

Применение паравертебральной блокады при операциях на аортальном клапане и корне аорты у подростков: серия клинических случаев

Для корреспонденции: Евгений Михайлович Тарасов, tarasov.em15@gmail.com

Поступила в редакцию 19 февраля 2025 г.
Исправлена 19 мая 2025 г. Принята к печати 23 мая 2025 г.

Цитировать: Тарасов Е.М., Хиновкер В.В., Свалов А.И., Бодров Д.А., Фёдоров Д.А. Применение паравертебральной блокады при операциях на аортальном клапане и корне аорты у подростков: серия клинических случаев. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2025;29(2):47-54. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2025-2-47-54>

Информированное согласие

Получено информированное согласие законных представителей пациентов на использование медицинских данных в научных целях.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн работы: Е.М. Тарасов, В.В. Хиновкер, А.И. Свалов
Сбор и анализ данных: Е.М. Тарасов, А.И. Свалов
Статистическая обработка данных: Е.М. Тарасов, Д.А. Бодров
Написание статьи: Е.М. Тарасов, Д.А. Бодров
Исправление статьи: В.В. Хиновкер, Д.А. Фёдоров
Утверждение окончательного варианта статьи: Е.М. Тарасов, В.В. Хиновкер, А.И. Свалов, Д.А. Бодров, Д.А. Фёдоров

ORCID

Е.М. Тарасов, <https://orcid.org/0000-0003-3971-2104>
В.В. Хиновкер, <https://orcid.org/0000-0002-3162-6298>
А.И. Свалов, <https://orcid.org/0000-0002-9363-5616>
Д.А. Бодров, <https://orcid.org/0000-0001-7174-7046>
Д.А. Фёдоров, <https://orcid.org/0000-0002-1860-4609>

© Тарасов Е.М., Хиновкер В.В., Свалов А.И., Бодров Д.А., Фёдоров Д.А., 2025



Е.М. Тарасов^{1,3}, **В.В. Хиновкер**^{2,3}, **А.И. Свалов**¹, **Д.А. Бодров**¹, **Д.А. Фёдоров**^{2,3}

¹ Свердловская областная клиническая больница № 1, Екатеринбург, Российская Федерация

² Федеральный сибирский научно-клинический центр, Красноярск, Российская Федерация

³ Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Российская Федерация

Аннотация

Актуальность. Адекватный контроль болевого синдрома в интра- и послеоперационном периоде является важным аспектом в детской кардиохирургии. Применение паравертебральной блокады как метода регионарной анестезии представляет интерес в связи с ограниченным количеством разрешенных обезболивающих препаратов для детей и необходимостью снижения рисков, связанных с использованием опиоидов.

Цель. Оценить эффективность и анальгетический потенциал применения паравертебральной блокады у подростков при операциях на аортальном клапане и корне аорты.

Методы. Проведен ретроспективный анализ данных пяти пациентов в возрасте 14–17 лет, перенесших операции на аортальном клапане и корне аорты. Всем пациентам в дополнение к внутривенному обезболиванию опиоидными анальгетиками выполнена паравертебральная блокада под ультразвуковой навигацией с введением раствора ропивакаина. Оценивались интра- и послеоперационная потребность в опиоидах, интенсивность болевого синдрома и длительность искусственной вентиляции легких в послеоперационном периоде, осложнения, ассоциированные с применением блокады.

Результаты. У всех пациентов достигнут адекватный контроль болевого синдрома с минимальной потребностью в опиоидах. Интраоперационная потребность в фентаниле составляла 1,67 [1,5; 2,1] мкг/кг/ч. Четверо пациентов (80 %) были экстубированы на операционном столе, один – через 10 минут после транспортировки в отделение реанимации. Медиана послеоперационной боли по 10-балльной шкале составила 2 балла. Послеоперационная доза фентанила составляла 0,83 [0,83; 0,99] мкг/кг/ч. Осложнений, связанных с паравертебральной блокадой, не зафиксировано.

Заключение. Применение паравертебральной блокады в детской кардиохирургии позволяет эффективно купировать болевой синдром, использовать низкие дозы опиоидных анальгетиков и способствовать ранней экстубации трахеи, что ускоряет восстановление пациентов и снижает риск послеоперационных осложнений. Для подтверждения результатов необходимы дальнейшие исследования.

Ключевые слова: паравертебральная блокада; детская кардиохирургия; послеоперационное обезболивание; ранняя экстубация; клинический случай

The use of paravertebral block in aortic valve and aortic root surgery in adolescents: a case series

Corresponding author: Evgenii M.

