

## Влияние анестезии на показатели гемодинамики при коррекции аноректальных аномалий у детей: рандомизированное исследование

Ю.С. Александрович<sup>1</sup>, Г.Н. Алимханова<sup>2</sup>,  
К.В. Пшениснов<sup>1,\*</sup>, Т.И. Акименко<sup>1</sup>, С.А. Разумов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> АО «Научный центр педиатрии и детской хирургии» Республики Казахстан, Алматы, Казахстан

<sup>3</sup> НАО «Медицинский университет Астана» Республики Казахстан, Астана, Казахстан

### Реферат

**АКТУАЛЬНОСТЬ:** Аномалии развития аноректальной области являются одними из наиболее распространенных врожденных пороков развития, требующих проведения хирургических вмешательств и сопровождающихся стресс-реакцией в периоперационном периоде. **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Изучить влияние анестезии на показатели гемодинамики при коррекции аноректальных аномалий у детей. **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** Проспективное одноцентровое рандомизированное исследование. Обследовано 60 детей, всем была выполнена заднесагиттальная аноректопластика по Пенья. Дети были разделены на две группы: группа 1 — комбинированная анестезия ( $n = 30$ ), группа 2 — сочетанная анестезия ( $n = 30$ ). Исследование включало пять этапов: I этап — за сутки до операции; II этап — после индукции анестезии; III этап — низведение кишечника; IV этап — пробуждение; V этап — через сутки после операции. Во время исследования оценивались частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление, фракция выброса и ударный объем. **РЕЗУЛЬТАТЫ:** Выявлено, что на этапе низведения кишечника у детей на фоне сочетанной анестезии отмечено более выраженное уменьшение частоты сердечных сокращений ( $120$  vs  $106$ ;  $p < 0,001$ ). Аналогичные изменения были характерны и для диастолического артериального давления ( $48$  и  $42$ ;  $p < 0,001$ ). Показатели среднего артериального давления также были значительно ниже в группе, где применялась сочетанная анестезия, причем это было статистически значимо как на III, так и на IV этапе ( $59,3$  vs  $54,7$ ,  $p < 0,001$ ;  $61,5$  vs  $57,0$ ,  $p < 0,001$ ). В группе, где применялась

## Effect of anesthesia on hemodynamics in correction of anorectal abnormalities in children: a randomized study

Yu.S. Aleksandrovich<sup>1</sup>, G.N. Alimkhanova<sup>2</sup>,  
K.V. Pshenisnov<sup>1,\*</sup>, T.I. Akimenko<sup>1</sup>, S.A. Razumov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Saint Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Scientific Center of Pediatrics and Pediatric Surgery, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup> Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

### Abstract

**INTRODUCTION:** Anorectal anomalies are one of the most common congenital malformations in children that require corrective surgical interventions. **OBJECTIVE:** To study the influence of anesthesia on the hemodynamic indices in the correction of anorectal anomalies in children. **MATERIALS AND METHODS:** A prospective single-center randomized study. Sixty children were examined, all underwent posterior sagittal anorectoplasty according to Penya. Children were divided into two groups: group 1 — combined anesthesia ( $n = 30$ ), group 2 — general with regional anesthesia ( $n = 30$ ). The study included five stages: Stage I — one day before surgery; Stage II — after induction of anesthesia; Stage III — bowel reduction; Stage IV — awakening; Stage V — one day after surgery. Heart rate (HR), systolic and diastolic blood pressure (BP), ejection fraction (EF) and stroke volume (SV) were assessed during the study. **RESULTS:** It was revealed that at the stage of bowel movement in children where concomitant anesthesia was used, there was a more pronounced decrease of HR ( $120$  vs  $106$ ;  $p < 0.001$ ). Similar changes were characteristic of diastolic BP ( $48$  vs  $42$ ;  $p < 0.001$ ). Mean BP was also significantly lower in the concomitant anesthesia group, and this was statistically significant in both stages III and IV ( $59.3$  vs  $54.7$ ,  $p < 0.001$ ;  $61.5$  vs  $57.0$ ,  $p < 0.001$ ). In the group where combined anesthesia was used, a decrease in stroke volume was noted at the awakening stage, which was statistically significant compared to the I–III stages. The maximum ejection fraction indices were observed at the stage of bowel lowering against the background of combined anesthesia, which was statistically significant compared to other stages of the study **CONCLUSIONS:**

комбинированная анестезия, на этапе пробуждения было отмечено снижение ударного объема, что явилось статистически значимым по сравнению с I–III этапами исследования ( $p < 0,005$ ). Максимальные показатели фракции выброса отмечены на этапе низведения кишечника на фоне комбинированной анестезии, что явилось статистически значимым по сравнению с другими этапами исследования. **Выводы:** При использовании сочетанной анестезии на этапе низведения кишечника отмечается статистически значимое снижение частоты сердечных сокращений и системного артериального давления, что, вероятнее всего, обусловлено мощным симпатолитическим эффектом местных анестетиков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** аноректальные пороки, анестезия, гемодинамика, дети

\* *Для корреспонденции:* Пшениснов Константин Викторович — д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: Psh\_K@mail.ru

☑ *Для цитирования:* Александрович Ю.С., Алимханова Г.Н., Пшениснов К.В., Акименко Т.И., Разумов С.А. Влияние анестезии на показатели гемодинамики при коррекции аноректальных аномалий у детей: рандомизированное исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2022;4:125–134. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-4-125-134>

📧 *Поступила:* 16.04.2022

📧 *Принята к печати:* 05.09.2022

📧 *Дата онлайн-публикации:* 28.10.2022

At the stage of bowel reduction using concomitant anesthesia there was a significant statistically significant decrease of HR and systemic BP which was most probably due to the powerful sympatholytic effect of local anesthetics.

