

doi : 10.52485/19986173\_2026\_2\_100

УДК: 616.13-004.6-089.87-089.12

3.1.12. – Анестезиология и реаниматология;

3.1.24. – Неврология;

3.1.15. – Сердечно-сосудистая хирургия;

3.1.18. – Внутренние болезни.

Казанцев А.Н.

**ВЫБОР АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ОБЩАЯ ИЛИ РЕГИОНАРНАЯ АНЕСТЕЗИЯ) ДЛЯ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРЭКТОМИИ*****ФГКУ «36 отдельный медицинский отряд (аэромобильный) воздушно-десантных войск»  
Министерства обороны Российской Федерации, Иваново, Российская Федерация******Резюме.***

*Каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) является «золотым стандартом» профилактики инсульта при гемодинамически значимом стенозе сонных артерий. Выбор метода анестезии — общей (ОА) или регионарной (РА) — остаётся предметом дискуссии, поскольку влияет на риск периоперационных осложнений.*

*Было проанализировано 78 источников, включая рандомизированные контролируемые исследования, проспективные и ретроспективные когорты, систематические обзоры и мета-анализы, опубликованные до 2026 года. Не выявлено разницы в частоте периоперационного инсульта между ОА и РА. Однако РА была ассоциирована со значимым снижением риска инфаркта миокарда, особенно у пациентов с сердечной недостаточностью. РА также коррелировала с меньшей продолжительностью операции и госпитализации, но с более частыми гемодинамическими колебаниями. Эффективность нейромониторинга (мультимодального при ОА и клинико-инструментального при РА) была ключевым фактором, определяющим неврологическую безопасность. Умеренная гипотермия показала потенциал в снижении послеоперационных когнитивных нарушений.*

*Таким образом, выбор между ОА и РА при КЭАЭ должен быть персонализированным, основанным на доминирующем профиле риска пациента.*

***Ключевые слова:*** каротидная эндартерэктомия, общая анестезия, регионарная анестезия, нейромониторинг, периоперационные осложнения

Kazantsev A.N.

**CHOICE OF ANESTHESIOLOGICAL CARE (GENERAL OR REGIONAL ANESTHESIA) FOR CAROTID ENDARTERECTOMY*****36th Independent (Aeromobile) Medical Detachment, Airborne Forces, Ministry of Defense of the Russian Federation, Ivanovo, Russian Federation******Abstract.***

*Carotid endarterectomy (CEAE) is the "gold standard" for stroke prevention in patients with hemodynamically significant carotid artery stenosis. The choice of anesthesia method — general (OA) or regional (RA) — remains a matter of debate, as it affects the risk of perioperative complications. This article analyzed 78 sources, including randomized controlled trials, prospective and retrospective cohorts, systematic reviews, and meta-analyses published through 2026. There was no statistically significant difference in the incidence of perioperative stroke between OA and RA. However, RA was associated with a significant reduction in the risk of myocardial infarction, especially in patients with heart failure. RA also correlated with shorter duration of surgery and hospitalization, but with more frequent hemodynamic fluctuations. The effectiveness of neuromonitoring (multimodal in OA and clinico-instrumental in RA) was a key factor determining neurological safety. Moderate hypothermia has shown potential in reducing*

*postoperative cognitive impairment. Thus, the choice between OA and RA in CEAE should be personalized, based on the patient's dominant risk profile.*

**Keywords:** *carotid endarterectomy, general anesthesia, regional anesthesia, neuromonitoring, perioperative complications*

### **Введение**

Каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) остается краеугольным камнем хирургической профилактики ишемического инсульта у пациентов с гемодинамически значимым атеросклеротическим стенозом внутренних сонных артерий [1]. Несмотря на совершенствование хирургических техник и развитие эндоваскулярных альтернатив, периоперационный риск, включающий инсульт, инфаркт миокарда (ИМ) и когнитивные нарушения, продолжает оставаться клинически значимой проблемой, которая может нивелировать долгосрочную пользу вмешательства [2].

Анестезиологическое обеспечение КЭАЭ исторически развивалось от простого обезболивания до сложной стратегии управления периоперационными рисками. Основная дихотомия лежит между общей анестезией (ОА) и регионарной анестезией (РА), преимущественно в виде блокады шейного сплетения [3, 4]. Каждый метод имеет принципиально разные патофизиологические эффекты: ОА обеспечивает полный контроль над пациентом и условия для сложного нейромониторинга, но сопряжена с кардиодепрессией и риском скрытой ишемии мозга. РА позволяет проводить интраоперационную оценку неврологического статуса, минимизирует воздействие на сердечно-сосудистую систему, но требует кооперации пациента и сопряжена с собственными техническими рисками и стрессом для самого больного [5, 6].

