

К.В. Паромов¹, Д.А. Свирский², М.Ю. Киров^{1, 2}¹Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич,
Архангельск, Российская Федерация²Северный государственный медицинский университет,
Архангельск, Российская Федерация

Эволюция и перспективы анестезии и методов обезболивания при коронарном шунтировании

За 60-летнюю историю коронарного шунтирования изменилась хирургическая техника, возросли компетенции специалистов и, без-условно, повысилась безопасность анестезиологического сопровождения. В данном аналитическом обзоре обсуждаются современные особенности обезболивания в ходе коронарного шунтирования и в раннем послеоперационном периоде. Приведена эволюция взглядов на использование опиоидов, описаны современные методы анальгезии с учетом возможных осложнений их использования. Несмотря на низкую летальность и достаточную безопасность операции коронарного шунтирования в настоящее время, оптимальная стратегия обезболивания при данном вмешательстве остается предметом дискуссий. В обзоре перечислены традиционные анальгетики и особенности их применения в кардиоанестезиологии, обозначены тенденции и перспективы внедрения новых препаратов и методик для анальгезии. Несмотря на ряд ограничений к использованию опиоидов в современной медицине критических состояний, в кардиоанестезиологии их применение остается оправданным и при соблюдении определенных условий — достаточно безопасным.

Ключевые слова: анальгетики, анестезия, стернотомия, коронарное шунтирование

Для цитирования: Паромов К.В., Свирский Д.А., Киров М.Ю. Эволюция и перспективы методов обезболивания при коронарном шунтировании. Вестник РАМН. 2023;78(6):541–548. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn8811>

541

Введение

Операции коронарного шунтирования — наиболее часто выполняемые вмешательства на сердце. Так, в США выполняется около 200 тыс. коронарных шунтирований ежегодно [1]. В Российской Федерации в 116 клиниках за 2022 г. выполнено 35 458 коронарных шунтирований, изолированных или в комбинации с другими сосудистыми операциями. Без использования искусственного кровообращения выполняется более 25% вмешательств [2].

Этому есть разумное обоснование — болезни сердечно-сосудистой системы прочно и достаточно давно занимают первое место в структуре летальности, ежегодно вызывая более 9 млн смертей.

Особенности анестезии

Первая операция коронарного шунтирования была выполнена в 1964 г. Многие годы операции проводились с использованием так называемой центральной анестезии с использованием высоких доз опиоидных анальгетиков, преимущественно морфина (до 3 мг/кг). При проведении центральной анестезии в интраоперационном периоде на фоне относительной гемодинамической стабильности пациент был достаточно хорошо защищен от хирургического стресса. Тем не менее со временем стало понятно, что необходимость продленной искусственной вентиляции легких на фоне угнетения дыхания, вызванного высокими дозами опиоидов, значительно ухудшает результаты

K.V. Paromov¹, D.A. Svirskii², M.Y. Kirov^{1, 2}¹Volosevich First City Clinical Hospital, Arkhangelsk, Russian Federation²Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

Evolution and Perspectives of Anesthesia and Analgesia Techniques for Coronary Artery Bypass Grafting

For more than 60-year history of coronary artery bypass grafting, surgical techniques and specialists' competence were improved as well as the safety of anesthesiological management. This analytical review discusses modern features of analgesia during coronary surgery and early post-operative period. We described current opinion on perioperative administration of opioids and modern methods of analgesia, taking into account possible complications of their use. Despite the low mortality and overall safety of coronary bypass grafting nowadays, the optimal strategy of analgesia for this surgery is not established yet. This review lists routinely used analgetics and some aspects of their use in cardiac anesthesiology, outlines trends and prospects for the introduction of new drugs and techniques for analgesia. Despite a number of restrictions on the use of opioids in intensive care in modern era, in cardiac anesthesiology their use remains justified and, under certain conditions, safe enough.

Keywords: analgesic agents, anesthesia, sternotomy, coronary artery bypass surgery

For citation: Paromov KV, Svirskii DA, Kirov MY. Evolution and Perspectives of Analgesia Techniques for Coronary Artery Bypass Grafting. Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2023;78(6):541–548. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn8811>

выполненной операции. В настоящее время стратегия, направленная на минимизацию потребления опиоидных препаратов, доказала свою эффективность — использование высоких доз, а именно более 2 мг/кг для морфина и 20 мкг/кг для фентанила, не приводит к улучшению качества и безопасности послеоперационного периода в кардиохирургии [3].

Эволюция практики применения гипнотиков в качестве компонента анестезии нашла отражение и в кардиоанестезиологии. Так, на фоне снижения доз используемых анальгетиков встал вопрос о выборе безопасного препарата для медикаментозного сна с незначительным гемодинамическим эффектом от его использования. Консенсус относительно идеального для этих целей препарата до сих пор не достигнут. Среди внутривенных гипнотиков самым часто применяемым является пропофол. Впервые пропофол был одобрен для клинического использования в Великобритании в 1986 г., в США — в 1989 г., в Канаде — в 1993 г., и с тех пор он прочно занимает лидирующую позицию среди внутривенных гипнотиков во всем мире. Комбинация быстрого начала действия, предсказуемой фармакодинамики и безопасности на фоне ингибиторного влияния на постсинаптические нейроны с замедлением формирования потенциала действия опосредована его эффектами на рецепторы к гамма-аминомасляной кислоте [4]. Несмотря на длительный опыт применения пропофола, накапливаются данные о недостаточной безопасности его использования в периоперационном периоде коронарного шунтирования и даже повышении летальности [5]. Так, авторы данной работы обнаружили повышение общей летальности на фоне инфузии пропофола с 4,3 до 5,2%, этот тренд характерен и для кардиохирургических пациентов.

Альтернативой внутривенным анестетикам служат препараты с ингаляционным путем введения. Современная история их клинического применения началась со внедрения галотана в Великобритании в 1956 г. После него арсенал фторсодержащих ингаляционных анестетиков пополнился энфлюраном (1973), изофлюраном (1981), десфлюраном (1992) и севофлюраном (1994), который полностью заменил галотан ввиду доказательств гепатотоксичности последнего. Считается, что действие ингаляционных анестетиков заключается в торможении синаптической передачи в центральной нервной системе, что приводит к неэффективности и разобщению физиологических процессов внутри организма и между организмом и средой [6], однако точные биохимические механизмы их работы не определены.