**KEYWORDS:** anorectal malformations, anesthesia, hemodynamics, child

\* *For correspondence:* Konstantin V. Pshenisnov — Dr. Med. Sci., professor of anesthesiology, intensive care and emergency pediatrics postgraduate education Saint Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia; e-mail: Psh\_k@mail.ru

☑ *For citation:* Aleksandrovich Yu.S., Alimkhanova G.N., Pshenisnov K.V., Akimenko T.I., Razumov S.A. Effect of anesthesia on hemodynamics in correction of anorectal abnormalities in children: a randomized study. Annals of Critical Care. 2022;4:125–134. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-4-125-134>

📧 *Received:* 16.04.2022

📧 *Accepted:* 05.09.2022

📧 *Published online:* 28.10.2022

DOI: 10.21320/1818-474X-2022-4-125-134

## Введение

Аномалии развития аноректальной области являются одними из наиболее распространенных врожденных пороков развития у детей, которые встречаются с частотой 2–6 на 10 000 родившихся живыми, причем у девочек они выявляются чаще [1–5]. Степень тяжести аномалий варьирует от дефектов кожи (прямокишечно-промежностные свищи) до сложных поражений (персистирующая клоака) [6]. Аномалии развития аноректальной области могут быть как изолированными, так и сочетанными, являясь элементом множественных врожденных пороков развития, включая дефекты мочевого

дельной системы [7–10]. Около 44% экстренных хирургических вмешательств у новорожденных выполняется с целью устранения аноректальных аномалий [11].

Все хирургические вмешательства, выполняемые с целью коррекции аноректальных пороков, сопровождаются стрессом, который обусловлен как локальным повреждением тканей, так и активацией системных метаболических и нервно-гуморальных механизмов защиты. Клиническим проявлением стресс-реакции служат изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД), которые обусловлены активацией симпатической вегетативной нервной системы и массивным выбросом катехоламинов [12–14].

В настоящее время работы, посвященные оценке эффективности анестезии и показателей гемодинамики во время хирургической коррекции аномалий аноректальной области, практически отсутствуют, что и послужило основанием для настоящего исследования.

**Цель исследования** — изучить влияние анестезии на показатели гемодинамики при коррекции аноректальных аномалий у детей.

## Материалы и методы

Проспективное одноцентровое рандомизированное исследование, одобренное локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, протокол №12/21 от 10 декабря 2018 г. Обследовано 60 детей, которым выполнена заднесагиттальная аноректопластика по Пенья. В зависимости от используемой методики анестезии дети были разделены на две группы: группа 1 — комбинированная анестезия, группа 2 — сочетанная анестезия. Рандомизация осуществлялась методом конвертов, в обе группы вошло по 30 детей. Средний возраст пациентов в группе 1 составил 16 (11–14) мес., в группе 2 — 12 (10–14) мес. Среди пациентов было 36 (60 %) мальчиков и 24 (40 %) девочки. Распределение детей по возрасту: 1 мес. — 1 год (60 %), 1–3 года (36,7 %), 3–7 лет (3,3 %). Дети до 1 года преобладали в обеих группах, самой малочисленной категорией были пациенты от 3 до 7 лет.

Критерии включения в исследование:

- пациенты, соответствующие I–II классу по шкале American Society of Anaesthesiologists (ASA);
- плановые хирургические вмешательства;
- длительность операции не более 2,5 ч;
- наличие добровольного информированного согласия родителей или законных представителей ребенка на участие в исследовании.

Критерии исключения из исследования:

- пациенты, состояние которых соответствовало III–V классу по шкале ASA;
- наличие коморбидной хирургической патологии (острая кишечная непроходимость, перитонит);
- сердечная недостаточность;
- дыхательная недостаточность;
- туберкулез;
- наличие инфекции, вызванной вирусом иммунодефицита человека;
- анемия (концентрация гемоглобина < 90 г/л).

Во время исследования оценивались ЧСС, систолическое и диастолическое АД, фракция выброса (ФВ) и ударный объем (УО). Исследование включало в себя пять этапов: I этап — за сутки до операции; II этап — сразу после индукции анестезии; III этап — низведение

кишечника; IV этап — пробуждение; V этап — через сутки после операции.

В группе 1, где применялась комбинированная анестезия, в качестве базового анестетика использовали севофлуран (0,8–1,2 минимальной альвеолярной концентрации [МАК]), который подавался с использованием методики низкого потока. Для достижения миоплегии во время интубации трахеи использовали 1 % раствор рокурония бромид в дозе 0,5–0,6 мг/кг. Искусственная вентиляция легких проводилась с управлением вдохом в режиме нормовентиляции с целью поддержания нормокапнии. Анальгезия достигалась однократным внутривенным болюсным введением фентанила в дозе 8 мкг/кг.

В группе 2, где использовалась сочетанная анестезия, после ингаляционной индукции анестезии севофлураном проводили пункцию и катетеризацию эпидурального пространства на уровне L3–L4–Th12. Поддержание анестезии обеспечивали болюсным введением 0,2 % раствора наропина в дозе 2 мг/кг и постоянной подачей севофлурана для достижения 0,8–1,2 МАК.