Многолетняя дискуссия о преимуществе одного метода над другим не привела к единому консенсусу. Крупные регистры и мета-анализы последних лет демонстрируют сложную и неоднозначную картину, где влияние анестезии на разные типы осложнений может быть разнонаправленным [7, 8]. Это указывает на то, что эра поиска «универсально лучшего» метода завершилась, уступив место концепции персонализированного выбора, основанного на индивидуальном профиле риска пациента, хирургическом контексте и технических возможностях клиники [9, 10].

**Целью** данного обзора литературы является комплексная сравнительная оценка методов анестезиологического обеспечения при КЭАЭ на основе синтеза современных научных данных, с последующей разработкой клинически применимого алгоритма принятия решений.

### **Материалы и методы.**

Дизайн исследования и стратегия поиска.

Настоящее исследование представляет собой обзор литературы с элементами мета-анализа. Поиск литературы проводился в электронных базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, КиберЛенинка и eLibrary. Период поиска: с января 2017 года по март 2026 года. Использовались комбинации ключевых слов и медицинских предметных заголовков (MeSH): «carotid endarterectomy», «anesthesia, general», «anesthesia, conduction», «cervical plexus block», «intraoperative neurophysiological monitoring», «perioperative complications», «stroke», «myocardial infarction», «каротидная эндартерэктомия», «анестезия общая», «анестезия регионарная», «нейромониторинг».

*Критерии отбора исследований.*

Критерии включения:

1. Рандомизированные контролируемые исследования (РКИ), сравнивающие ОА и РА при КЭАЭ.
2. Крупные проспективные и ретроспективные обсервационные исследования (когортные, типа «случай-контроль») с численностью выборки >100 пациентов в группе.
3. Систематические обзоры и мета-анализы, опубликованные за последние 10 лет.
4. Исследования, содержащие данные о минимум одном из первичных исходов: периоперационный инсульт/смертность/ИМ.

Критерии исключения:

1. Отчеты об отдельных клинических случаях, серии случаев менее 50 пациентов.
2. Исследования, посвященные исключительно каротидному стентированию без КЭАЭ.

3. Публикации без рецензирования, тезисы конференций, диссертации.
4. Исследования с высоким риском систематической ошибки согласно инструментам оценки качества.

#### *Стратегия статистического анализа.*

Для количественного синтеза данных (мета-анализа) использовалось программное обеспечение R (версия 4.3.1) с пакетами «meta» и «metafor». Для дихотомических исходов (инсульт, ИМ, смертность) рассчитывались объединенные отношения шансов (OR) с 95% доверительными интервалами (ДИ) с использованием модели Mantel-Haenszel. Гетерогенность между исследованиями оценивалась с помощью статистики  $I^2$ . При  $I^2 > 50\%$  использовалась модель случайных эффектов (DerSimonian-Laird), в противном случае — модель фиксированных эффектов.

#### **Результаты.**

##### **Детализированный сравнительный анализ периоперационных исходов.**

Представленная Таблица 1 является количественным ядром сравнительного анализа общей (ОА) и регионарной анестезии (РА) при каротидной эндартерэктомии (КЭАЭ). Она отражает данные мета-анализа 32 исследований с суммарной выборкой в 35 000 пациентов, преобразуя процентные показатели в абсолютные числа на 1000 операций. Такой формат нагляднее демонстрирует клиническую значимость различий и позволяет оценить популяционный эффект выбора того или иного метода. Данные в таблице подкреплены 95% доверительными интервалами (ДИ) и отношениями шансов (OR), что отражает не только величину эффекта, но и статистическую надежность полученных оценок. Следующий анализ детально разбирает каждый представленный исход, раскрывая его клинический контекст и патофизиологическое обоснование.

*Неврологические исходы: инсульт и транзиторная ишемическая атака (ТИА).* Ключевой вывод таблицы — отсутствие статистически значимой разницы в частоте периоперационного инсульта (21 vs 18 случаев на 1000; OR = 1,16,  $p = 0,27$ ). Этот факт, подтверждаемый крупнейшими регистрами [11] и Кокрейновским обзором [12], кардинально меняет традиционные представления. Он указывает на то, что риск наиболее грозного осложнения КЭАЭ определяется не типом анестезии как таковым, а комплексом других факторов: техникой хирурга (минимизация эмболии), адекватностью интраоперационного антикоагулянтного сопровождения, состоянием коллатерального мозгового кровотока и, что критически важно, стратегией мониторинга и нейропротекции, применяемой в рамках выбранного метода [13, 14]. При ОА это компенсируется мультимодальным нейромониторингом [15], позволяющим своевременно выявить ишемию и скорректировать тактику (установить шунт, поднять АД). При РА роль мониторинга выполняет сам пациент, обеспечивая прямую обратную связь о неврологическом статусе, что также позволяет быстро реагировать на симптомы гипоперфузии [3, 16]. Незначительная тенденция к меньшему числу ТИА при РА (13 vs 15) может отражать более раннее выявление и купирование кратковременных эпизодов ишемии за счет постоянного клинического контакта.

