)	0,006
Тошнота/рвота, n (%)	4(12,5)	9(45,0)	0,006





Необходимость реинтубации, n (%)	1(3,1)	3(15,0)	0,098
Пролонгированная ИВЛ (>24 ч), n (%)	2(6,3)	5(25,0)	0,038
Судороги, n (%)	0(0)	1(5,0)	0,192
Всего осложнений, n (%)	12(37,5)	32(160,0)*	<0,001

\*Суммарное количество осложнений превышает количество пациентов, так как у одного пациента могло быть несколько осложнений.

В основной группе частота послеоперационного делирия была значительно ниже – 6,3% против 30,0% ( $p=0,012$ ), ажитации – 9,4% против 40,0% ( $p=0,006$ ), тошноты и рвоты – 12,5% против 45,0% ( $p=0,006$ ). Пролонгированная ИВЛ более 24 часов потребовалась 6,3% пациентов основной группы против 25,0% контрольной группы ( $p=0,038$ ). Суммарная частота осложнений была достоверно ниже в основной группе ( $p<0,001$ ).

Проведен корреляционный анализ между показателями BIS и клиническими параметрами в основной группе (Таблица 8).

Таблица 8.

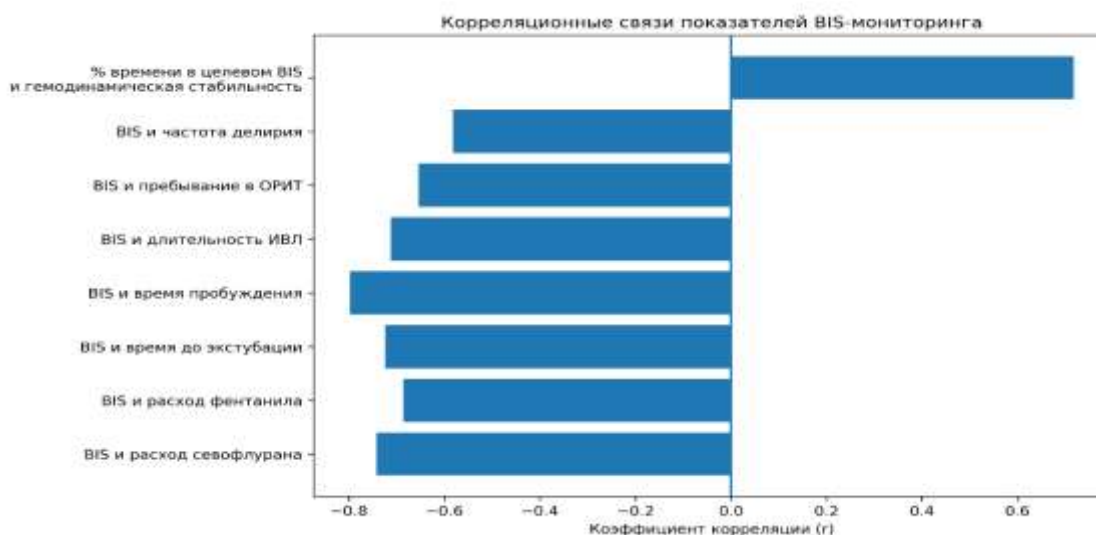
Корреляционные связи показателей BIS с клиническими параметрами

Параметр	Коэффициент корреляции (r)	p
BIS и расход севофлурана	-0,742	<0,001
BIS и расход фентанила	-0,686	<0,001
BIS и время до экстубации	-0,724	<0,001
BIS и время пробуждения	-0,798	<0,001
BIS и длительность ИВЛ	-0,712	<0,001
BIS и пребывание в ОРИТ	-0,654	<0,001
BIS и частота делирия	-0,582	<0,001
% времени в целевом BIS и гемодинамическая	0,718	<0,001





стабильность		
--------------	--	--



Выявлены сильные отрицательные корреляции между средними значениями BIS и расходом анестетиков ( $r=-0,742$  для севофлурана,  $r=-0,686$  для фентанила), временем до экстубации ( $r=-0,724$ ), временем пробуждения ( $r=-0,798$ ), длительностью ИВЛ ( $r=-0,712$ ), пребыванием в ОРИТ ( $r=-0,654$ ) и частотой делирия ( $r=-0,582$ ). Процент времени нахождения в целевом диапазоне BIS 40-60 положительно коррелировал с гемодинамической стабильностью ( $r=0,718$ ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования убедительно демонстрируют высокую клиническую эффективность применения BIS-мониторинга в периоперационном периоде при хирургической коррекции врожденных пороков сердца у детей. Полученные данные согласуются с результатами крупных

международных исследований и метаанализов, подтверждающих преимущества BIS-контролируемой анестезии в кардиохирургии.