Инфузионную терапию во время операции проводили сбалансированными кристаллоидными растворами в соответствии с имеющимися клиническими рекомендациями [15]. В группе 1 интраоперационный объем волемической нагрузки составил 8 (8–8) мл/кг/ч, а во второй — 9 (9–10) мл/кг/ч ( $p = 0,000$ ).

Интраоперационный мониторинг показателей жизнедеятельности проводили с помощью монитора Nihon Kohden BSM-2301K (Nihon Kohden Corporation, Япония).

Ударный объем и фракцию выброса оценивали путем эхокардиографии на аппарате GE Logiq P6 (General Electric GE Healthcare, США).

Анальгезию в послеоперационном периоде у детей группы 1 проводили путем внутримышечного введения 2 % раствора промедола в дозе 0,2 мг/кг каждые 6 ч, в группе 2 анальгезия обеспечивалась постоянной инфузией 0,2 % раствора наропина в дозе 0,3 мг/кг/ч.

## Статистический анализ

Статистический анализ осуществляли с помощью программы StatSoft Statistica 6.1. В связи с тем, что первичные данные не соответствовали закону о нормальном распределении, все показатели представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (LQ–HQ). Для сравнительного анализа количественных признаков двух групп использовали непараметрический критерий Манна–Уитни. За критический уровень значимости  $p$  принимали значение < 0,05 [16, 17].

## Результаты исследования

Показатели ЧСС на этапах исследования представлены в табл. 1. На I и II этапах статистически значимые

различия как внутри групп, так и между группами отсутствовали. Во время операции низведения кишечника в группе с сочетанной анестезией было отмечено более

выраженное уменьшение ЧСС, которое явилось статистически значимым по сравнению показателями группы с комбинированной анестезией.

**Таблица 1.** Частота сердечных сокращений (ударов в минуту) в зависимости от методики анестезии

**Table 1.** Heart rate (beats per minute) depending on the anesthesia technique

Вид анестезии	Частота сердечных сокращений, уд/мин [Ме (LQ–HQ)]				
	за сутки до операции	индукция анестезии	низведение кишечника	пробуждение	через сутки после операции
Комбинированная анестезия	122 (118–128)	122 (119–128)	120 (115–125)	129,5 <sup>а,в,г</sup> (120–135)	127,5 <sup>б,г</sup> (120–132)
Сочетанная анестезия	122 (111–130)	122 (111–130)	106 <sup>д,е</sup> (103–110)	112 <sup>д,е,ж</sup> (108–115)	117,5 <sup>д,е,ж,з</sup> (110–127)

<sup>а</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>б</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,03$ ).

<sup>в</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>г</sup> Различия статистически значимы по сравнению со III этапом ( $p = 0,01$ ).

<sup>д</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>е</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,000$ ).

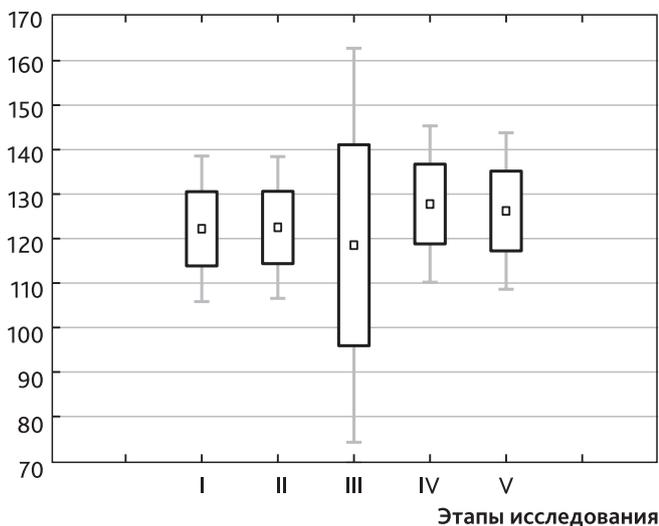
<sup>ж</sup> Различия статистически значимы по сравнению с III этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>з</sup> Различия статистически значимы по сравнению с IV этапом ( $p = 0,000$ ).

Достоверные различия были отмечены и внутри группы с предыдущими этапами исследования (см. табл. 1; рис. 1). На этапе пробуждения и спустя сутки после опе-

рации отмечалось увеличение ЧСС, причем оно было более выраженным у детей группы 1, что явилось статистически значимым, как внутри групп, так и между ними.

ЧСС, уд/мин



**А**

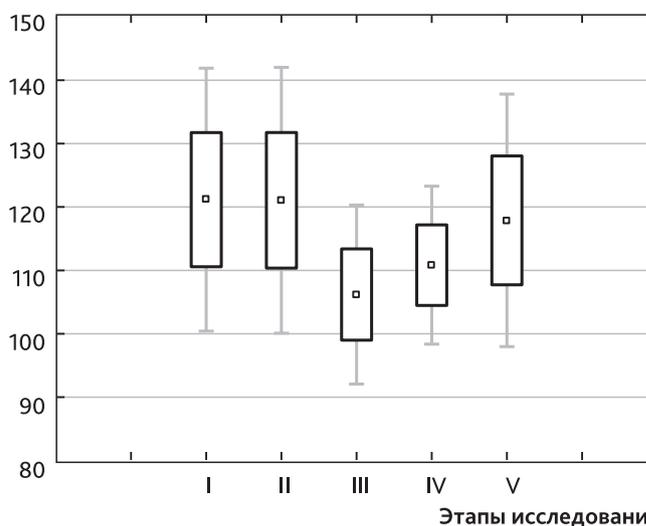
**Рис. 1.** Частота сердечных сокращений в зависимости от методики анестезии:

А — комбинированная анестезия; Б — сочетанная анестезия

**Fig. 1.** Heart rate depending on the anesthesia technique:

А — combined anesthesia; Б — general with regional anesthesia

ЧСС, уд/мин



**Б**

Таблица 2. Показатели артериального давления в зависимости от методики анестезии

Table 2. Blood pressure values depending on the anesthesia technique

Вид анестезии	За сутки до операции	Индукция анестезии	Низведение кишечника	Пробуждение	Через сутки после операции
<b>Систолическое АД, мм рт. ст. [Me (LQ–HQ)]</b>					
Комбинированная анестезия	89,5 (88,0–90,0)	90,5 (89,0–92,0)	80,0 <sup>а,б</sup> (80,0–85,0)	82,5 <sup>б,в</sup> (81,0–90,0)	87,0 <sup>б,в</sup> (87,0–89,0)
Сочетанная анестезия	89,0 (85,0–90,0)	90,0 (86,0–90,0)	80,0 <sup>г,д</sup> (80,0–83,0)	81,0 <sup>г,д,е</sup> (81,0–87,0)	87,0 <sup>е,ж</sup> (86,0–89,0)
<b>Диастолическое АД, мм рт. ст. [Me (LQ–HQ)]</b>					
Комбинированная анестезия	50,5 (45,0–53,0)	50,0 (49,0–52,0)	48,0 <sup>з</sup> (44,0–49,0)	49,5 (45,0–57,0)	50,0 (47,0–55,0)
Сочетанная анестезия	50,0 (49,0–55,0)	49,0 (46,0–50,0)	42,0 <sup>и,к</sup> (40,0–43,0)	44,0 <sup>и,к,л</sup> (42,0–46,0)	48,5 <sup>и,л</sup> (45,0–51,0)

<sup>а</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>б</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>в</sup> Различия статистически значимы по сравнению с III этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>г</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>д</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>е</sup> Различия статистически значимы по сравнению с III этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>ж</sup> Различия статистически значимы по сравнению с IV этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>з</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>и</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>к</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>л</sup> Различия статистически значимы по сравнению с III этапом ( $p = 0,00$ ).

Показатели системного АД на этапах исследования в зависимости от используемой методики анестезии представлены в табл. 2.

При сравнении показателей систолического АД между группами статистически значимых различий выявлено не было, однако обращает на себя внимание, что у детей как группы 1, так и группы 2 на III этапе исследования (низведение кишечника) оно было значительно ниже по сравнению со всеми другими этапами исследования (рис. 2), что явилось статистически значимым ( $p < 0,005$ ).

Статистически значимые различия в показателях диастолического артериального давления между группами на I и II этапах исследования отсутствовали, однако на этапе низведения кишечника показатели значительно снизились у детей в обеих группах, в большей степени это снижение было характерно для пациентов, у которых применялась эпидуральная методика анестезии. На этапе пробуждения показатели диастолического АД также были более низкими у детей группы 2, что явилось статистически значимым (рис. 3). Через сутки после операции различия между группами отсутствовали.

В табл. 3 представлены показатели среднего АД на разных этапах исследования. Статистически значимая разница между группами выявлена лишь на III и IV этапах исследования, при этом более низкие показатели также были характерны для детей группы 2.

В табл. 4 представлена динамика ударного объема и фракции выброса у пациентов обеих групп.

Статистически значимых различий в показателях ударного объема между группами ни на одном из этапов исследования выявлено не было, однако при сравнении показателей внутри групп было установлено, что в группе с использованием сочетанной анестезии какие-либо различия между этапами исследования отсутствовали, в то время как в группе комбинированной анестезии они были статистически значимыми.

В частности, УО у детей группы 1 значительно снизился на этапе пробуждения (рис. 4), что явилось статистически значимым по сравнению с I–III этапами исследования ( $p < 0,005$ ). Аналогичные изменения были характерны и для индекса ударного объема, который также был существенно ниже на IV этапе исследования.

**Таблица 3.** Показатели среднего артериального давления (мм рт. ст.) в зависимости от методики анестезии

**Table 3.** Average blood pressure (mm Hg) depending on the anesthesia technique

Вид анестезии	Среднее АД, мм рт. ст. [Me (LQ-HQ)]				
	за сутки до операции	индукция анестезии	низведение кишечника	пробуждение	через сутки после операции
Комбинированная анестезия	64,0 (60,0–65,0)	63,7 (61,7–64,7)	59,3 <sup>а,б</sup> (56,7–60,3)	61,5 <sup>в</sup> (58,0–65,0)	62,5 <sup>в</sup> (60,7–66,0)
Сочетанная анестезия	63,3 (61,0–65,7)	62,3 <sup>г</sup> (59,7–64,0)	54,7 <sup>г,д,з</sup> (52,7–56,3)	57,0 <sup>г,д,е,з</sup> (55,0–58,3)	61,7 <sup>г,е,ж</sup> (59,9–64,7)

<sup>а</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>б</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,00$ ).

<sup>в</sup> Различия статистически значимы по сравнению с III этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>г</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>д</sup> Различия статистически значимы по сравнению со II этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>е</sup> Различия статистически значимы по сравнению с III этапом ( $p = 0,000$ ).