*Кардиоваскулярные исходы: инфаркт миокарда (ИМ) и гемодинамическая нестабильность.* Самый выраженный и статистически значимый перевес в пользу РА наблюдается в отношении инфаркта миокарда (12 vs 19 случаев на 1000; OR = 0,62,  $p < 0,001$ ). Это соответствует абсолютному снижению риска на 7 случаев на 1000 операций [17–19]. Данный результат имеет ключевое клиническое значение, учитывая, что сердечные осложнения являются второй по значимости причиной периоперационной смертности после инсульта у данной категории пациентов. Патофизиологическое объяснение многогранно:

1. Исключение кардиодепрессии: ОА, особенно на основе ингаляционных анестетиков или высоких доз пропофола, оказывает прямое отрицательное инотропное и хронотропное действие, снижая резерв миокарда.
2. Минимизация гемодинамических «качелей»: хотя общая частота колебаний АД выше при РА, их характер иной. При ОА преобладает глубокая, трудно корригируемая вазодилатационная и кардиодепрессивная гипотензия, требующая массивной вазопрессорной поддержки [20, 21].

Гипотензия критически опасна для пациентов со стенозирующими поражениями коронарных артерий, так как снижает коронарную перфузию, особенно в субэндокардиальных слоях [22, 23]. При РА чаще возникает реактивная гипертензия на хирургическую стимуляцию, которая, хотя и требует контроля, легче управляется вазодилататорами короткого действия (клевидипин, нитроглицерин) и менее опасна для коронарного кровотока.

3. Снижение хирургического стресс-ответа: афферентная блокада при РА модулирует выброс катехоламинов и кортизола, снижая метаболическую нагрузку на сердце.

*Системные осложнения и качество восстановления.* В таблице ярко отражены преимущества РА в аспектах, определяющих скорость и качество послеоперационного восстановления:

- *Делирий и когнитивные нарушения:* частота делирия более чем в 1.5 раза ниже при РА (28 vs 45 случаев; OR = 0,62,  $p < 0,001$ ). Это согласуется с данными о том, что глубокая и длительная седация, экспозиция к общим анестетикам и послеоперационная опиоидная аналгезия являются ведущими ятрогенными факторами риска делирия. РА с минимальной седацией позволяет избежать этих рисков.
- *Респираторные осложнения (пневмония, ателектаз, потребность в продленной ИВЛ):* частота при РА более чем в два раза ниже (15 vs 32 случая; OR = 0,47,  $p < 0,001$ ). Это прямое следствие сохранения спонтанного дыхания, естественного кашлевого рефлекса и быстрой послеоперационной активизации пациента, что минимизирует риск аспирации, гиповентиляции и застоя секрета.
- *Острое повреждение почек (ОПП):* снижение частоты ОПП при РА (18 vs 25 случаев; OR = 0,72,  $p < 0,01$ ) можно связать с более стабильной почечной перфузией. При ОА повторные эпизоды гипотензии, особенно на фоне вазопрессорной терапии, могут приводить к ишемии почечных канальцев. Кроме того, некоторые препараты для общей анестезии (например, севофлуран в условиях низкого кровотока) обладают потенциальной нефротоксичностью.

*Экономические и логистические параметры.* Таблица также демонстрирует неоспоримые операционные и экономические преимущества РА:

- *Продолжительность операции:* в среднем на 15–20 минут короче при РА ( $112,7 \pm 19,8$  vs  $128,4 \pm 24,1$  мин.). Эта разница складывается из экономии времени на индукцию, выведение из анестезии и, часто, на более быстрое выполнение самого вмешательства за счет возможности интраоперационной оценки результата (проходимость артерии, отсутствие неврологического дефицита).
- *Длительность госпитализации:* сокращение в среднем на 1 полный день ( $3,1 \pm 1,2$  vs  $4,2 \pm 1,5$  дней). Более быстрое восстановление, отсутствие необходимости в наблюдении в отделении реанимации после плановой экстубации, меньшая частота системных осложнений — все это позволяет раньше перевести пациента на амбулаторный этап или выписать его домой. Это имеет прямое влияние на стоимость лечения, снижая затраты на койко-день, медикаменты и нагрузку на персонал.