Среди положительных эффектов ингаляционных анестетиков особое место занимают снижение оксидативного стресса и миокардиальное preconditioning, что особенно востребовано у пациентов с сердечной недостаточностью, в том числе при периоперационном хирургическом стрессе [7]. Однако кардиопротективные эффекты ингаляционных анестетиков остаются предметом дискуссий. Так, в работе R. Ranjan et al. не обнаружено различий по уровню тропонина I в периоперационном периоде коронарного шунтирования на работающем сердце в группах изофлюрана и пропофола [8]. Авторы связывают это с недостаточной концентрацией применяемого ингаляционного анестетика для достижения кардиопротективного эффекта. Вместе с тем H. Yigit Özyay et al. показали улучшение кислородного баланса на основе мониторинга тканевой, церебральной и центральной венозной сатурации [9] при использовании ингаляционных анестетиков в ходе коронарного шунтирования на работающем сердце.

Как различные галогенсодержащие препараты, так и наркотические анальгетики неодинаково влияют на центральную холинергическую медиаторную систему, которая отвечает за мнестико-когнитивные нарушения и сознание [10]. Так, в отличие от сильных опиоидов, например морфина или фентанила, пропофол помимо депрессии сознания в дозах, существенно превышающих клинические, может быть антагонистом к ацетилхолиновым рецепторам. Ингаляционные анестетики, кроме влияния на холинергическую систему и индукции клеточного апоптоза, в дозозависимой манере способны усиливать продукцию β -амилоида, что у пожилых пациентов может привести к большей вероятности послеоперационной когнитивной дисфункции [10]. Несмотря на вероятные плейотропные эффекты ингаляционных анестетиков, в настоящее время большинство исследователей не видят преимуществ при интраоперационном выборе гипнотиков, будь то ингаляционные препараты или внутривенные, в частности пропофол [11].

Хирургические аспекты

Стандартным доступом для коронарной реваскуляризации является срединная стернотомия, ежегодно ее переносят более 2 млн человек [12]. Это один из самых травматичных этапов операции. Хотя в опытных руках стернотомия занимает несколько секунд, особенности доступа играют роль в выраженности послеоперационного болевого синдрома. Так, фиксация грудины с помощью титановой пластины в дополнение к металлическим нитям позволяет более жестко фиксировать рану, облегчить реабилитацию, выраженность послеоперационного болевого синдрома и, кроме того, снизить риск стеральной инфекции [13].

Хирургические стратегии реваскуляризации также непрерывно эволюционируют — условно «классическое» коронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения сменяется операциями на работающем сердце [11], а в последнее время свою нишу занимают и мини-доступы для реваскуляризации. В итоге сокращается степень хирургической агрессии, а в ряде случаев срединной стернотомии можно избежать, выполнив успешную реваскуляризацию миокарда путем торакотомии. Конечно, внедрение новых методик находит как искренних поклонников, так и непримиримых противников. Ряд сторонников операций на работающем сердце успешно доказывают разницу в неврологических исходах и сроках реабилитации, особенно у пациентов высокого риска [14], другие апеллируют им доказательствами независимости отдаленных результатов от выбора тактики для реваскуляризации [15]. Кроме того, стоит вспомнить о значительном риске конверсии на искусственное кровообращение при гемодинамической нестабильности, ее частота достигает 5,5%. Относительно минимально инвазивного прямого аортокоронарного шунтирования (MIDCAB) в настоящее время также нет однозначного мнения. Так, при анализе 300 операций MIDCAB было показано уменьшение концентрации тропонина и ускорение реабилитации [16], но качество наложения анастомозов, особенно при шунтировании нескольких артерий, может быть неоптимальным ввиду объективных особенностей доступа. К сожалению, это приводит к неполной реваскуляризации, прогрессированию стенокардии и увеличивает частоту послеоперационных инфарктов [17]. Кроме того, возрастает частота

повторных реваскуляризаций и повторных госпитализаций пациентов.

В итоге оптимальная хирургическая тактика до сих пор не определена, и все методики при хорошей предоперационной оценке рисков могут успешно применяться в клинической практике.

Стратегия раннего восстановления

Ранняя экстубация, снижение риска неврологических и респираторных осложнений и экономические преимущества сделали популярной стратегию ранней активизации пациента (fast-track). Впервые предложенная концепция доказала свою состоятельность в 1990-е годы преимущественно в колоректальной хирургии, но впоследствии нашла своих последователей и в кардиохирургии [18]. К преимуществам ранней активизации пациента в послеоперационном периоде относят минимизацию осложнений, повышение удовлетворенности пациента и сокращение сроков госпитализации и, соответственно, затрат на лечение [19]. Минимизация послеоперационной вентиляции легких достоверно сокращает число легочных осложнений, а ранняя активизация ускоряет и облегчает дальнейшую реабилитацию.

Сложно переоценить и актуальность контроля послеоперационной боли — ноцицептивная стимуляция оказывает влияние на состояние сердечно-сосудистой системы и является одним из факторов риска развития аритмий в послеоперационном периоде. Замедленная активизация после операции на фоне болевого синдрома может приводить к легочным осложнениям — ателектазам и пневмониям. Кроме того, на фоне болевого синдрома повышается риск нарушений коагуляции и сна, поведенческих реакций и когнитивной дисфункции, особенно у пожилых пациентов с факторами риска.

Безусловно, в рамках этой концепции важными составляющими остаются оптимизация нутритивной поддержки, инфузионной терапии, контроль гликемии, температуры и хронических инфекций, а также интраоперационный контроль кровотечения и профилактика тромбоэмболических состояний [20]. В настоящее время внедрение концепции fast-track в разных разделах хирургии невозможно без методик регионарной анестезии, но именно в кардиохирургии их место до сих пор не определено [21].