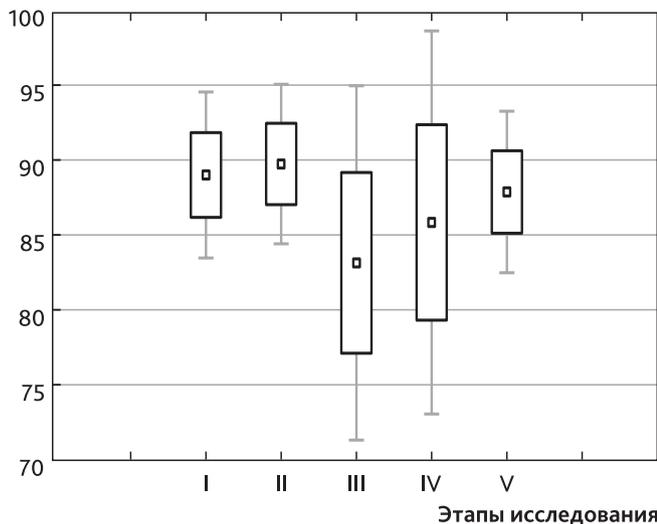
<sup>ж</sup> Различия статистически значимы по сравнению с IV этапом ( $p = 0,000$ ).

<sup>з</sup> Различия между группами статистически значимы ( $p = 0,000$ ).

При оценке показателей ФВ было установлено, что максимальные ее показатели были характерны для детей группы 1 на этапе низведения кишечника, что явилось статистически значимым по сравнению с показателями группы 2 (см. табл. 4; рис. 5).

Показатели сердечного индекса как между группами, так и внутри групп статистически значимых различий не имели (табл. 5).

САД, мм рт. ст.



**А**

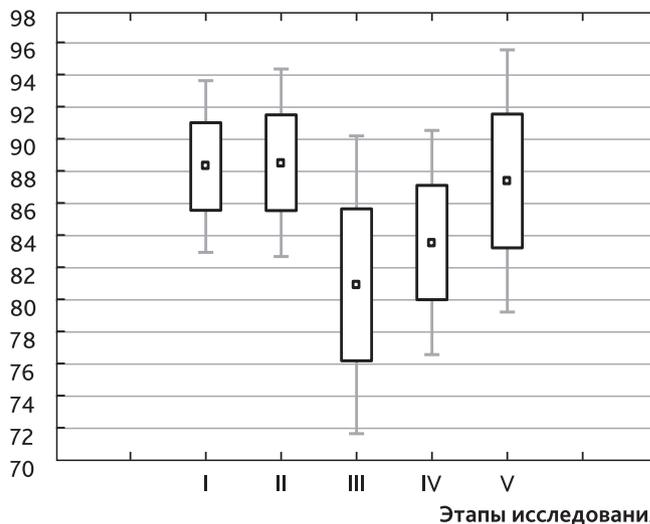
**Рис. 2.** Систолическое артериальное давление в зависимости от методики анестезии:

А — комбинированная анестезия; Б — сочетанная анестезия

**Fig. 2.** Systolic blood pressure depending on the anesthesia technique:

А — combined anesthesia; Б — general with regional anesthesia

САД, мм рт. ст.



**Б**

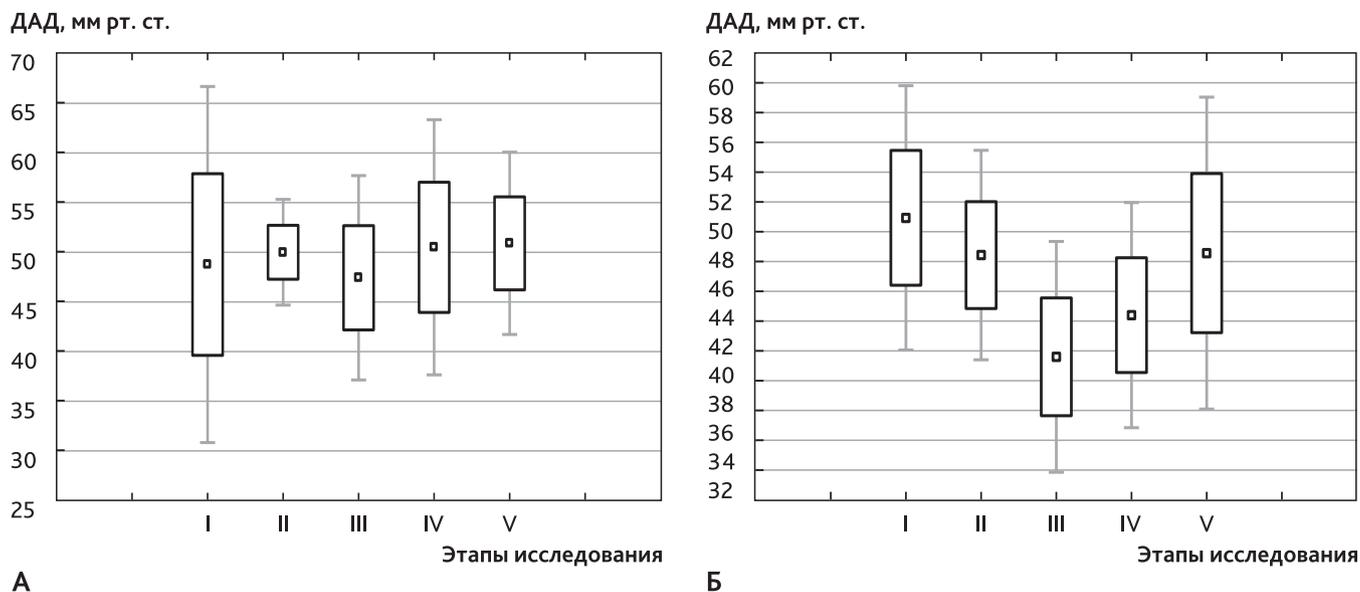


Рис. 3. Диастолическое артериальное давление в зависимости от методики анестезии:

А — комбинированная анестезия; Б — сочетанная анестезия

Fig. 3. Diastolic blood pressure depending on the technique of anesthesia:

А — combined anesthesia; Б — general with regional anesthesia

Таблица 4. Динамика ударного объема и фракции выброса в зависимости от методики анестезии

Table 4. Dynamics of stroke volume and ejection fraction depending on the anesthesia technique

Вид анестезии	За сутки до операции	Индукция анестезии	Низведение кишечника	Пробуждение	Через сутки после операции
<b>Ударный объем, мл [Me (LQ-HQ)]</b>					
Комбинированная анестезия	11,75 (7,5–20,2)	11,75 (7,5–20,2)	13,65 (8,2–23,7)	11,5 <sup>a</sup> (10,3–14,0)	10,95 (7,1–20,9)
Сочетанная анестезия	10,75 (8,9–17,5)	10,75 (8,9–17,5)	14,5 (10,5–20,2)	13,5 (10,5–17,5)	13,6 (10,5–19,8)
<b>Индекс ударного объема [Me (LQ-HQ)]</b>					
Комбинированная анестезия	28,2 (21,4–36,7)	28,2 (21,4–36,7)	30,7 (23,2–40,7)	25,8 <sup>b</sup> (23,6–30,6)	24,4 (20,5–35,6)
Сочетанная анестезия	27,6 (22,1–37,6)	27,6 (22,1–37,6)	37,1 (25,1–49,5)	32,9 <sup>b</sup> (24,8–43,3)	28,6 (23,3–43,5)
Вид анестезии	За сутки до операции	Индукция анестезии	Низведение кишечника	Пробуждение	
<b>Фракция выброса, % [Me (LQ-HQ)]</b>					
Комбинированная анестезия	77,0 (72,0–81,0)	77,0 (72,0–81,0)	78,0 (74,0–83,0)	76,0 <sup>c</sup> (72,0–74,0)	
Сочетанная анестезия	77,30 (73,0–81,0)	77,3 (73,0–81,0)	75,2 <sup>a</sup> (72,0–77,0)	76,1 (72,0–79,0)	

<sup>a</sup> Различия статистически значимы по сравнению с предыдущими этапами исследования ( $p < 0,05$ ).  
<sup>b</sup> Различия статистически значимы по сравнению с III этапом исследования ( $p = 0,04$ ).  
<sup>c</sup> Различия между группами статистически значимы ( $p = 0,02$ ).  
<sup>d</sup> Различия статистически значимы по сравнению с I и II этапами исследования ( $p = 0,02$ ).  
<sup>e</sup> Различия между группами статистически значимы ( $p = 0,01$ ).

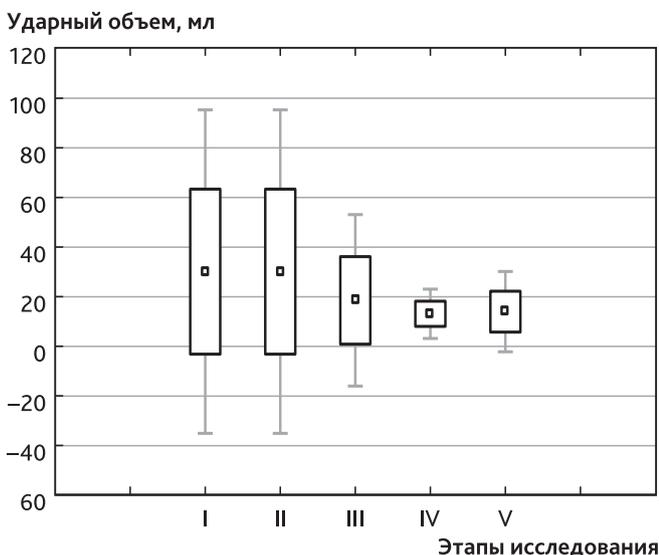


Рис. 4. Ударный объем при использовании комбинированной анестезии

Fig. 4. Stroke volume when using combined anesthesia

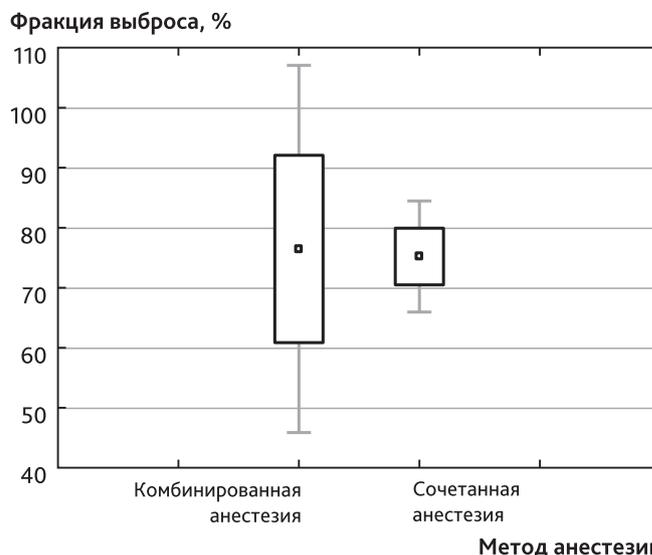


Рис. 5. Фракция выброса на этапе низведения кишечника в зависимости от методики анестезии