*Гиперперфузионный синдром и смертность.* Интерес представляет тенденция к снижению частоты гиперперфузионного синдрома при РА (6 vs 8 случаев;  $p = 0,07$ ). Хотя различие не достигло общепринятого уровня значимости, эта тенденция биологически правдоподобна. Гиперперфузия возникает на фоне нарушенной ауторегуляции мозгового кровотока после восстановления проходимости стенозированной артерии. Более «физиологичное» и постепенное управление системным АД в условиях РА (без резких колебаний при индукции/пробуждении от ОА) потенциально может снижать риск этого опасного осложнения, сопряженного с внутримозговым кровоизлиянием.

Показатель 30-дневной смертности также демонстрирует благоприятную, но не достигшую статистической значимости тенденцию в пользу РА (4 vs 5 случаев;  $p = 0,11$ ). Смертность является интегральным, но редким исходом, на который влияет множество факторов.

Детализированный сравнительный анализ периоперационных исходов (расчет на 1 000 процедур).

| Исход                                    | Общая анестезия | Регионарная анестезия | Отношение шансов (OR) с 95% ДИ | p-value          |
|------------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|------------------|
| Инсульт (всего)                          | 21 (1,7–2,6%)   | 18 (1,4–2,3%)         | 1,16 (0,89–1,51)               | 0,27             |
| Инфаркт миокарда                         | 19 (1,5–2,4%)   | 12 (0,9–1,6%)         | <b>0,62 (0,48–0,80)</b>        | <b>&lt;0,001</b> |
| Смертность (30 дней)                     | 5               | 4                     | 0,80 (0,61–1,05)               | 0,11             |
| Транзиторная ишемическая атака           | 15              | 13                    | 0,87 (0,65–1,16)               | 0,34             |
| Гиперперфузионный синдром                | 8               | 6                     | 0,75 (0,55–1,02)               | 0,07             |
| Делирий (постреанимационный)             | 45              | 28                    | <b>0,62 (0,55–0,70)</b>        | <b>&lt;0,001</b> |
| Острое повреждение почек                 | 25              | 18                    | <b>0,72 (0,60–0,87)</b>        | <b>&lt;0,01</b>  |
| Респираторные осложнения                 | 32              | 15                    | <b>0,47 (0,40–0,55)</b>        | <b>&lt;0,001</b> |
| Средняя длительность операции, мин       | 128,4 ± 24,1    | 112,7 ± 19,8          | SMD = 0,71                     | <b>&lt;0,001</b> |
| Средняя длительность госпитализации, дни | 4,2 ± 1,5       | 3,1 ± 1,2             | SMD = 0,82                     | <b>&lt;0,001</b> |

Выявленное снижение частоты ИМ, респираторных осложнений и делирия при РА логично должно транслироваться в тенденцию к снижению общей летальности, что и отражено в данных.

*Клинические импликации и итоговый вывод таблицы.* Таким образом, таблица 1 не просто констатирует различие, а раскрывает фундаментально разные профили безопасности двух методов. Общая анестезия, будучи сопряженной с более высоким кардиальным, респираторным и когнитивным риском, обеспечивает безупречный контроль и условия для сложного мониторинга. Регионарная анестезия демонстрирует значимое превосходство в кардиопротекции и качестве послеоперационного восстановления, предлагая уникальный инструмент интраоперационной неврологической оценки, но предъявляя высокие требования к комфорту пациента и техническому мастерству бригады.

Итоговый клинический вывод, следующий из синтеза данных таблицы, заключается в следующем: выбор метода анестезии должен быть стратегическим решением, направленным на минимизацию доминирующего индивидуального риска. Для пациента с тяжелой кардиальной патологией, высоким риском делирия или респираторных осложнений преимущества РА становятся определяющими. Для пациента со сложной анатомией, требующей длительной реконструкции и мультимодального контроля церебральной перфузии, ОА может быть более безопасным выбором. Данные таблицы служат мощным evidence-based инструментом для ведения этого диалога с пациентом и принятия взвешенного междисциплинарного решения.

### **Эффективность и безопасность различных методик регионарной анестезии.**

Эволюция техник РА при КЭАЭ демонстрирует явный тренд в сторону повышения безопасности при сохранении высокой эффективности.

- *Глубокая блокада шейного сплетения* долгое время была стандартом. Ее основные риски: пункция позвоночной артерии (0,8–1,2%), интраневральная инъекция, высокий процент блокады диафрагмального нерва (60–80%) и синдрома Горнера [24, 25].

- *Поверхностная блокада* существенно безопаснее, но может обеспечивать недостаточную анальгезию глубоких структур, требуя больших объемов местного анестетика и дополнения инфльтрацией хирургом [26].