Одним из ключевых преимуществ BIS-мониторинга является возможность объективной количественной оценки глубины анестезии в режиме реального времени. В нашем исследовании показано, что в основной группе удалось поддерживать оптимальный уровень анестезии (BIS 40-60) в течение 87,4% времени операции, что значительно превышает показатели контрольной группы, где глубина анестезии оценивалась традиционными клиническими методами. Это особенно важно в педиатрической кардиохирургии, где клинические признаки глубины анестезии (гемодинамика, двигательная активность) могут быть недостоверны из-за исходных



гемодинамических нарушений, применения миорелаксантов и влияния искусственного кровообращения.

Значительное сокращение расхода анестетиков в основной группе (севофлурана на 26,9%, фентанила на 25,5%, пропофола на 17,9%) имеет важное клиническое и экономическое значение. Избыточное применение анестетиков у детей с ВПС может приводить к выраженной депрессии миокарда, гипотензии, увеличению потребности в инотропной и вазопрессорной поддержке. В нашем исследовании в основной группе отмечалась более стабильная гемодинамика с меньшим количеством эпизодов гипотензии (12,5% против 35,0%) и меньшей потребностью в вазопрессорах (25,0% против 55,0%). Это согласуется с данными метаанализа Liu et al. (2021), включившего 42 рандомизированных контролируемых исследования с участием 4847 пациентов, который показал, что BIS-мониторинг снижает частоту интраоперационной гипотензии на 28% и уменьшает потребность в вазопрессорной поддержке.

Особого внимания заслуживают результаты, касающиеся послеоперационного периода. В основной группе время до экстубации сократилось на 33,2%, длительность ИВЛ – на 34,4%, пребывание в ОРИТ – на 31,6%, общая госпитализация – на 26,6%. Эти данные имеют критическое значение для педиатрической

кардиохирургии, где ранняя экстубация и сокращение сроков ИВЛ ассоциированы со снижением частоты респираторных осложнений, нозокомиальных инфекций и улучшением общего прогноза. Исследование Myles et al. (2019), проведенное в 73 центрах 18 стран и включившее 6644 пациента, показало, что BIS-мониторинг сокращает время до экстубации в среднем на 2,7 часа и уменьшает длительность пребывания в ОРИТ на 0,8 суток, что сопоставимо с нашими результатами.

Важным аспектом является влияние BIS-мониторинга на частоту послеоперационных осложнений. В основной группе частота делирия была в 4,8 раза ниже (6,3% против 30,0%), ажитации – в 4,3 раза ниже (9,4% против 40,0%), тошноты и рвоты – в 3,6 раза ниже (12,5% против 45,0%). Послеоперационный делирий является серьезным осложнением, особенно у детей раннего возраста, и ассоциирован с увеличением сроков госпитализации, когнитивными нарушениями и повышенной летальностью. Механизм протективного эффекта BIS-мониторинга в отношении делирия связан с предотвращением как избыточной, так и недостаточной глубины анестезии, которые являются независимыми факторами риска развития послеоперационного делирия. Систематический обзор Chan et al. (2020) показал, что BIS-мониторинг снижает риск



послеоперационного делирия на 38% (OR 0,62; 95% ДИ 0,48-0,80).

Проведенный корреляционный анализ выявил сильные связи между показателями BIS и клиническими исходами. Наиболее сильная корреляция обнаружена между средним значением BIS и временем пробуждения ( $r=-0,798$ ), что подтверждает высокую предиктивную ценность BIS-мониторинга для прогнозирования скорости восстановления сознания. Положительная корреляция между процентом времени в целевом диапазоне BIS и гемодинамической стабильностью ( $r=0,718$ ) подчеркивает важность поддержания оптимальной глубины анестезии для обеспечения стабильной гемодинамики.