Tarasov, tarasov.em15@gmail.com

Received 19 February 2025. Revised 19 May 2025.

Accepted 23 May 2025.

How to cite: Tarasov E.M., Khinovker V.V., Svalov A.I., Bodrov D.A., Fedorov D.A. The use of paravertebral block in aortic valve and aortic root surgery in adolescents: a case series. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2025;29(2):47-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2025-2-47-54>

Informed consent

The patients' legal representatives informed consent to use the records for medical purposes is obtained.

Funding

The study did not have sponsorship.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Contribution of the authors

Conception and study design: Evgenii M. Tarasov,

Vladimir V. Khinovker, Alexey I. Svalov

Data collection and analysis:

Evgenii M. Tarasov, Alexey I. Svalov

Statistical analysis: Evgenii M. Tarasov, Dmitriy A. Bodrov

Drafting the article: Evgenii M. Tarasov, Dmitriy A. Bodrov

Critical revision of the article:

Vladimir V. Khinovker, Dmitriy A. Fedorov

Final approval of the version to be published:

Evgenii M. Tarasov, Vladimir V. Khinovker, Alexey I. Svalov,

Dmitriy A. Bodrov, Dmitriy A. Fedorov

ORCID

E.M. Tarasov, <https://orcid.org/0000-0003-3971-2104>

V.V. Khinovker, <https://orcid.org/0000-0002-3162-6298>

A.I. Svalov, <https://orcid.org/0000-0002-9363-5616>

D.A. Bodrov, <https://orcid.org/0000-0001-7174-7046>

D.A. Fedorov, <https://orcid.org/0000-0002-1860-4609>

© 2025 Tarasov et al.



Evgenii M. Tarasov^{1,3}, **Vladimir V. Khinovker**^{2,3},
Alexey I. Svalov¹, **Dmitriy A. Bodrov**¹,
Dmitriy A. Fedorov^{2,3}

¹Sverdlovsk Regional Hospital №1, Yekaterinburg, Russian Federation

²Federal Siberian Scientific and Clinical Center, Krasnoyarsk, Russian Federation

³Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract

Introduction: Adequate pain control during the intra- and postoperative periods is a crucial aspect of pediatric cardiac surgery. Interest towards paravertebral block as a regional anesthesia method is due to the limited number of approved analgesics for children and the need to reduce risks associated with the opioid using.

Objective: The study was aimed to assess the efficacy and safety of paravertebral block in adolescents undergoing aortic valve and aortic root surgery.

Methods: A retrospective analysis was based on data from five patients aged 14–17 years who underwent aortic valve and aortic root surgery. All patients underwent paravertebral block with the ropivacaine under ultrasound navigation in addition to intravenous analgesia with opioids. Assessed intra- and postoperative parameters included the need for opioids, pain intensity, extubation time, and complications associated with the block using.

Results: Adequate pain control was achieved in all patients with minimal need for opioid. The intraoperative need for fentanyl was 1.67 [1.5; 2.1] µg/kg/h. Four patients (80%) were extubated on the operating table, and one patient was extubated 10 minutes after transfer to the intensive care unit. The median postoperative pain score was 2 points on a 10-point scale. The postoperative fentanyl dose was 0.83 [0.83; 0.99] µg/kg/h. No complications related to the paravertebral block were recorded.

Conclusion: The using of paravertebral block in pediatric cardiac surgery enables effective pain relief, decreasing in doses of opioid analgesics, and early tracheal extubation that accelerates patient recovery and reduces the risk of postoperative complications. Further studies are needed to confirm these findings.

Keywords: Paravertebral block; Pediatric cardiac surgery; postoperative analgesia; Early extubation; Case report

Введение

Адекватное обезболивание во время и после операции играет важную роль в быстром восстановлении пациентов после операций на сердце и магистральных сосудах [1]. Количество медицинских препаратов, разрешенных к применению в педиатрической практике в Российской Федерации, ограничено, что повышает актуальность мультимодального подхода к анальгезии в интра- и послеоперационном периодах [2].

Паравертебральная блокада (ПВБ) становится всё более популярным методом обезболивания в детской хирургии, являясь альтернативой эпидуральной анестезии [1]. Есть данные, что ПВБ обеспечивает лучший контроль болевого синдрома в сравнении с парентеральными опиоидами и нестероидными противовоспалительными средствами (НПВС) и сравнима по эффекту с эпидуральной анальгезией при торакотомных вмешательствах [3]. Применение данного метода в кардиохирургии с использованием гепарина кажется более безопасным с точки зрения формирования нейроаксиальных гематом, в отличие от эпидуральной анестезии (рис. 1) [4].