Особенности послеоперационного болевого синдрома

Эффективный контроль острой послеоперационной боли — ключевой аспект послеоперационной реабилитации. Без адекватной аналгезии невозможно полноценное расширение двигательного режима. Субстратом для послеоперационного болевого синдрома является, безусловно, соматическая и отчасти нейропатическая боль, длительность которой может варьировать. Наиболее актуальна острая боль в первые несколько суток, она провоцируется активизацией, усиливается при глубоком дыхании и побудительной спирографии [22].

В недавнем исследовании авторы выделили четыре траектории болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств. Незначительная боль не вызывает серьезных опасений и не требует дополнительных методов коррекции. Вместе

с тем у 44% обследованных пациентов отмечают высокоинтенсивный болевой синдром; у 9% пациентов он сохраняется в течение первых 30 сут после операции [23]. Интересно, что у пациентов с различной выраженностью боли не было выявлено отличий в количестве анальгетиков в пересчете на дозировки морфина, при этом не учитывались методики регионарной аналгезии или использование адъювантов. Проанализировать эффективность аналгезии в этих группах невозможно исходя из дизайна исследования, но, по всей видимости, у половины пациентов подход к терапии острой послеоперационной боли имеет потенциал для дальнейшего улучшения.

После выписки из стационара и снижения риска сердечно-сосудистых событий на фоне успешной реваскуляризации актуальность послеоперационного болевого синдрома сохраняется достаточно продолжительное время. Так, 29% пациентов указывали на персистирующий болевой синдром в течение 3 мес после кардиохирургической операции [24]. Эффективность купирования острой послеоперационной боли и применение различных методик регионарной аналгезии, по мнению ряда авторов, снижают риск хронизации болевого синдрома. Для многих пациентов хроническая боль спустя определенное время становится самостоятельной проблемой, значительно снижающей качество жизни и требующей постоянной терапии, а иногда и инвазивных вмешательств [25].

В раннем послеоперационном периоде боль после стернотомии по цифровой рейтинговой шкале (ЦРШ) пациенты оценивали на 5,31 балла [26]. По мнению специалистов ВОЗ и Международной ассоциации по изучению боли (IASP), допустимой считается послеоперационная боль интенсивностью до 3 баллов в покое и до 4 баллов при активизации пациентов, т.е. степень контроля болевого синдрома после кардиохирургических вмешательств в первые сутки оказывается недостаточной. Это происходит по двум причинам: во-первых, хирургический стресс после срединной стернотомии сопровождается выраженной ноцицептивной стимуляцией; во-вторых, часто мы видим низкое качество купирования острой послеоперационной боли. Вторая причина кажется более актуальной, если принять во внимание, что оценка боли по ЦРШ при открытой аппендэктомии составляет 5,95 балла, а при кесаревом сечении — 6,14 балла. Это обусловлено недостаточно эффективной диагностикой боли представителями системы здравоохранения и отсутствием утвержденных протоколов по ее купированию [27]. Все это приводит к тому, что до половины пациентов отмечают недостаточный контроль за послеоперационной болью, при этом кардиохирургические пациенты не являются исключением [28].

Получить адекватное обезболивание для любого пациента — его фундаментальное право, но оно регулярно не соблюдается в отношении не только хронической, но и острой послеоперационной боли. Давно известно, что острая послеоперационная боль значимо негативно влияет на качество жизни, выступает причиной различных осложнений со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем и неврологических нарушений, а также является причиной хронического болевого синдрома [29].

На наш взгляд, большее внимание к купированию болевого синдрома уделяется в паллиативной помощи при ее правильной организации. Еще в 1986 г. для онкологических пациентов сформулирована трехступенчатая лестница обезболивания, а одним из сформулированных ВОЗ принципов служит тот, что анальгетики для купирования болевого синдрома должны назначаться в соответ-

ствии с интенсивностью боли, измеренной доступными средствами.

Вполне разумно, что согласно имеющимся представлениям болевой синдром средней интенсивности после рестернотомии [26] требует набора анальгетиков из второй ступени упомянутой выше лестницы обезболивания [30], к которым относятся опиоиды, парацетамол, нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) и адьювантная терапия. С учетом адаптации этих принципов для купирования острой послеоперационной боли рассмотрим применение данных препаратов в контексте терапии пациентов, перенесших кардиохирургическую операцию.

Особенности применения опиоидов

Морфин является классическим неселективным агонистом опиоидных рецепторов и имеет центральный механизм действия. Помимо анальгетического эффекта, он снижает активность дыхательного центра, проявляет седативные свойства, вызывает запоры, тошноту и рвоту, сыпь и задержку мочеиспускания. В арсенале анестезиолога есть и другие парентеральные препараты, дериваты пиперидина, которые могут быть использованы для адекватной интраоперационной защиты и послеоперационного обезболивания — это фентанил (с 1960 г.), суфентанил (с 1979 г.), алфентанил (с 1983 г.) и ремифентанил (с конца 1990-х годов). Их отличия заключаются в силе и продолжительности действия, особенностях фармакодинамики и доступности постоянной инфузии без опасности кумулятивного эффекта. В эквивалентных дозировках благодаря сходной химической структуре можно добиться одинакового анальгетического эффекта, обратной стороной которого будет наличие осложнений, в той или иной степени присущих всем опиоидам, таких как диспепсия, зуд, длительная постмедикация, депрессия дыхания, когнитивные нарушения, гипералгезия и формирование зависимости [31].

Недавнее исследование персистирующей послеоперационной боли показало, что у 39,7% пациентов после стернотомии отмечался хронический болевой синдром через 6 мес после операции, а 9,6% пациентов, перенесших стернотомию, испытывают боль в зоне или около зоны разреза даже через 7 лет после вмешательства [32]. Предрасполагающими факторами оказались не только молодой возраст и длительность операции, но и выраженность острой послеоперационной боли, а также интраоперационная инфузия ремифентанила. Есть мнение, что оценка побочных эффектов от назначения опиоидов в послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств, вероятно, всего, занижена. Согласно данным ряда регистров, осложнения, связанные с назначением опиоидов, возникают лишь у 0,7% пациентов в общехирургической практике, в то время как в популяции кардиохирургических пациентов их частота увеличивается до 32,4% [33]. Вместе с тем нелегко установить причинно-следственные связи между послеоперационным осложнением и именно назначением этих препаратов. Побочные эффекты применения опиоидов могут быть связаны с биотрансформацией, опосредованной β -аррестином, что невозможно исключить при использовании морфиноподобных истинных опиоидов. В 2020 г. для клинического применения в США одобрен новый препарат (олицеридин), который более селективно активирует сигнальный путь через G-белок, что повышает его

профиль безопасности, однако работ по его применению в кардиохирургии в настоящее время нет [34].