- *Промежуточная (интерскалена) блокада под УЗИ-навигацией*, как показало РКИ Turhan et al. (2025), стала «золотой серединой» [24]. Она обеспечивает сопоставимую с глубокой блокадой эффективность анестезии (88–93%), но с радикально сниженным риском осложнений: блокада диафрагмального нерва – 30–50%, синдром Горнера – 20–40%, риск сосудистой пункции минимален. Это делает промежуточную УЗИ-навигационную блокаду методикой выбора, особенно для начинающих анестезиологов и пациентов с респираторным риском [27, 28].

### **Седативное пособие при регионарной анестезии.**

Поиск оптимального баланса между комфортом пациента и сохранением возможности

неврологического контакта является ключевой задачей. Наши данные показывают:

- *Дексмедетомидин* утвердился как препарат выбора. Исследования Vetter et al. (2025) и Skrtic et al. (2023) демонстрируют его уникальный профиль: он обеспечивает кооперативную седацию («седация-бодрствование»), не угнетает дыхание, обладает собственным анальгетическим эффектом и стабилизирует гемодинамику, снижая потребность в пропофолу на 30% и более [17, 29].
- *Пропофол* в традиционных схемах требует тщательного титрования из-за риска угнетения дыхания и глубокой седации [30].
- *Новые агенты*: ремимазолам и ципрофол изучаются как альтернативы с потенциально лучшим профилем безопасности, но требуют дальнейших исследований [31].
- *Немедикаментозные методы* (аудиовизуальная отвлекающая терапия), как показано в протоколе исследования Kerndl et al. (2025), могут существенно снижать уровень стресса и потребность в седативных препаратах [32].

### **Нейромониторинг при общей анестезии: многомодальный подход как стандарт.**

В условиях ОА, когда клиническая оценка неврологического статуса невозможна, роль объективного мониторинга становится критической. Исследование Подгурской и соавт. (2023) четко показало, что комбинированный протокол (соматосенсорные вызванные потенциалы + транскраниальная доплерография) превосходит изолированные методы [15]. Это позволило не только снизить частоту «слепого» шунтирования, но и объективизировать показания к установке шунта, что привело к снижению частоты интраоперационного инсульта с 4,1% до 0,9% ( $p = 0,048$ ) [15].

Ближняя инфракрасная спектроскопия (NIRS), согласно мета-анализу Duarte-Gamas et al. (2025), обладает высокой диагностической точностью под ОА, а ее использование для индивидуализированного управления АД (Tomić Mahečić et al., 2023) снижает риск делирия и инсульта [33, 34]. Однако абсолютные пороговые значения NIRS остаются предметом дискуссий, и предпочтение отдается отслеживанию относительной динамики показателей [35, 36].

Интраоперационная транскраниальная доплерография (ТКДГ) незаменима для детекции микроэмболических сигналов, являющихся предиктором эмболических инсультов [15, 16].

### **Нейромониторинг при регионарной анестезии.**

При РА непрерывный вербальный контакт и простые неврологические тесты с пациентом — это основной, но не единственный метод мониторинга.

- ТКДГ сохраняет свою ценность для мониторинга линейной скорости кровотока в средней мозговой артерии при пережатии и детекции эмболов [16].
- NIRS также эффективна и позволяет получить объективные данные параллельно с клинической оценкой, что подтверждено мета-анализом Duarte-Gamas et al. (2021) [37].
- Комбинация клинического мониторинга с одним объективным методом (ТКДГ или NIRS) представляется оптимальным подходом, повышающим надежность и снижающим зависимость от субъективного фактора.

### **Нейропротективные и адьювантные стратегии.**

*Управляемая гипотермия.* Пилотное исследование Сыроватского и соавт. (2025) предоставляет предварительные, но многообещающие данные в пользу умеренной системной гипотермии (34–35 °C) [1]. Снижение частоты послеоперационных когнитивных нарушений на 30-е сутки с 11,5% до 6,1% ( $p < 0,05$ ) указывает на нейропротективный потенциал. Механизмы, вероятно, включают снижение церебрального метаболизма, модуляцию эксайтотоксичности и апоптоза. Однако необходимы более масштабные РКИ для оценки рисков (коагулопатия, инфекции) и определения оптимальной популяции пациентов (вероятно, группы высочайшего риска).

*Фармакологическое посткондиционирование и адьюванты.*

- *Ингаляционные анестетики*: Севофлуран, согласно Wang et al. (2025), обладает свойствами фармакологического посткондиционирования, улучшая когнитивные исходы [38].
- *Блокада звездчатого ганглия (БЗГ)*: исследование Yang et al. (2024) показывает, что УЗ-навигационная БЗГ улучшает церебральную оксигенацию и снижает уровень маркера повреждения мозга S100B, позиционируя ее как перспективную адьювантную нейропротективную методику [39].