В настоящий момент безопасность и эффективность применения ПВБ в детской кардиохирургии изучены недостаточно. Для накопления данных требуются когортные и рандомизированные исследования, которые будут опираться на успешный клинический опыт применения данного вида анестезии. В этой статье мы хотим представить наш опыт применения ПВБ у подростков 14–17 лет при операциях на аортальном клапане и корне аорты, оценив потенциал данной методики с точки зрения опиодсберегающих подходов и ранней активизации пациентов.

Методы

В связи с тем, что данные собирались ретроспективно, одобрения локального этического комитета не требовалось. Критериями включения были: оперативные вмешательства на аортальном клапане и корне аорты в условиях общей анестезии с применением ПВБ, возраст пациентов 10–18 лет. Выборка была сплошной среди пациентов, прооперированных с декабря 2023 по июль 2024 г. Всего в исследование попало 5 пациентов.

Пациенты поступали в операционную с установленным периферическим катетером (Vasofix, B Braun, Германия). После поступления проводилась индукция анестезии (пропофол 1–2,5 мг/кг в/в, фентанил 1–2 мкг/кг в/в, рокурония бромид 0,6–1,0 мг/кг в/в),

интубация трахеи. Искусственная вентиляция легких (GE Aespire CS 2, GE Healthcare Technologies, США) проводилась в режиме Pressure control ventilation – Volume Guaranteed (англ., вентиляция, контролируемая по давлению с гарантированным дыхательным объемом) с дыхательным объемом 6–7 мл/кг и минутным объемом, необходимым для поддержания SpO₂ в пределах целевых значений и нормокапнии. В условиях анестезии пациентам выполняли катетеризацию внутренней яремной вены.

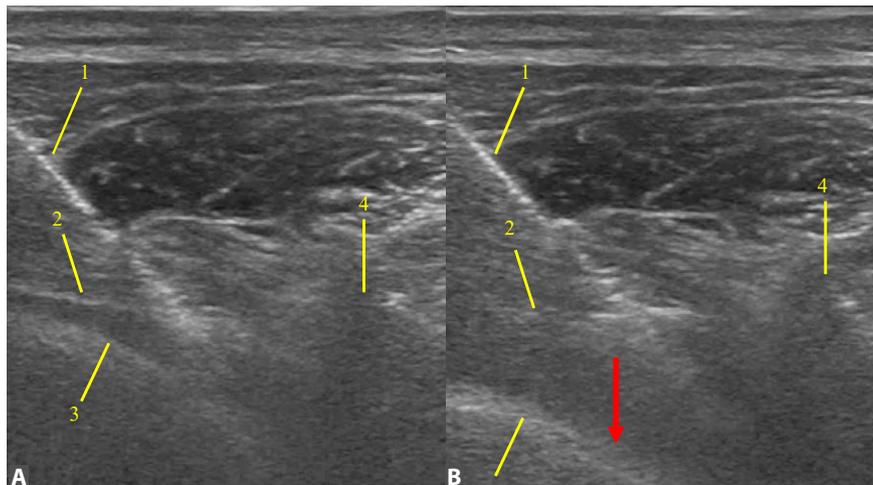
После введения в анестезию пациента помещали в положение на животе. Пункция паравертебрального пространства выполнялась с двух сторон на уровне Th4 – Th5 (иглы Sonoplex 21G 100 мм, Rajunk, Германия) с ультразвуковой (УЗ) навигацией (Philips CX-50, США). Иглу визуализировали методикой «in-plane» (рис. 1, А). Линейный датчик устанавливали в поперечном направлении по отношению к оси позвоночника на уровне Th5 для обнаружения поперечного отростка Th5. Иглу вводили на 0,5–1 см латеральнее датчика и под визуальным контролем проводили до реберно-поперечной связки. Прокон данной связки означал попадание в паравертебральное пространство. После отрицательной аспирационной пробы способом single-shot вводился 0,25 % раствор ропивакаина по 0,5 мл/кг, но не более 30 мл с каждой стороны. Индикатором желаемого распространения местного анестетика было смещение париетальной плевры в переднем направлении по УЗИ (рис. 1, В).