Несмотря на описанные побочные эффекты, опиоиды заслуженно играют ключевую роль в терапии острой боли в послеоперационном периоде [35] благодаря эталонному анальгетическому эффекту, кардиопротекции и отчасти иммуномодуляции. В концепции мультимодального обезболивания, которая актуальна и в кардиохирургии, важное место занимает снижение вероятности побочных эффектов опиоидных анальгетиков путем уменьшения их дозировки и длительности применения, а также адекватной замены препарата на неопиоидный анальгетик, когда это возможно [11]. Большинство исследователей надеются на опиоидсберегающий эффект от применения различных адьювантов, альтернативных анальгетиков или методик регионарной анальгезии.

Другие анальгетики центрального действия

К альтернативным анальгетикам центрального действия относят трамадол, который проявляет себя как агонист μ -опиоидных рецепторов и ингибитор нейронального захвата моноаминов на уровне спинного мозга. По силе действия трамадол значительно уступает морфину, препарат рекомендован для оптимизации анальгезии в послеоперационном периоде. Его применение в кардиохирургии оправдано, при использовании с парацетомолом он снижает потребность в морфине на 50% [36]. Среди побочных эффектов трамадола наиболее актуальны тошнота и рвота, а также повышение риска делирия [37]. Однако данный препарат не вызывает привыкания и депрессии сознания. Кроме того, он доступен как в парентеральной, так и энтеральной форме, что облегчает применение трамадола в послеоперационном периоде, хотя по эффективности и безопасности его пероральная форма уступает опиоидному агонисту тапентадолу [38], вероятно, за счет подавления обратного захвата норадреналина у последнего.

К центральным анальгетикам, также подавляющим обратный захват серотонина, норадреналина и допамина относят нефопам, известный с 1970-х годов. К его побочным эффектам относят дополнительную седацию, тошноту и нарушения мочеиспускания. Послеоперационное введение нефопама также приводит к сокращению использования опиоидов, но клинических преимуществ в результате его назначения отмечено не было [11], поэтому в настоящее время данный препарат не рекомендован для рутинного применения в кардиохирургии.

Наиболее известным и широко используемым центральным анальгетиком, доступным к парентеральному введению и рекомендованным при послеоперационной боли, является ацетаминофен (парацетамол). Несмотря на то что в медицинской практике он начал применяться еще в 1893 г., механизм действия парацетамола до конца не определен [39]. Исследованиями доказаны его эффекты путем блокады системы циклооксигеназ, причем парацетамол более активен при низкой концентрации пероксида, что ограничивает его проникновение в зону воспаления в периферических тканях. Кроме того, парацетамол не участвует в модуляции восприятия ноцицептивного стимула. В начале 2000-х годов был описан механизм центрального действия парацетамола через открытую в 2002 г. циклооксигеназу третьего типа, однако со временем стало ясно, что эта теория не вполне состоятельна. Кроме схожего с нестероидными противо-

воспалительными средствами частичного ингибирования систем циклооксигеназ (преимущественно второго типа), имеются сведения об активации им каннабиноидной системы и угнетения синтеза оксида азота. Благодаря сложному механизму действия парацетамол лишен нежелательного влияния на функцию тромбоцитов, не влияет на функцию почек и достаточно безопасен, если речь не идет о беременных женщинах и детях. Если помнить о его гепатотоксичности и не превышать рекомендованные дозировки, он хорошо переносится пациентами и занимает достойное место в обезболивании, в том числе в кардиохирургической практике. Несмотря на ограниченный анальгетический потенциал, использование парацетамола относительно безопасно и в составе мультимодальной аналгезии приводит к сокращению использования опиоидов [11]. Так, назначение парацетамола в комбинации с трамадолом на 50% сокращает потребность в опиоидах после стернотомии [36]. Интересные данные получены коллегами в исследовании DEXACET [40]: при рутинном назначении парацетамола вместо плацебо в послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств в дополнение к опиоидам частота делирия и длительность пребывания в отделении анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии оказались меньше по сравнению с внутривенной анестезией пропофолом или дексметомидином. В связи с этим в настоящее время препарат входит в стандартные протоколы периоперационного ведения кардиохирургических пациентов [21].

Особенности применения неопиоидных анальгетиков

НПВП составляют 5% всех назначаемых препаратов в мире, поэтому их значение сложно переоценить. Несмотря на то что антипиретические эффекты природных салицилатов известны более 3500 лет, современная история аспирина как родоначальника этой группы препаратов начинается с 1897 г. Известно, что препараты этой группы эффективно блокируют систему циклооксигеназ — ферментов, участвующих в синтезе простагландинов, которым отводится значимая роль в формировании воспаления и трансдукции ноцицепции. Основная проблема НПВП заключается в том, что циклооксигеназа первого типа участвует в нормально протекающих физиологических процессах и влияет на функцию тромбоцитов, коронарный кровоток, цитопротекторные свойства желудочно-кишечного тракта и нормальное функционирование почек. Циклооксигеназа второго типа экспрессируется эндотелиальными клетками в ответ на воспаление, и ее блокада приводит к подавлению синтеза простагландина с индукцией агрегации тромбоцитов, вазоконстрикции и пролиферации гладкомышечных клеток. Селективные ингибиторы циклооксигеназы второго типа менее агрессивны в отношении желудочно-кишечного тракта, но ассоциируются с повышенным риском сердечно-сосудистых осложнений [41]. Неселективные ингибиторы циклооксигеназы подавляют оба изофермента с прогнозируемыми побочными эффектами.