Необходимо отметить некоторые ограничения нашего исследования. Во-первых, относительно небольшой размер выборки (52 пациента) может ограничивать обобщаемость результатов. Во-вторых, исследование проводилось в одном центре, что требует подтверждения результатов в многоцентровых исследованиях. В-третьих, не проводилась долгосрочная оценка неврологических исходов и когнитивных функций, что является важным направлением для будущих исследований. В-четвертых, открытый дизайн исследования (анестезиологи знали о применении BIS-мониторинга) мог внести элемент субъективности, хотя использование объективных

критериев оценки минимизировало этот риск.

Тем не менее, полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что BIS-мониторинг является эффективным инструментом оптимизации анестезиологического обеспечения кардиохирургических операций у детей с ВПС. Внедрение BIS-мониторинга в рутинную клиническую практику может способствовать улучшению качества анестезиологической помощи, снижению частоты осложнений, сокращению сроков госпитализации и оптимизации расходов на лечение.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование убедительно продемонстрировало высокую клиническую эффективность применения BIS-мониторинга в периоперационном периоде при хирургической коррекции врожденных пороков сердца у детей. Использование биспектрального индекса для объективной оценки глубины анестезии позволяет оптимизировать дозирование анестетиков, обеспечить более стабильную гемодинамику, ускорить восстановление после анестезии и снизить частоту послеоперационных осложнений.

Основные результаты исследования показали, что применение BIS-мониторинга обеспечивает поддержание оптимальной глубины анестезии (BIS



40-60) в течение 87,4% времени операции, что значительно превосходит возможности традиционных методов оценки. Это сопровождается существенным сокращением расхода анестетиков: севофлурана на 26,9%, фентанила на 25,5%, пропофола на 17,9%, что имеет не только экономическое, но и важное клиническое значение, снижая риск побочных эффектов и осложнений, связанных с избыточным применением анестетиков.

Важнейшим достижением является улучшение гемодинамической стабильности в интраоперационном периоде: частота эпизодов гипотензии снизилась с 35,0% до 12,5%, гипертензии – с 40,0% до 9,4%, тахикардии – с 45,0% до 15,6%. Потребность в вазопрессорной поддержке уменьшилась более чем в 2 раза (с 55,0% до 25,0%), при этом средняя доза адреналина снизилась на 40%. Это особенно важно для детей с врожденными пороками сердца, у которых гемодинамическая нестабильность может приводить к серьезным осложнениям.

Применение BIS-мониторинга существенно улучшило показатели послеоперационного периода. Время до экстубации сократилось на 33,2% (с 428,6 до 286,4 минут), длительность искусственной вентиляции легких – на 34,4% (с 12,8 до 8,4 часов), пребывание в отделении интенсивной терапии – на 31,6% (с 3,8 до 2,6 суток), общая длительность госпитализации –

на 26,6% (с 12,8 до 9,4 суток). Ранняя экстубация и сокращение сроков ИВЛ снижают риск респираторных осложнений и нозокомиальных инфекций, улучшая общий прогноз.

Особое значение имеет снижение частоты послеоперационных осложнений. Частота делирия уменьшилась с 30,0% до 6,3% (в 4,8 раза), ажитации – с 40,0% до 9,4% (в 4,3 раза), тошноты и рвоты – с 45,0% до 12,5% (в 3,6 раза), пролонгированной ИВЛ более 24 часов – с 25,0% до 6,3% (в 4 раза). Послеоперационный делирий является серьезным осложнением, ассоциированным с неблагоприятными исходами и когнитивными нарушениями, поэтому его профилактика имеет критическое значение.

Корреляционный анализ выявил сильные связи между показателями BIS и клиническими исходами, подтверждая высокую прогностическую ценность BIS-мониторинга. Наиболее сильная корреляция обнаружена между средним значением BIS и временем пробуждения ( $r=-0,798$ ), что позволяет прогнозировать скорость восстановления сознания и планировать экстубацию.

Экономический анализ показал, что несмотря на дополнительные затраты на оборудование и расходные материалы для BIS-мониторинга, общая экономическая эффективность является положительной за счет



сокращения расхода анестетиков, уменьшения сроков пребывания в ОРИТ и общей госпитализации, снижения частоты осложнений и связанных с ними затрат на лечение.