• *Антиоксиданты*: инфузия витамина С у пациентов с диабетом (Dahi et al., 2023) показала положительное влияние на церебральную оксиметрию, нуждающееся в дальнейшей проверке [40].

### **Особые клинические ситуации и группы пациентов.**

*Пациенты пожилого и старческого возраста с полиморбидностью.* Для этой растущей группы характерно сочетание кардиальной патологии, снижения когнитивного резерва и хрупкости. РА может давать преимущества за счет меньшего воздействия на когнитивные функции и снижения кардиального риска [19]. Однако должны быть учтены технические сложности выполнения блокады, вероятность интраоперационной дезориентации и непереносимости длительного вынужденного положения. Часто оптимальным становится комбинированный подход: РА с минимальной седацией дексметомидином.

### **Обсуждение.**

Настоящий обзор подтверждает, что эра поиска «единственно верного» метода анестезии при КЭАЭ завершена. Современный подход — это эра стратегического, персонализированного выбора [9, 10].

### **Интегративный синтез: патогенетическое обоснование различий в исходах.**

Ключевой вывод заключается не в абсолютном превосходстве одного метода, а в их различном профиле воздействия на патогенетические звенья периоперационного риска.

1. *Церебральный риск (инсульт, когнитивные нарушения)* определяется балансом между эмболическими событиями, толерантностью к гипоперфузии и целостностью гематоэнцефалического барьера. Данные показывают, что сам тип анестезии не является определяющим фактором для частоты инсульта [11, 12]. Решающими становятся не метод обезболивания, а стратегия нейромониторинга и нейропротекции, применяемая в его рамках [15, 37]. ОА позволяет использовать сложные многомодальные протоколы (ССВП, ТКДГ, NIRS), что напрямую снижает риск [15]. РА предлагает иную, но не менее эффективную стратегию — непрерывный клинический мониторинг, дополненный инструментальными методами [16, 37]. Таким образом, низкая частота инсульта — это следствие не выбора ОА или РА, а следствие грамотного использования сильных сторон каждого метода для контроля церебральной перфузии.

2. *Кардиальный риск (ИМ, декомпенсация СН)* демонстрирует иную зависимость. Здесь РА показывает статистически значимое преимущество [17, 18]. Патофизиологически это объяснимо: отсутствие кардиодепрессии от анестетиков, снижение нейроэндокринного стресс-ответа, более стабильная (хотя и вариабельная) гемодинамика, а также более ранняя активизация пациента. Следовательно, для пациента с тяжелой коронарной патологией или СН выбор в пользу РА может быть стратегией целенаправленной кардиопротекции.

### **Разрешение противоречий в литературе.**

• *Почему одни исследования находят пользу РА для сердца, а другие — нет?* Исследования Chamseddine et al. (2024) демонстрируют этот парадокс [17, 18]. Вероятное объяснение — различия в изучаемых популяциях и конечных точках. Работа, показавшая снижение кардиальных осложнений (аритмии, декомпенсация СН), фокусировалась на более чувствительных маркерах. Исследование, не обнаружившее разницы в смертности, инсульте или ИМ, использовало более жесткие, но редкие конечные точки. Это подчеркивает, что кардиопротективный эффект РА может проявляться в предотвращении общей кардиоваскулярной дестабилизации, а не только в снижении частоты ИМ.

• *Почему гипотермия, эффективная при остановке сердца, дает скромные результаты при КЭАЭ?* В отличие от глобальной ишемии при остановке сердца, церебральное повреждение при КЭАЭ чаще фокальное и связано с эмболией. Гипотермия эффективна против вторичных патофизиологических каскадов (эксайтотоксичность, апоптоз), которые могут быть менее значимы при кратковременной периоперационной ишемии. Ее ниша, вероятно, — группы сверхвысокого риска с ожидаемым длительным временем пережата или исходно сниженным церебральным резервом.

• *Является ли клинический мониторинг при РА достаточным?* Данные подтверждают, что клинический мониторинг высокоэффективен, но не абсолютно надежен. Работы Gyöngyösi et al. (2023) и других показывают, что изменения психического статуса могут быть субъективными, а некоторые зоны мозга («немые») не дают симптоматики [14]. Поэтому концепция «РА + один

объективный метод» (ТКДГ или NIRS) становится новым стандартом, повышающим безопасность без потери преимуществ РА [36, 37].

### Формирование персонализированного алгоритма выбора анестезии.

На основе синтеза доказательств мы предлагаем клинический алгоритм, где решение принимается на пересечении трех осей: статус пациента, хирургический контекст и технические возможности.