В настоящее время получены данные о значимых побочных эффектах препаратов этой группы, что резко ограничивает их применение у пациентов пожилого возраста, с сердечной недостаточностью, заболеваниями почек и желудочно-кишечного тракта, а также у ряда других категорий больных. В связи с этим НПВП противопоказаны большинству кардиохирургических пациентов.

По мнению ряда авторов, после оценки соотношения риска и пользы в каждом конкретном случае в кардиохирургии, особенно в коронарной хирургии, использование неселективных ингибиторов циклооксигеназы можно рассматривать лишь в ряде случаев в качестве препаратов второй линии [21] при ограниченном ультракоротком курсе, не превышающем 2–3 сут [11].

Селективные ингибиторы циклооксигеназы второго типа не рекомендованы у пациентов с высоким риском сердечно-сосудистых осложнений и в кардиохирургии ввиду того, что их применение ассоциируется с повышением в 3,7 раза вероятности инфаркта миокарда, острого нарушения мозгового кровообращения или тромбоэмболического события [42]. Современные исследования говорят, что поиск препаратов с более селективным влиянием на циклооксигеназу может привести к разработке препарата с приемлемым профилем безопасности [43], но эти данные нуждаются в дальнейшем подтверждении.

Таким образом, в коронарной хирургии нельзя не учитывать побочные эффекты НПВП, особенно у пациентов старшей возрастной группы, поэтому должен быть продолжен поиск альтернативных препаратов или стратегий послеоперационного обезбоживания.

Особенности применения адьювантной терапии

545

Габапентин синтезирован в 1977 г. для терапии эпилепсии, его структурный аналог прегабалин получен в 1991 г. С середины 2000-х годов оба препарата успешно используются для терапии нейропатической боли. Габапентиноиды структурно схожи с гамма-аминомасляной кислотой, выступают в роли селективного лиганда альфа-2-дельта-субъединицы потенциал-зависимого кальциевого канала, препятствуя высвобождению возбуждающих транмиттеров в синапсе, в основном глутамата и норадреналина. Клинические исследования и несколько метаанализов доказали, что периоперационное назначение габапентиноидов ведет к снижению потребности в наркотических препаратах в среднем на 35% и улучшению качества послеоперационной реабилитации [44]. С другой стороны, по результатам метаанализа 2017 г. недостаточно оснований для рутинного применения габапентиноидов в кардиохирургии [45] за счет повышения риска избыточной седации и когнитивных нарушений, а также увеличения длительности искусственной вентиляции легких. Постепенно эти препараты исключаются из современных рекомендаций по периоперационной аналгезии в кардиохирургии [11].

Высокоселективный агонист альфа-2-адренорецепторов — дексметомидин, доступный с 1999 г., проявляет свойства анальгетика как при парентеральном, так и нейроаксиальном пути введения. S. Grape et al. показали преимущества интраоперационного назначения дексметомидина в сравнении с ремифентанилом за счет оптимизации послеоперационного обезбоживания и сокращения гемодинамических нарушений, дрожи, тошноты и рвоты [46]. В России в настоящее время основное показание для назначения дексметомидина включает седацию, что несколько ограничивает его применение в качестве анальгетика, однако складывается впечатление о его хорошем потенциале и для обезбоживания. Вероятно, в будущем дексметомидин должен найти место в протоколах периоперационной аналгезии, в том числе в кардиохирургической практике [47].

За последние два десятилетия отмечается ренессанс использования кетамина в определенных клинических ситуациях, в том числе в кардиохирургии. Кетамин как анестетик применяется в клинической практике в 1965 г. Препарат вызывает так называемую диссоциативную анестезию за счет неконкурентного антагонизма с N-метил-D-аспартат-рецептором, ограничивая возбуждающую нейросинаптическую передачу. Кроме того, доказана его способность связываться с различными опиоидными рецепторами, мускариновыми рецепторами к ацетилхолину в центральной нервной системе и некоторыми другими ионными каналами, тем самым проявляя анальгетический потенциал и габапентин-подобный эффект [48]. Описаны и его противовоспалительные эффекты. Ограничивающими широкое распространение кетамина негативными свойствами являются его психогенный эффект и способность вызывать гипердинамию, что нежелательно при скомпрометированном коронарном кровотоке и стенозе клапанов сердца. В настоящее время в качестве основного гипнотика кетамин не рекомендован, но в ряде случаев может быть использован в субнаркозных дозах для предотвращения послеоперационного делирия у пациентов старшей возрастной группы [49].

Внутривенная инфузия лидокаина, известного с 1943 г. первоначально как местного анестетика, доказала эффективность в абдоминальной хирургии и при урологических операциях с хорошим профилем безопасности при использовании до 2000 мг/сут за счет сокращения послеоперационных осложнений и потребности в опиоидах [50]. Однако данные об его эффективности в кардиохирургии ограничены.

Таким образом, продолжается поиск безопасной и эффективной комбинации препаратов и методик для сокращения использования опиоидных препаратов в кардиохирургии.

Регионарная анестезия

Методы местной и регионарной анестезии эффективно подавляют перцепцию и трансдукцию ноцицептивного стимула по нерву. Для обеспечения анальгезии при кардиохирургической операции через срединную стернотомию необходимо сформировать анестезию в зоне иннервации нервов, исходящих от корешков спинномозговых нервов с уровня C3 до Th8–9, т.е. до 10 дерматомов. Непосредственно грудину иннервируют передние ветви межреберных нервов с Th2 по Th6. Безопасность выполнения регионарных блокад повысилась с появлением методик ультразвуковой навигации [51], однако их эффективность и возможность потенциальных осложнений в кардиохирургии остаются предметом дискуссий. Тем не менее было показано, что в раннем послеоперационном периоде использование регионарной анестезии позволяет сократить летальность и снизить выраженность когнитивной дисфункции, но не оказывает влияние на отдаленные результаты [52].