Затем пациента помещали в положение на спине, проводили катетеризацию лучевой артерии (Arteriofix, B Braun, Германия). Поддержание анестезии осуществлялось микроструйным внутривенным введением пропофола в количестве 6–10 мг/кг/ч. В дополнение к регионарной анестезии использовался опиоидный анальгетик фентанил; начальная дозировка – 2 мкг/кг/ч внутривенно. Интраоперационное управление анальгезией проводилось анестезиологом на основе вегетативных реакций организма пациента (артериальное давление, частота сердечных сокращений). Всем пациентам проводился мониторинг нейромышечной проводимости методом «train-of-four» (TOF) и мониторинг глубины анестезии посредством оценки биоспектрального индекса (BIS-мониторинг).

В послеоперационном периоде обезболивание осуществлялось фентанилом (начальная дозировка – 1 мкг/кг/ч в/в) и ацетаминофеном (не более 4 г/сут в/в). При недостаточном контроле острого болевого синдрома (5 баллов и выше по 10-балльной шкале оценки боли) применялись нестероид-

Рис. 1. УЗИ-визуализация паравертебрального пространства (А). Распространение местного анестетика в паравертебральном пространстве (В).

Примечание. 1 — игла, 2 — рёберно-поперечная связка, 3 — париетальная плевра, 4 — поперечный отросток грудного позвонка; красная стрелка — направление смещения париетальной плевры при введении местного анестетика в паравертебральное пространство



ные противовоспалительные средства (НПВС). Оптимизация анальгезии осуществлялась лечащим доктором на основе выраженности болевого синдрома.

Оцениваемые параметры

Из медицинской документации были получены данные о диагнозе, типе операции, длительности вмешательства и пережатия аорты, расходе опиоидных анальгетиков в интра- и послеоперационном периодах, времени до экстубации трахеи и внепланового введения обезболивающих препаратов. Также в послеоперационном периоде у всех пациентов оценивались интенсивность болевого синдрома до перевода в профильное отделение, наличие послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР), наличие осложнений, связанных с ПVB (гематома, абсцесс), общая длительность нахождения в ОРИТ, потребность в реинтубации трахеи и наличие послеоперационных осложнений. У всех пациентов боль в послеоперационном периоде оценивалась с помощью 10-балльной шкалы оценки боли через 1, 3, 6, 9, 12, 15 и 18 часов после операции (рис. 2).

Статистический анализ

Статистический анализ выполнялся с помощью компьютерного программного обеспечения jamovi v. 2.5 (Австралия). Ввиду статистически малого количества пробандов, данные представлены медианой и межквартильным интервалом, Медиана [Кв1; Кв3].

Результаты

Данные пациентов

Были проанализированы данные пяти пациентов (см. таблицу). У четверых пациентов (80 %) был врожденный порок сердца (ВПС). Пятый пациент пе-

ренес инфекционный эндокардит, осложнившийся формированием абсцесса выходного отдела левого желудочка и фиброзного кольца аортального клапана с перфорацией некоронарной и левой коронарной створок аортального клапана. На момент операции курс антибактериальной терапии был завершен, клинические и лабораторные данные активного инфекционного процесса отсутствовали. Двум пациентам (40 %) было выполнено протезирование аортального клапана, одному (20 %) – протезирование аортального клапана с пластикой корня аорты, еще двум (40 %) – операция Бенталла.

Медианный возраст составил 17 [14; 17] лет, масса тела – 63,2 [60,4; 76,0] кг.

Интра- и послеоперационные данные

Длительность операции – 230 [190; 240] минут, время искусственного кровообращения – 98 [92; 120] минут, а время пережатия аорты – 78 [73; 93] минут. Интраоперационная потребность в фентаниле составила 1,67 [1,5; 2,1] мкг/кг/ч.

Четверо пациентов (80 %) были экстубированы на операционном столе, медиана длительности искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) в послеоперационном периоде составила 0 минут. У пятого пациента длительность ИВЛ в ОРИТ была 10 минут. Послеоперационная доза фентанила составляла 10,75 [10; 11,8] мкг/кг. Двум пациентам (40 %) через 2 часа после вмешательства понадобилось внеплановое введение НПВС. У пациента № 1 НПВС был назначен через час после операции при оценке боли на 5 баллов, а у пациента № 2 – через 9 часов после операции, также при достижении 5 баллов по шкале боли. У обоих пациентов применение НПВС было эффективным и позволило снизить выраженность болевого синдрома.