Fig. 5. Ejection fraction at the stage of bowel reduction depending on the anesthesia technique

Таблица 5. Динамика сердечного индекса в зависимости от методики анестезии

Table 5. Dynamics of the cardiac index depending on the anesthesia technique

Вид анестезии	Me (LQ-HQ)				
	За сутки до операции	Индукция анестезии	Низведение кишечника	Пробуждение	Через сутки после операции
Комбинированная анестезия	3,51 (2,48–4,47)	3,51 (2,48–4,51)	3,75 (2,50–4,76)	3,39 (2,83–3,98)	3,19 (2,60–4,62)
Сочетанная анестезия	3,34 (2,67–4,70)	3,34 (2,67–4,70)	3,88 (2,82–4,90)	3,46 (2,90–4,57)	3,42 (2,69–5,0)

## Обсуждение

При оценке ЧСС более выраженное снижение данного показателя было отмечено на этапе низведения кишечника в группе с использованием сочетанной анестезии, что может быть обусловлено ее мощным симпатолитическим эффектом и уменьшением концентрации катехоламинов, циркулирующих в крови. Это подтверждается результатами и других исследований, в которых авторы отмечают менее выраженную реакцию в виде увеличения ЧСС на наиболее травматичных этапах операции в области рефлексогенных зон при использовании регионарных методик анестезии [13, 14, 18, 19].

При сравнении показателей систолического АД между группами статистически значимых различий выявлено не было, однако следует отметить, что в обеих группах на этапе низведения кишечника систолическое АД было значительно ниже по сравнению с дру-

гими этапами. Диастолическое АД на этапе низведения кишечника также значительно снизилось у детей обеих групп, причем в большей степени это было характерно для группы, в которой применялась сочетанная анестезия. Более низкие показатели диастолического АД у детей группы 2, вероятнее всего, обусловлены значительным снижением общего периферического сопротивления сосудов на фоне введения местного анестетика.

Подобные гемодинамические изменения в виде вазодилатации на фоне эпидуральной анестезии были описаны ранее и объясняются симпатолитическими эффектами регионарных методик анестезии. Отсутствие выраженной артериальной гипотонии, часто наблюдаемой у взрослых пациентов, вероятно, обусловлено недостаточным развитием вегетативной нервной системы и меньшей венозной емкостью нижних конечностей в детском возрасте [13, 16].

Заслуживает внимания и то, что показатели ударного объема у детей группы 1 значительно снизились на этапе пробуждения. Можно предположить, что это обусловлено уменьшением концентрации циркулирующих эндогенных катехоламинов в крови после окончания операции и прекращения инфузии анестетиков. Более низкие показатели УО у детей этой группы также могут свидетельствовать и о кумулятивном кардиодепрессивном эффекте лекарственных препаратов, которые использовались для общей анестезии [14]. Нельзя не отметить и то, что индекс УО на этапе пробуждения был значительно выше у детей группы 2, что свидетельствует об отсутствии негативного влияния сочетанной анестезии на гемодинамический статус пациента.

Максимальные показатели ФВ были характерны для детей группы 1 на этапе низведения кишечника, что, вероятнее всего, обусловлено механическим воздействием на рефлексогенную зону, выраженной ноцицептивной импульсацией и массивным выбросом эндогенных катехоламинов в системный кровоток [20].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения дальнейших исследований, направленных на поиск оптимальных схем сочетанной анестезии с целью выбора наиболее эффективной методики регионарной блокады.

## Заключение

1. Наиболее значимые изменения показателей гемодинамики отмечаются при выполнении самого травматичного этапа хирургического вмешательства (низведение кишечника), независимо от используемой методики анестезии.
2. При использовании эпидуральной блокады как компонента сочетанной анестезии на этапе низведения кишечника отмечаются выраженное статистически значимое снижение частоты сердечных сокращений и системного артериального давления, что, вероятнее всего, обусловлено мощным симпатолитическим эффектом местных анестетиков.

3. Сочетанная анестезия, в отличие от комбинированной, не оказывает существенного влияния на показатели ударного объема и фракции выброса у детей раннего возраста, нуждающихся в коррекции аноректальных аномалий.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Disclosure.** The authors declare that they have no competing interests.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Author contribution.** All authors confirm the compliance of their authorship, according to international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

**Этическое утверждение.** Исследование одобрено локальным Этическим комитетом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, протокол №12/21 от 10 декабря 2018 г.

**Ethics approval.** The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the St. Petersburg State Pediatric Medical University (reference number: 12/21-10.12.2018).

**Информация о финансировании.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

## ORCID авторов:

Александрович Ю.С. — 0000-0002-2131-4813

Алимханова Г.Н. — 0000-0001-7304-9102

Пшениснов К.В. — 0000-0003-1113-5296

Акименко Т.И. — 0000-0002-5403-1502

Разумов С.А. — 0000-0002-3167-4652

## Литература/References

- [1] Gupta D.K. Anorectal Malformations — Wing spread to Krickenbeck. *J Indian Assoc Pediatr Surg.* 2005; 10: 75–7.
- [2] Lawal T.A. Overview of Anorectal Malformations in Africa. *Front Surg.* 2019; 6: 7. DOI: 10.3389/fsurg.2019.00007
- [3] Moore S.W., Sidler D., Hadley G.P. Anorectal malformations in Africa. *S Afr J Surg.* 2005; 43(4): 174–5.
- [4] Theron A.P., Brisighelli G., Theron A.E., et al. Comparison in the incidence of anorectal malformations between a first- and third-world referral center. *Pediatr Surg Int.* 2015; 31(8): 759–64. DOI: 10.1007/s00383-015-3740-x
- [5] Smith C.A., Avansino J. Anorectal Malformations. 2021 Aug 12. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.