Самой простой методикой регионарной анестезии является катетеризация раны. В кардиохирургии при выполнении стернотомии она оказалась неэффективной [53], хотя может быть использована при торакотомии [54]. Традиционно «золотым стандартом» периоперационного обезболивания считались нейроаксиальные методы анальгезии, преимущественно высокая грудная эпидуральная анестезия: было показано, что кроме более надежного контроля болевого синдрома она снижает риск

инфаркта миокарда, фибрилляции предсердий и респираторных осложнений [55]. В кардиохирургии ввиду широкого применения антикоагулянтов и дезагрегантов в предоперационном периоде для терапии основного или сопутствующих заболеваний использование спинальной или эпидуральной анальгезии повышает риск геморрагических осложнений, в частности эпидуральной гематомы. Принимая во внимание тенденцию к минимизации хирургического доступа и возможности выполнять реваскуляризацию через торакотомию, арсенал эффективных методик регионарной анестезии в кардиохирургии пополнился нейрофасциальными блокадами нервов грудной стенки [54]. Касательно нейрофасциальных блокад грудной стенки (в частности, SAPB, PECS I, PECS II) стоит отметить, что их не получится использовать в качестве основной анальгетической методики при стернотомии, но они эффективны при торакотомии, хотя в целом уступают паравертебральной блокаде [54]. Блокада нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник (ESPB), также может использоваться в кардиохирургии, при этом ее эффективность уступает паравертебральной блокаде [56], но опиоид-сберегающий эффект и влияние на послеоперационную реабилитацию не вызывают сомнения. Паравертебральная блокада более сложна, чем вышеописанные блоки, но по эффективности приближается к нейроаксиальным методикам при более благоприятном профиле безопасности [57]. В ряде случаев для периоперационной анальгезии в послеоперационном периоде коронарного шунтирования могут использоваться блокада межреберных нервов, ретроламинарная блокада и внутривертебральная блокада [51, 54].

В отношении использования регионарных методик анестезии за последние несколько лет произошел некоторый сдвиг в сторону более широкого их использования в кардиохирургии. Тем не менее гетерогенность пациентов, методик анестезии и выбранных анестетиков не позволяет сделать выбор в пользу какой-либо из методик — все они в опытных руках способны улучшить качество анальгезии и облегчить реабилитацию пациента в послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств [11]. Это созвучно с принципами современного обезболивания, согласно которым при хирургической операции высокого риска регионарная анальгезия должна использоваться как один из ключевых компонентов лечения.

Помимо традиционных методик анестезии описаны методики нефармакологической терапии, в частности чрескожная электростимуляция, массаж, акупунктурные технологии, но доказательств их эффективности пока недостаточно [58]. Кроме того, в терапии острой боли постоянно ведется поиск новых методик и препаратов, влияющих как на ноцицепцию, так и на модуляцию стимулов, но говорить об их эффективности пока преждевременно [59].

Заключение

Несмотря на дальнейшее развитие коронарной хирургии, выбор оптимального метода обезболивания у этой категории пациентов остается предметом дискуссий. Применение некоторых анальгетиков, в частности НПВП, в кардиохирургии ограничено их побочными эффектами, продолжаются исследования ряда новых препаратов и адъювантов. В настоящий момент наибольшее распространение получила концепция мультимодальной анальгезии с применением опиоидов и парацетамола. Активно развиваются методики регионарной анестезии,

позволяющие улучшить качество обезболивания и уменьшить осложнения послеоперационного периода, однако их влияние на исходы коронарного шунтирования до сих пор окончательно не определено.

Дополнительная информация

Источники финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов. К.В. Паромов — разработка концепции, сбор материала, написание статьи; Д.А. Сви́рский — сбор материала, редактирование текста; М.Ю. Киров — редактирование текста. Все авторы статьи внесли существенный вклад в подготовку обзорной работы, прочли и одобрили окончательную версию рукописи перед публикацией.