Таблица 2

Алгоритм персонализированного выбора метода анестезии при КЭАЭ

| Ключевой фактор / Приоритет                                                                                      | Рекомендуемый метод                                                                                                                                                | Обоснование и условия                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Приоритет 1: Кардиопротекция</b><br>(СН ФВ < 40%, нестабильная стенокардия, недавнее ОКС)                     | <b>Регионарная анестезия</b> (промежуточный УЗ-навигационный блок) с седацией дексметомидином.                                                                     | Минимизация кардиодепрессии и гемодинамических колебаний. Обязательно дополнение объективным мониторингом (ТКДГ или NIRS). |
| <b>Приоритет 2: Высокий риск церебральной гипоперфузии</b> (контралатеральная окклюзия, неполный Виллизиев круг) | <b>Предпочтение – РА</b> для интраоперационного тестирования толерантности. <b>Альтернатива – ОА</b> с обязательным мультимодальным мониторингом (ССВП+ТКДГ±NIRS). | РА позволяет провести «пробу с пережатием». При ОА необходим максимально чувствительный протокол детекции ишемии.          |
| <b>Приоритет 3: Сложный хирургический доступ / длительность &gt;2,5 ч</b>                                        | <b>Общая анестезия</b> с протоколом нейропротекции (напр., севофлуран).                                                                                            | Обеспечение комфорта, возможность контролируемой гипотензии, стабильные условия для хирурга.                               |
| <b>Высокий риск делирия и ПОКД</b> (пожилой возраст, исходные когнитивные нарушения)                             | <b>Регионарная анестезия</b> с минимальной седацией.                                                                                                               | Избегание глубокой седации и длительного действия общих анестетиков.                                                       |
| <b>Отказ пациента, тяжелая тревожность</b>                                                                       | <b>Общая анестезия</b> (TIVA на основе пропофола/ремимазолама или ингаляционная).                                                                                  | Психологический комфорт и безопасность пациента как абсолютный приоритет.                                                  |
| <b>Ограниченные ресурсы мониторинга</b> (отсутствие аппаратов для ТКДГ, ССВП)                                    | <b>Регионарная анестезия</b> с тщательным клиническим мониторингом.                                                                                                | Преимущество РА — встроенный клинический мониторинг — становится решающим.                                                 |

### Философия персонализированного подхода.

Современный этап развития анестезиологии и сосудистой хирургии окончательно поставил точку в дихотомическом споре «ОА против РА». Пациентцентрированная модель предполагает переход от вопроса «Какой метод лучше?» к комплексному анализу: «Какой метод анестезии, в каких условиях и для какого конкретного пациента обеспечит оптимальный баланс между эффективностью, безопасностью и качеством периоперационного периода?» [9, 10]. Это требует перехода от стандартизированных протоколов к динамической стратегии, учитывающей не только статические данные, но и возможность интраоперационной адаптации плана в ответ на меняющиеся условия.

Предлагаемый алгоритм (Таблица 2) представляет собой не жесткую инструкцию, а навигационную карту для принятия совместного клинического решения. Его ключевой принцип — приоритезация рисков: определение доминирующего типа периоперационной угрозы (церебральный vs. кардиальный vs. общий) и выбор метода, который максимально нивелирует именно этот риск, не создавая неприемлемых угроз в других областях.

### Детализация ключевых факторов и критериев оценки.

Для практического применения алгоритма необходимо четкое понимание критериев, позволяющих отнести пациента к той или иной группе приоритета.

#### 1. Критерии для «Приоритета 1: Кардиопротекция».

• *Сердечная недостаточность*: фракция выброса ЛЖ < 40% (особенно <30%), наличие клинических признаков декомпенсации (ортопноэ, отеки), высокий уровень натрийуретических

пептидов (NT-proBNP) в предоперационном периоде. Исследования [17, 18] показывают, что именно у этой группы преимущества РА в стабилизации гемодинамики наиболее выражены.

- *Нестабильная коронарная болезнь*: недавний инфаркт миокарда (<30 дней), нестабильная стенокардия, ишемические изменения на предоперационной ЭКГ или при холтеровском мониторинге.

- *Высокий кардиохирургический риск по шкалам*: RCRI (Revised Cardiac Risk Index)  $\geq 3$ , высокий риск по данным стресс-ЭхоКГ или коронарографии.

- *Обоснование выбора РА*: исключение кардиодепрессивного эффекта ингаляционных анестетиков и опиоидов, меньшая потребность в вазопрессорах, возможность более ранней экстубации и активизации, снижающей риск послеоперационных тромбозов и застойных пневмоний. Обязательным условием является обеспечение адекватной седации (предпочтительно дексметомидином [17, 29]) и наличие «плана Б» на случай технической неудачи блокады или непереносимости пациентом.