Общая характеристика пациентов

Показатель	Пациент					Медиана
	1	2	3	4	5	
Диагноз	Двустворчатый аортальный клапан. Комбинированный аортальный порок. Аневризматическое расширение восходящего отдела аорты	Двустворчатый аортальный клапан. Недостаточность аортального клапана	Инфекционный эндокардит. Абсцесс выходного отдела левого желудочка, фиброзного кольца аортального клапана. Перфорация некоронарной и левой коронарной створки аортального клапана. Пульсирующая гематома выходного отдела левого желудочка	Двустворчатый аортальный клапан. Комбинированный порок с преобладанием недостаточности. Митриализация, митральная недостаточность	Двустворчатый аортальный клапан. Комбинированный умеренный аортальный порок без преобладания. Аневризма синусного отдела аорты.	
Возраст, лет	17	17	14	17	14	17
Пол	М	М	М	М	Ж	
Операция	Операция Бенталла. Резекция аневризмы восходящего отдела аорты с его протезированием клапаносодержащим кондуитом	Протезирование аортального клапана механическим протезом	Протезирование аортального клапана и пластика ложной аневризмы корня аорты	Протезирование аортального клапана механическим протезом	Операция Бенталла. Резекция аневризмы восходящего отдела аорты с его протезированием клапаносодержащим кондуитом	
Масса тела, кг	63,2	50,0	60,4	76,0	91,0	63,2
Длительность операции, мин	190	230	240	180	240	230
Время ИК, мин	98	88	120	92	138	98
Длительность пережатия аорты, мин	78	73	93	65	107	78

Длительность нахождения в ОРИТ составляла 20 [20; 21] часов. Ни у кого из пациентов не было потребности в реинтубации трахеи, не развилась ПОТР, и не было выявлено осложнений, связанных с проведением ПVB.

Медиана выписки из стационара после операции составила 15 [15; 19] суток.

Обсуждение

Раннее восстановление и ПVB

Концепция раннего восстановления после операции (англ. Enhanced recovery after surgery, ERAS) приобретает всё большую популярность во всех разделах хирургии [5]. Это обусловлено тем фактом, что данная концепция позволяет уменьшить длительность нахождения пациента в ОРИТ, длительность

госпитализации, снизить частоту развития осложнений и оптимизировать использование ресурсов [6; 7]. Послеоперационная боль может быть важнейшим фактором, ведущим к неэффективной вентиляции и нарушению клиренса мокроты [1].

Проведенный Monahan и соавт. метаанализ, который сравнивал применение регионарной анестезии в сочетании с общей анестезией и системной анальгезии в сочетании с общей анестезией в детской кардиохирургии, показал, что применение регионарных методов обезболивания позволило добиться более надежного контроля болевого синдрома в послеоперационном периоде [8]. Однако ни одно из 14 исследований, включенных в этот анализ, не оценивало применение ПVB. Тем не менее, данные анализа коррелируют с нашими результатами: выраженность болевого синдрома

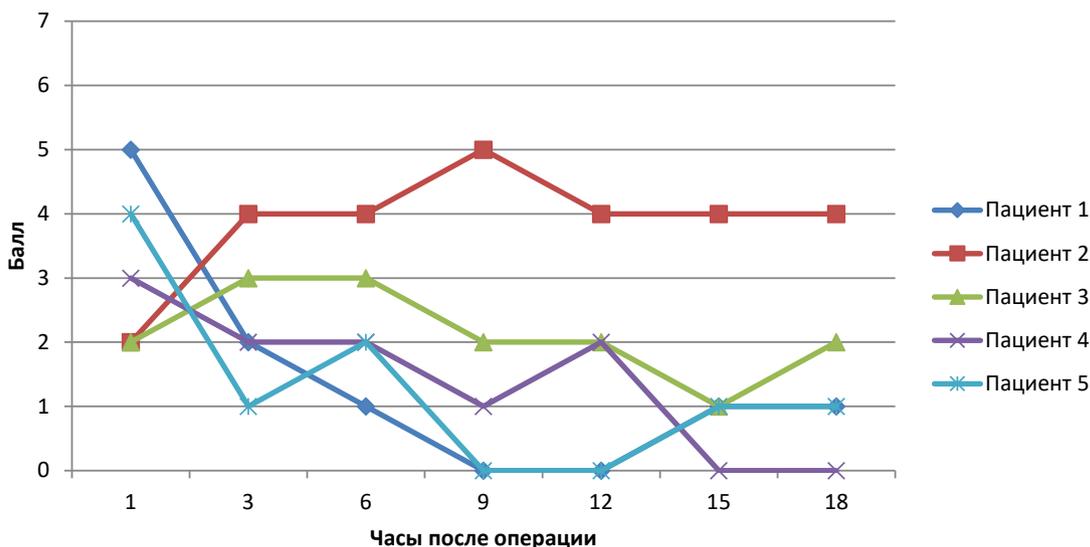


Рис. 2. Оценка послеоперационной боли по 10-балльной шкале оценки боли

у пациентов, у которых использовалась ПVB, была умеренной или низкой.