ЛИТЕРАТУРА

- McNichols B, Spratt JR, George J, et al. Coronary Artery Bypass: Review of Surgical Techniques and Impact on Long-Term Revascularization Outcomes. *Cardiol Ther.* 2021;10(1):89–109. doi: <https://doi.org/10.1007/s40119-021-00211-z>
- Бокерия Л.А., Милюевская Е.Б., Прянишников В.В., Юрлов И.А. Сердечно-сосудистая хирургия — 2022. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. — М.: НМИЦ им. А.Н. Бакулева Минздрава России, 2023. — 344 с. [Bokeriya LA, Milievskaya EB, Pryanishnikov VV, YUrlov IA. Serdchno-sosudistaya hirurgiya — 2022. Bolezni i vrozhdennye anomalii sistemy krovoobrashcheniya. Moscow: NMIC im. A.N. Bakuleva Minzdrava Rossii; 2023. 344 s. (In Russ.)]
- Rong LQ, Kamel MK, Rahouma M, et al. High-dose versus low-dose opioid anesthesia in adult cardiac surgery: A meta-analysis. *J Clin Anesth.* 2019;57:57–62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2019.03.009>
- White PF. Propofol: its role in changing the practice of anesthesia. *Anesthesiology.* 2008;109(6):1132–1136. doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31818ddba8>
- Kotani Y, Pruna A, Turi S, et al. Propofol and survival: an updated meta-analysis of randomized clinical trials. *Crit Care.* 2023;27(1):139. doi: <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04431-8>
- Kelz MB, Mashour GA. The Biology of General Anesthesia from Paramecium to Primate. *Curr Biol.* 2019;29(22):1199–1210. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.09.071>
- Guerrero-Orriach JL, Carmona-Luque MD, Gonzalez-Alvarez L. Heart Failure after Cardiac Surgery: The Role of Halogenated Agents, Myocardial Conditioning and Oxidative Stress. *Int J Mol Sci.* 2022;23(3):1360. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms23031360>
- Ranjan R, Adhikary D, Rahman M, et al. Fast Tract Anesthesia Using Isoflurane and Propofol During Off-pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Mymensingh Med J.* 2019;28(4):811–818.
- Yigit Özey H, Demir A, Balci E, et al. The effects of total intravenous and inhalation anesthesia maintenance on tissue oxygenation in coronary artery bypass graft surgery. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2022;26(12):4279–4288. doi: https://doi.org/10.26355/eurev_202206_29066
- Fodale V, Santamaria LB, Schifilliti D, et al. Anaesthetics and postoperative cognitive dysfunction: a pathological mechanism mimicking Alzheimer's disease. *Anaesthesia.* 2010;65(4):388–395. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2010.06244.x>
- Mertes PM, Kindo M, Amour J, et al. Guidelines on enhanced recovery after cardiac surgery under cardiopulmonary bypass or off-pump. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2022;41(3):101059. doi: <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2022.101059>
- Pezzella AT. Global aspects of cardiothoracic surgery with focus on developing countries. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2010;18(3):299–310. doi: <https://doi.org/10.1177/0218492310370060>
- Tam DY, Neadar R, Yu M, et al. Rigid plate fixation versus wire cerclage for sternotomy after cardiac surgery: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg.* 2018;106(1):298–304. doi: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.02.043>
- Kowalewski M, Pawliszak W, Malvindi PG, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting improves short-term outcomes in high-risk patients compared with on-pump coronary artery bypass grafting: Meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;151(1):60–77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.08.042>
- Machado RJ, Saraiva FA, Mancio J, et al. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies comparing off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in the elderly. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2022;63(1):60–68. doi: <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.21.12012-9>
- Xu Y, Li Y, Bao W, et al. MIDCAB versus off-pump CABG: Comparative study. *Hellenic J Cardiol.* 2020;61(2):120–124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hjc.2018.12.004>
- Florisson DS, DeBono JA, Davies RA, et al. Does minimally invasive coronary artery bypass improve outcomes compared to off-pump coronary bypass via sternotomy in patients undergoing coronary artery bypass grafting? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2018;27(3):357–364. doi: <https://doi.org/10.1093/icvts/ivy071>
- Wong WT, Lai VK, Chee YE, et al. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;9(9):CD003587. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858>
- Williams JB, McConnell G, Allender JE, et al. One-year results from the first US-based enhanced recovery after cardiac surgery (ERAS Cardiac) program. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157(5):1881–1888. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.10.164>
- Engelman DT, Ben Ali W, Williams JB, et al. Guidelines for Perioperative Care in Cardiac Surgery: Enhanced Recovery After Surgery Society Recommendations. *JAMA Surg.* 2019;154(8):755–766. doi: <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2019.1153>
- Овечкин А.М., Баялиева А.Ж., Ежевская А.А., и др. Послеоперационное обезболивание. Клинические рекомендации // Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. — 2019. — № 4. — С. 9–33. [Ovechkin AM, Bayaliev AA, Ezhevskaya AA, et al. Postoperative analgesia. Guidelines. *Annals of Critical Care.* 2019;4:9–33. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2019-4-9-33>
- Milgrom LB, Brooks JA, Qi R, et al. Pain levels experienced with activities after cardiac surgery. *Am J Crit Care.* 2004;13(2):116–125.
- Mori M, Brooks C 2nd, Dhruva SS, et al. Trajectories of Pain After Cardiac Surgery: Implications for Measurement, Reporting, and Individualized Treatment. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2021;14(8):e007781. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.120.007781>
- Björnnes AK, Parry M, Lie I, et al. Pain experiences of men and women after cardiac surgery. *J Clin Nurs.* 2016;25(19–20):3058–3068. doi: <https://doi.org/10.1111/jocn.13329>
- Glare P, Aubrey KR, Myles PS. Transition from acute to chronic pain after surgery. *Lancet.* 2019;393(10180):1537–1546. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30352-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30352-6)
- Gerbershagen HJ, Aduckathil S, van Wijck AJ, et al. Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. *Anesthesiology.* 2013;118(4):934–944. doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31828866b3>
- Benhamou D, Berti M, Brodner G, et al. Postoperative Analgesic Therapy Observational Survey (PATHOS): a practice pattern study in 7 central/southern European countries. *Pain.* 2008;136(1–2):134–141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.06.028>
- Polomano RC, Dunwoody CJ, Krenzischek DA, et al. Perspective on pain management in the 21st century. *Pain Manag Nurs.* 2008;9(1 Suppl):S3–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2007.11.002>
- Katijahbe MA, Royse C, Granger C, et al. Location and Patterns of Persistent Pain Following Cardiac Surgery. *Heart Lung Circ.* 2021;30(8):1232–1243. doi: <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2020.12.009>