- [6] *Wijers C.H., de Blaauw I., Marcelis C.L., et al.* Research perspectives in the etiology of congenital anorectal malformations using data of the International Consortium on Anorectal Malformations: evidence for risk factors across different populations. *Pediatr Surg Int.* 2010; 26(11): 1093–9. DOI: 10.1007/s00383-010-2688-0
- [7] *Mundt E., Bates M.D.* Genetics of Hirschsprung disease and anorectal malformations. *Semin Pediatr Surg.* 2010; 19(2): 107–17. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2009.11.015
- [8] *Teerlink C.C., Bernhisel R., Cannon-Albright L.A., Rollins M.D.* A genealogical assessment of familial clustering of anorectal malformations. *J Hum Genet.* 2018; 63(10): 1029–34. DOI: 10.1038/s10038-018-0487-y
- [9] *Fuchs M.E., Halleran D.R., Bourgeois T., et al.* Correlation of anorectal malformation complexity and associated urologic abnormalities. *J Pediatr Surg.* 2021; 56(11): 1988–92. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2021.02.051
- [10] *Ogundoyin O.O., Olulana D.I., Lawal T.A.* Experience with the management of anorectal malformations in Ibadan, Nigeria. *Pan Afr Med J.* 2021; 38: 214. DOI: 10.11604/pamj.2021.38.214.21690
- [11] *Ameh E.A., Seyi-Olajide J.O., Sholadoye T.T.* Neonatal surgical care: a review of the burden, progress and challenges in sub-Saharan Africa. *Paediatr Int Child Health.* 2015; 35(3): 243–51. DOI: 10.1179/2046905515Y.0000000033
- [12] *Заболотский Д.В., Корячкин В.А., Ульрих Г.Э. и др.* Проект клинических рекомендаций по применению нейроаксиальной анестезии у детей для периоперационной анальгезии. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2017; 4: 279–90. [*Zabolotskii D.V., Koryachkin V.A., Ulrikh G.E., et al.* Draft of clinical recommendations on the use of neuroaxial anesthesia in children for perioperative analgesia. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli (Regional Anesthesia and Acute Pain Management, Russian journal).* 2017; 11(4): 279–90. DOI: 10.18821/1993-6508-2017-11-4-279-290 (In Russ)]
- [13] *Кровообращение и анестезия. Оценка и коррекция системной гемодинамики во время операции и анестезии.* Под ред. К.М. Лебединского. СПб., 2015. [*Krovoobrashhenie i anesteziya. Ocenka i korrekciya sistemnoj gemodinamiki vo vremja operacii i anestezii.* Pod red. K.M. Lebedinskogo. SPb., 2015. (In Russ)]
- [14] *Сичкарь С.Ю., Афуков И.И.* Эпидуральная анестезия у новорожденных и грудных детей с хирургическими заболеваниями. Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2015; 2: 47–53. [*Sichkar S.Yu., Afukov I.I.* Epidural anesthesia in newborns and infants with surgical diseases. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care.* 2015; 2: 47–53. (In Russ)]
- [15] *Александрович Ю.С., Воронцова Н.Ю., Гребенников В.А. и др.* Рекомендации по проведению инфузионно-трансфузионной терапии у детей во время хирургических операций. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2018; 2: 68–84. [*Aleksandrovich Yu.S., Vorontsova N.Yu., Grebennikov V.A., et al.* Recommendations on infusion-transfusion therapy in children undergoing surgery. *Messenger of anesthesiology and resuscitation.* 2018; 15(2): 68–84. DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-68-84 (In Russ)]
- [16] *Гржибовский А.М.* Типы данных, проверка распределения и описательная статистика. Экология человека. 2008; 1: 52–8. [*Grijbovskii A.M.* Data types, control of distribution and descriptive statistics. *Human ecology.* 2008; 1: 52–8. (In Russ)]
- [17] *Кузовлев А.Н., Ядгаров М.Я., Берикашвили Л.Б. и др.* Выбор метода статистического анализа. Анестезиология и реаниматология. 2021; (3): 88–93. DOI: 10.17116/anaesthesiology202103188 [*Kuzovlev A.N., Yadgarov M.Ya., Berikashvili L.B., et al.* Choosing the right statistical test. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology.* 2021; (3): 88–93. DOI: 10.17116/anaesthesiology202103188 (In Russ)]
- [18] *Samantaray D.J., Trehan M., Chowdhry V., Reedy S.* Comparison of hemodynamic response and postoperative pain score between general anaesthesia with intravenous analgesia versus general anesthesia with caudal analgesia in pediatric patients undergoing open-heart surgery. *Ann Card Anaesth.* 2019; 22(1): 35–40. DOI: 10.4103/aca.ACA\_215\_17
- [19] *Mercan A., Ture H., Sayin M.M., et al.* Comparison of the effect of sevoflurane and halothane anesthesia on the fall in heart rate as a predictor of successful single shot caudal epidural in children. *Saudi Med J.* 2009; 30(1): 72–6.
- [20] *Yuki K., Matsunami E., Tazawa K., et al.* Pediatric Perioperative Stress Responses and Anesthesia. *Transl Perioper Pain Med.* 2017; 2(1): 1–12.