Сравнение ПVB с другими методами регионарной анестезии

Операции на грудной клетке ассоциированы с одним из самых выраженных болевых синдромов в послеоперационном периоде [9]. Это характерно как для стернотомного, так и для торакотомного доступа [10]. Поэтому для улучшения контроля болевого синдрома нейроаксиальные методы обезболивания в хирургии грудной клетки применяются уже не одно десятилетие [11].

В связи с тем, что большинство кардиохирургических вмешательств выполняется в условиях полной гепаринизации, существует риск образования спинальных гематом при проведении эпидуральной или каудальной блокады [12–14].

ПVB выполняется за пределами центральной нервной системы. Паравerteбральное пространство является пространством клиновидной формы, которое сзади ограничено поперечными отростками грудных позвонков и верхними поперечно-реберными связками, париетальной плеврой спереди, а медиально – латеральными поверхностями грудных позвонков и межпозвоночными дисками (рис. 3) [15]. Данное пространство продолжается в каудальном и краниальном направлениях, что позволяет распространяться местному анестетику в этих направлениях, обеспечивая блокаду на различных уровнях при пункции на одном уровне [16]. В исследовании Davies и соавт., сравнивавших пара-

verteбральную и эпидуральную блокады при торакотомических вмешательствах, было выявлено, что в группе ПVB легочные осложнения после операций встречались на 64 % реже [17]. В нашей группе ни у кого из пациентов не наблюдалось послеоперационной дыхательной недостаточности, что свидетельствует о благоприятном влиянии ПVB на респираторную функцию в послеоперационном периоде.

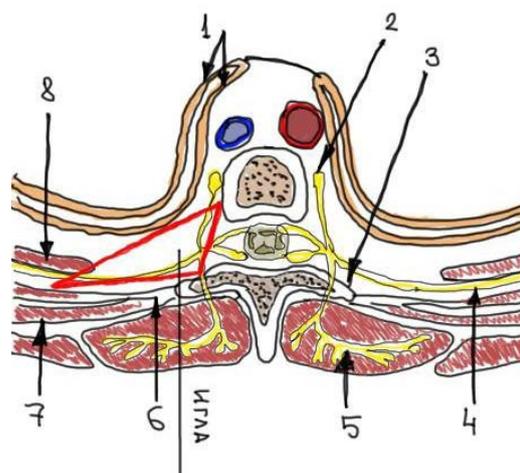


Рис. 3. Анатомия паравerteбрального пространства на уровне Th5.

Примечание. 1 – висцеральная и париетальная плевра, 2 – симпатический ганглий, 3 – поперечный отросток, 4 – вентральная ветвь спинномозгового нерва, 5 – дорзальная ветвь, 6 – реберно-поперечная связка, 7 – ребро, 8 – межреберная мембрана, красным треугольником

Ранняя экстубация трахеи и опиоидные анальгетики

Вопрос ранней экстубации трахеи в хирургии врожденных пороков сердца стоит достаточно остро. Это связано с тем, что искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ) с положительным давлением приводит к уменьшению венозного возврата к сердцу, недостаточному наполнению правого желудочка (ПЖ) и, соответственно, снижению преднагрузки ПЖ [18]. Увеличение внутригрудного давления также увеличивает лёгочное сосудистое сопротивление и, как следствие, постнагрузку на ПЖ [18]. Всё это приводит к снижению ударного объема ПЖ. Увеличение градиента внутригрудного и внегрудного давления приводит к снижению постнагрузки левого желудочка и снижению работы сердца [19]. Следовательно, продленная ИВЛ может оказывать существенное влияние на гемодинамику, особенно у пациентов с гиповолемией или дисфункцией ПЖ, ухудшая послеоперационные исходы [20].

Напротив, спонтанное дыхание улучшает венозный возврат к сердцу во время вдоха, что обусловлено отрицательным внутригрудным давлением. Это, в свою очередь, увеличивает сердечный выброс [19]. Преимущества данного эффекта наиболее выражены у пациентов с одножелудочковой физиологией, перенесших операции Гленна и Фонтена [21]. Однако преимущества самостоятельного дыхания наблюдались и у пациентов, перенесших другие хирургические вмешательства на сердце [22; 23].