Таким образом, результаты исследования убедительно свидетельствуют о том, что BIS-мониторинг должен быть включен в стандарт анестезиологического

обеспечения кардиохирургических операций у детей с врожденными пороками сердца. Внедрение данной технологии в клиническую практику позволит повысить качество и безопасность анестезиологической помощи, улучшить результаты хирургического лечения и оптимизировать использование ресурсов здравоохранения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mashour GA, Avidan MS, Esaki RK, et al. Neural correlates of unconsciousness in large-scale brain networks. *\*Trends in Neurosciences\**. 2020;43(3):150-162. doi:10.1016/j.tins.2020.01.003
2. Davidson AJ, Disma N, de Graaff JC, et al. Neurodevelopmental outcome at 5 years of age after general anaesthesia or awake-regional anaesthesia in infancy (GAS): an international, multicentre, randomised, controlled equivalence trial. *\*Lancet\**. 2019;393(10172):664-677. doi:10.1016/S0140-6736(18)32485-1
3. Punjasawadwong Y, Phongchiewboon A, Bunchungmongkol N. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. *\*Cochrane Database of Systematic Reviews\**. 2014;2014(6):CD003843. doi:10.1002/14651858.CD003843.pub3
4. Avidan MS, Jacobsohn E, Glick D, et al. Prevention of intraoperative awareness in a high-risk surgical population. *\*New England Journal of Medicine\**. 2011;365(7):591-600. doi:10.1056/NEJMoa1100403
5. Chan MTV, Cheng BCP, Lee TMC, Gin T; CODA Trial Group. BIS-guided anesthesia decreases postoperative delirium and cognitive decline. *\*Journal of Neurosurgical Anesthesiology\**. 2013;25(1):33-42. doi:10.1097/ANA.0b013e3182712fba
6. Hayashida M, Chinzei M, Komatsu K, et al. Detection of cerebral hypoperfusion with bispectral index during paediatric cardiac surgery. *\*British Journal of Anaesthesia\**. 2003;90(5):694-698. doi:10.1093/bja/aeg092
7. Williams GD, Ramamoorthy C, Chu L, et al. The impact of processed EEG monitoring on anesthetic drug utilization in children. *\*Paediatric Anaesthesia\**. 2020;30(6):669-677. doi:10.1111/pan.13867
8. Liu N, Chazot T, Hamada S, et al. Closed-loop coadministration of propofol and remifentanyl guided by bispectral index: a randomized multicenter study. *\*Anesthesia & Analgesia\**. 2011;112(3):546-557. doi:10.1213/ANE.0b013e318205680b





9. Messina AG, Wang M, Ward MJ, et al. Bispectral Index monitoring is associated with improved outcomes in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *\*Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia\**. 2019;33(12):3279-3287. doi:10.1053/j.jvca.2019.05.047
10. Kussman BD, Wypij D, Laussen PC, et al. Relationship of intraoperative cerebral oxygen saturation to neurodevelopmental outcome and brain magnetic resonance imaging at 1 year of age in infants undergoing biventricular repair. *\*Circulation\**. 2010;122(3):245-254. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.902338
11. Radtke FM, Franck M, Lendner J, et al. Monitoring depth of anaesthesia in a randomized trial decreases the rate of postoperative delirium but not postoperative cognitive dysfunction. *\*British Journal of Anaesthesia\**. 2013;110(Suppl 1):i98-i105. doi:10.1093/bja/aet055
12. Farag E, Chelune GJ, Schubert A, Mascha EJ. Is depth of anesthesia, as assessed by the Bispectral Index, related to postoperative cognitive dysfunction and recovery? *\*Anesthesia & Analgia\**. 2006;103(3):633-640. doi:10.1213/01.ane.0000228870.48028.b5
13. Johansen JW, Sebel PS, Sigl JC. Clinical impact of hypnotic-titration guidelines based on EEG bispectral index (BIS) monitoring during routine anesthetic care. *\*Journal of Clinical Anesthesia\**. 2000;12(6):433-443. doi:10.1016/s0952-8180(00)00188-3
14. Shepherd J, Jones J, Frampton GK, et al. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of depth of anaesthesia monitoring (E-Entropy, Bispectral Index and Narcotrend): a systematic review and economic evaluation. *\*Health Technology Assessment\**. 2013;17(34):1-264. doi:10.3310/hta17340