30. Vargas-Schaffer G. Is the WHO analgesic ladder still valid? Twenty-four years of experience. *Can Fam Physician*. 2010;56(6):514–517, e202–5.
31. Lavand'homme P, Steyaert A. Opioid-free anesthesia opioid side effects: Tolerance and hyperalgesia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2017;31(4):487–498. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2017.05.003>
32. Harrogate SR, Cooper JA, Zawadka M, et al. Seven-year follow-up of persistent postsurgical pain in cardiac surgery patients: A prospective observational study of prevalence and risk factors. *Eur J Pain*. 2021;25(8):1829–1838. doi: <https://doi.org/10.1002/ejp.1794>
33. Allen KB, Brovman EY, Chhatrwalla AK, et al. Opioid-Related Adverse Events: Incidence and Impact in Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2020;24(3):219–226. doi: <https://doi.org/10.1177/1089253219888658>
34. Gan TJ. Poorly controlled postoperative pain: prevalence, consequences, and prevention. *J Pain Res*. 2017;10:2287–2298. doi: <https://doi.org/10.2147/JPR.S144066>
35. Shanthanna H, Ladha KS, Kehlet H, et al. Perioperative Opioid Administration. *Anesthesiology*. 2021;134(4):645–659. doi: <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003572>
36. Altun D, Çınar Ö, Özker E, et al. The effect of tramadol plus paracetamol on consumption of morphine after coronary artery bypass grafting. *J Clin Anesth*. 2016;36:189–193. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.10.030>
37. Radbruch L, Glaeske G, Grond S, et al. Topical Review on the Abuse and Misuse Potential of Tramadol and Tilidine in Germany. *Subst Abuse*. 2013;34(3):313–320. doi: <https://doi.org/10.1080/08897077.2012.735216>
38. Iyer S, Mohan G, Ramakrishnan S, et al. Comparison of tapentadol with tramadol for analgesia after cardiac surgery. *Ann Card Anaesth*. 2015;18(3):352. doi: <https://doi.org/10.4103/0971-9784.159805>
39. Ayoub SS. Paracetamol (acetaminophen): A familiar drug with an unexplained mechanism of action. *Temperature (Austin)*. 2021;8(4):351–371. doi: <https://doi.org/10.1080/23328940.2021.1886392>
40. Subramaniam B, Shankar P, Shaefi S, et al. Effect of Intravenous Acetaminophen vs Placebo Combined with Propofol or Dexmedetomidine on Postoperative Delirium Among Older Patients Following Cardiac Surgery: The DEXACET Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2019;321(7):686–696. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2019.0234>
41. Schjerning A-M, McGettigan P, Gislason G. Cardiovascular effects and safety of (non-aspirin) NSAIDs. *Nat Rev Cardiol*. 2020;17(9):574–584. doi: <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0366-z>
42. Nussmeier NA, Whelton AA, Brown MT, et al. Complications of the COX-2 Inhibitors Parecoxib and Valdecoxib after Cardiac Surgery. *N Engl J Med*. 2005;352(11):1081–1091. doi: <https://doi.org/10.1056/nejmoa050330>
43. Arora M, Choudhary S, Singh PK, et al. Structural investigation on the selective COX-2 inhibitors mediated cardiotoxicity: A review. *Life Sci*. 2020;251:117631. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.117631>
44. Peng PW, Wijesundera DN, Li CC. Use of gabapentin for perioperative pain control — a meta-analysis. *Pain Res Manag*. 2007;12(2):85–92. doi: <https://doi.org/10.1155/2007/840572>
45. Maitra S, Baidya DK, Bhattacharjee S, et al. Perioperative gabapentin and pregabalin in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Rev Bras Anesthesiol*. 2017;67(3):294–304. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjan.2016.07.005>
46. Grape S, Kirkham KR, Frauenknecht J, et al. Intra-operative analgesia with remifentanyl vs. dexmedetomidine: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *Anaesthesia*. 2019;74(6):793–800. doi: <https://doi.org/10.1111/anae.14657>
47. Xiao M, Jiang CF, Gao Q, et al. Effect of Dexmedetomidine on Cardiac Surgery Patients. *J Cardiovasc Pharmacol*. 2023;81(2):104–113. doi: <https://doi.org/10.1097/FJC.0000000000001384>
48. Mazzeffi M, Johnson K, Paciullo C. Ketamine in adult cardiac surgery and the cardiac surgery Intensive Care Unit: an evidence-based clinical review. *Ann Card Anaesth*. 2015;18(2):202–209. doi: <https://doi.org/10.4103/0971-9784.154478>
49. Meco M, Giustiniano E, Ceconi M, et al. Pharmacological prevention of postoperative delirium in patients undergoing cardiac surgery: a bayesian network meta-analysis. *J Anesth*. 2023;37(2):294–310. doi: <https://doi.org/10.1007/s00540-023-03170-y>
50. Daykin H. The efficacy and safety of intravenous lidocaine for analgesia in the older adult: a literature review. *Br J Pain*. 2017;11(1):23–31. doi: <https://doi.org/10.1177/2049463716676205>
51. Devarajan J, Balasubramanian S, Shariat AN, et al. Regional Analgesia for Cardiac Surgery. Part 2: Peripheral Regional Analgesia for Cardiac Surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021;25(4):265–279. doi: <https://doi.org/10.1177/10892532211002382>
52. Rasmussen LS, Johnson T, Kuipers HM, et al. Does anaesthesia cause postoperative cognitive dysfunction? A randomised study of regional versus general anaesthesia in 438 elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2003;47(3):260–266. doi: <https://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2003.00057.x>
53. Amour J, Cholley B, Ouattara A, et al. The effect of local anesthetic continuous wound infusion for the prevention of postoperative pneumonia after on-pump cardiac surgery with sternotomy: the STERNOCAT randomized clinical trial. *Intensive Care Med*. 2019;45(1):33–43. doi: <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5497-x>
54. Паромов К.В., Свирский Д.А., Киров М.Ю. Регионарные методики в практике кардиоанестезиолога: есть ли выбор? // *Анестезиология и реаниматология*. — 2021. — № 6. — С. 75–81. [Paromov KV, Svirskii DA, Kirov MYu. Regional anesthesia in cardiac surgery: is there a choice? *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2021;6:75–81. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202106175>
55. Guay J, Kopp S. Epidural analgesia for adults undergoing cardiac surgery with or without cardiopulmonary bypass. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;3(3):CD006715. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.cd006715.pub3>
56. Sandeep B, Huang X, Li Y, et al. A comparison of regional anesthesia techniques in patients undergoing video-assisted thoracic surgery: A network meta-analysis. *Int J Surg*. 2022;105:106840. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2022.106840>
57. Yeung JH, Gates S, Naidu BV, et al. Paravertebral block versus thoracic epidural for patients undergoing thoracotomy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;2(2):CD009121. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009121.pub2>
58. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, et al. Management of Postoperative Pain: A Clinical Practice Guideline From the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Council. *J Pain*. 2016;17(2):131–57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.12.008>
59. Castroman P, Quiroga O, Mayoral Rojas V, et al. Reimagining How We Treat Acute Pain: A Narrative Review. *Cureus*. 2022;14(4):e23992. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.23992>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Паромов Константин Валентинович, к.м.н. [Konstantin V. Paromov, MD, PhD]; адрес: 163000, Архангельск, ул. Суворова, д. 1 [address: 1 Suvorova str., 163000, Arkhangelsk, Russia]; e-mail: kp-82@mail.ru, SPIN-код: 9673-1896, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5138-3617>

Свирский Дмитрий Алексеевич, к.м.н. [Dmitrii A. Svirskii, MD, PhD]; e-mail: dsvirskiy@mail.ru, SPIN-код: 9740-9109, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5798-9209>

Киров Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН [Michael Yu. Kirov, MD, PhD, Professor, Corresponding Member of the RAS]; e-mail: mikhail_kirov@hotmail.ru, SPIN-код: 6813-2450, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4375-3374>