Основным модифицируемым фактором риска продленной интубации является интраоперационное применение опиоидных анальгетиков (фентанил) в высоких дозировках (25–50 мкг/кг) [18; 24]. Данные дозировки обусловлены потребностью в снижении стрессового ответа организма, связанного непосредственно с операцией и проведением искусственного кровообращения [25]. El Bendar и соавт. показали, что применение ПВБ в детской кардиохирургии позволило снизить интраоперационную дозу фентанила с $13,6 (\pm 1,03)$ до $7,2 (\pm 1,18)$ мкг/кг ($p < 0,001$) [26]. Данные результаты сопоставимы с нашими: среднее значение интраоперационной дозы фентанила составило 5,76 (95 % ДИ 3,93–7,58) мкг/кг. Такое существенное снижение дозы фентанила позволило экстубировать трахею пациентов прямо на операционном столе или вскоре после транспортировки из операционной [26].

В нашей работе из 5 пациентов четверо (80 %) были экстубированы на операционном столе, и еще один пациент был экстубирован через 10 минут после транспортировки в ОРИТ. Ни одному из них не

потребовалась реинтубация трахеи, что подтверждает гипотезу, что применение ПВБ и снижение дозы фентанила позволяет создать условия для ранней активизации пациентов в послеоперационном периоде.

Снижение дозы фентанила в интраоперационном периоде также снижает риск других побочных эффектов, таких как тошнота и рвота, отсутствие которых отмечается у наших пациентов.

Заключение

Наши результаты демонстрируют, что использование паравертебральной блокады в детской кардиохирургии позволяет сохранить адекватный контроль болевого синдрома во время и после операции, ограничивая расход опиоидных анальгетиков. Как следствие опиоидсберегающего подхода, ранняя экстубация и профилактика развития ПОТР могут способствовать ускоренному восстановлению пациентов в послеоперационном периоде. Однако для окончательной оценки эффективности и безопасности ПВБ в данной области необходимо проведение более крупных проспективных рандомизированных контролируемых исследований. Помимо этого, отдельного внимания заслуживает продленная паравертебральная блокада, о применении которой в кардиохирургии имеются лишь единичные публикации.

Список литературы / References

1. Sahajanandan R., Varsha A.V., Kumar D.S., Kuppusamy B., Karupiah S., Shukla V., Thankachen R. Efficacy of paravertebral block in "Fast-tracking" pediatric cardiac surgery - Experiences from a tertiary care center. *Ann Card Anaesth.* 2021 Jan-Mar;24(1):24-29. PMID: 33938827; PMCID: PMC8081147. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_83_19
2. Заболотский Д.В., Корячкин В.А., Ульрих Г.Э. Послеоперационная анальгезия у детей. Есть ли доступные методы сегодня? (Современное состояние проблемы). *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* 2017;11(2): 64–72. <http://dx.doi.org/10.18821/1993-6508-2017-11-2-64-72>
3. Zabolotski D.V., Koriachkin V.A., Ulrikh G.E. Postoperative analgesia in children. are there any methods available today? *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli = Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* 2017; 11(2):64–72. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.18821/1993-6508-2017-11-2-64-72>
3. Cox F., Cousins A. Thoracic paravertebral block (PVB) analgesia. *J PerioperPract.* 2008 Nov;18(11):491-6. PMID: 19051962. <https://doi.org/10.1177/175045890801801104>
4. Mehta Y., Arora D., Sharma K.K., Mishra Y., Wasir H., Trehan N. Comparison of continuous thoracic epidural and paravertebral block for postoperative analgesia after robotic-assisted coronary artery bypass surgery. *AnnCardAnaesth.* 2008 Jul-Dec;11(2):91-6. PMID: 18603748. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.41576>

5. Ender J., Borger M.A., Scholz M., et al. Cardiac Surgery Fast track Treatment in a Postanesthetic Care Unit. *Anesthesiology*. 2008;109(1):61–66. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31817881b3>
6. Yamamoto T., Schindler E. Regional anesthesia aspart of enhanced recovery strategies in pediatric cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2023;36(3):324–333. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000001262>
7. Fuller S., Kumar S.R., Roy N., et al. The American Association for Thoracic Surgery Congenital Cardiac Surgery Working Group 2021 consensus document on a comprehensive perioperative approach to enhanced recovery after pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021. 162(3): 931–954. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2021.04.072>
8. Monahan A., Guay J., Hajduk J., Suresh S. Regional Analgesia Added to General Anesthesia Compared With General Anesthesia Plus Systemic Analgesia for Cardiac Surgery in Children: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. *Anesth Analg*. 2019;128(1):130–136. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003831>
9. van Gulik, Laura, Ahlers, Sabine J., Brkić, Zina, Belitser, Svetlana V., van Boven, Wim J. van Dongen, Eric P., Knibbe, Catherijne A, Bruins, Peter. Improved analgesia after the realisation of a pain management programme in ICU patients after cardiac surgery. *European Journal of Anaesthesiology* 27(10):900-905. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e32833d91c3>
10. Mazzeffi M., Khelemsky Y. Poststernotomy Pain: A Clinical Review. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2011;25(6):1163–1178. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2011.08.001>
11. Хиновкер В.В. Продленная эпидуральная анальгезия после оперативного лечения сколиоза / В.В. Хиновкер, И.П. Назаров. *Анестезиология и реаниматология*. 2006; 4:68-70. EDNOTGQEC.
12. Humphreys N., Bays S.M., Parry A.J., et al. Spinal Anesthesia with an Indwelling Catheter Reduces the Stress Response in Pediatric Open Heart Surgery. *Anesthesiology*. 2005;103(6):1113–1120. <https://doi.org/10.1097/00000542-200512000-00003>
13. Thammasitboon S., Rosen D.A., Lutfi R., et al. An institutional experience with epidural analgesia in children and young adults undergoing cardiac surgery. *Pediatr Anesth*. 2010;20(8):720–726. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2010.03339.x>
14. Hemmerling T., Cyr S., Terrasini N. Epidural catheterization in cardiac surgery: The 2012 risk assessment. *Ann Card Anaesth*. 2013;16(3):169. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.114237>
15. Tarasov E.M., Khinovker V.V., Svalov A.I., Koryachkin V.A., & Fedorov, D.A. The use of paravertebral block in pediatric cardiac surgery: narrative review. *Regional Anesthesia And Acute Pain Management*, (2024);18(4). <https://doi.org/10.17816/RA636547>
16. Albokrinov A.A., Fesenko U.A. Spread of dye after single thoracolumbar paravertebral injection in infants: A cadaveric study. *Eur J Anaesthesiol* 2014;31:305–9.
17. Davies R.G., Myles P.S., Graham J.M. A comparison of the analgesic efficacy and side effects of paravertebral vs. epidural blockade for thoracotomy—A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth*. 2006;96:418–26.
18. Tham S.Q., Lim E.H.L. Early extubation after pediatric cardiac surgery. *Anesth Pain Med (Seoul)*. 2024 Oct;19(Suppl 1):S61–S72. Epub 2024 Jul 24. PMID: 39069653; PMCID: PMC11566561. <https://doi.org/10.17085/apm.23154>
19. Corp A., Thomas C., Adlam M. The cardiovascular effects of positive pressure ventilation. *BJA Educ* 2021; 21: 202–9.
20. Soni N., Williams P. Positive pressure ventilation: what is the real cost? *Br J Anaesth*. 2008; 101: 446–57
21. Kintrup S., Malec E., Kiski D., Schmidt C., Brünen A., Kleinerüschkamp F., et al. Extubation in the operating room after fontan procedure: does it make a difference? *Pediatr Cardiol*. 2019; 40: 468–76.
22. Barash P.G., Lescovich F., Katz J.D., Talner N.S., Stansel H.C. Jr. Early extubation following pediatric cardiothoracic operation: a viable alternative. *Ann Thorac Surg*. 1980; 29: 228–33.
23. Nawrocki P., Wisniewski K., Schmidt C., Bruenen A., Debus V., Malec E., et al. Extubation on the operating table in patients with right ventricular pressure overload undergoing biventricular repair. *Eur J Cardiothorac Surg* 2019; 56: 904–10.
24. Duncan H.P., Cloote A., Weir P.M., Jenkins I., Murphy P.J., Pawade A.K., et al. Reducing stress responses in the pre bypass phase of open heart surgery in infants and young children: A comparison of different fentanyl doses. *Br J Anaesth*. 2000;84:556–64.
25. Anand K.J.S., Hickey P.R. Halothane–Morphine Compared with High-Dose Sufentanil for Anesthesia and Postoperative Analgesia in Neonatal Cardiac Surgery // *N Engl J Med*. 1992; 326(1):1–9. <https://doi.org/10.1056/NEJM199201023260101>
26. El Bendary H.M., Abd El Baser II. Bilateral single bupivacaine injection ultrasound guided paravertebral block facilitates early extubation and reduces perioperative opioids requirements in on pump pediatric cardiac surgery. *Ain Shams J Anaesthesiol*. 2015;8:287–93