## 2. Критерии для «Приоритета 2: Высокий риск церебральной гипоперфузии».

- *Анатомия коллатерального кровотока*: незамкнутый Виллизиев круг (особенно отсутствие задней соединительной артерии или гипоплазия передней), документированная по данным КТ- или МРТ-ангиографии [14]. Контралатеральная окклюзия или критический стеноз внутренней сонной артерии.

- *Гемодинамическая зависимость*: наличие в анамнезе синкопальных состояний, связанных с поворотами головы, или документированный низкий церебральный резерв по данным функциональных проб (проба с пережатием, ацетазоламид-тест).

- *«Обоснование выбора РА»*: РА в этой ситуации является не просто методом обезболивания, а диагностической процедурой. Она позволяет провести динамическую функциональную пробу с пережатием сонной артерии. Возможность немедленной оценки неврологического статуса (речь, сила в контралатеральных конечностях) в реальном времени является «золотым стандартом» оценки толерантности мозга к ишемии. Это позволяет принять взвешенное, физиологически обоснованное решение об установке шунта (шунтировать только тех, у кого появляются симптомы), избегая как необоснованного рутинного шунтирования, так и риска пропустить гипоперфузию.

- *«Обоснование выбора ОА»*: если РА неприемлема (отказ пациента, тяжелая тревожность), то ОА должна быть оснащена максимально чувствительным мультимодальным нейромониторингом [15, 36]. Комбинация методов (например, ССВП + NIRS + ТКДГ) позволяет компенсировать недостатки каждого в отдельности и максимально приблизиться по точности к клиническому мониторингу. В этом случае решение о шунтировании принимается на основе четких, заранее определенных электрофизиологических и гемодинамических критериев.

## 3. Критерии для «Приоритета: Когнитивный риск и делирий».

- Пациенты с исходными когнитивными нарушениями (балл по МоСА <26, легкие когнитивные расстройства), болезнью Альцгеймера или другими видами деменции.

- Пожилые пациенты (>75 лет) с наличием факторов риска делирия: нарушения зрения/слуха, полипрагмазия (особенно прием бензодиазепинов), дегидратация, гипоальбуминемия.

- Обоснование выбора РА: избегание глубокой и длительной седации, меньшая экспозиция к общим анестетикам, которые являются известными факторами риска послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) и делирия. РА, особенно с минимальной седацией, позволяет раньше восстановить когнитивный контакт с пациентом и начать раннюю активизацию.

## 4. Критерии для выбора «Общей анестезии».

- Техническая сложность: ожидаемая необходимость в сложном доступе (высокая бифуркация, рестеноз после предыдущей операции, необходимость в обширной пластике), планируемое протезирование сонной артерии.

- Ожидаемая длительность операции >2,5–3 часов. Длительное вынужденное положение и неподвижность тяжело переносятся многими пациентами в условиях РА.

- Особые состояния пациента: выраженный тремор, клаустрофобия, тяжелые психические расстройства, делающие кооперацию невозможной, языковой барьер.

- Абсолютный отказ пациента от РА. Психологический комфорт и согласие пациента являются этическим императивом.

- Обоснование: ОА обеспечивает полный контроль над дыхательными путями, возможность управляемой гипотензии при необходимости, максимальный комфорт для пациента и хирурга. В этих условиях безопасность обеспечивается за счет активной нейропротективной стратегии: использования анестетиков с потенциальным нейропротективным действием (севофлуран [38]), строгого поддержания нормокапнии и целевых параметров гемодинамики, часто с помощью NIRS-ориентированных протоколов [20, 34].

### **Процесс междисциплинарного обсуждения и «командный тайм-аут».**

Ключевым элементом успешной реализации алгоритма является процедура предоперационного междисциплинарного консилиума («командный тайм-аут»). Его оптимальный состав: сосудистый хирург, анестезиолог-реаниматолог и невролог. Обсуждение должно структурироваться по следующим пунктам:

1. Презентация случая: хирург представляет данные визуализации (характер бляшки, анатомию, состояние интракраниальных артерий), планируемую технику операции (эверсионная, классическая с заплатой, необходимость шунтирования).

2. Оценка рисков: анестезиолог представляет оценку соматического и, особенно, кардиологического статуса. Невролог оценивает исходный неврологический дефицит, когнитивные функции и данные о коллатеральном кровотоке.

3. Обсуждение «за» и «против»: открытое обсуждение, основанное на приведенном алгоритме. Пример: «У пациента с ФВ 35% приоритет — кардиопротекция, показана РА. Однако у него же выявлена гипоплазия соединительных артерий. Значит, при РА мы должны быть готовы к высокой вероятности интраоперационной ишемии и шунтирования. Готова ли хирургическая бригада к установке шунта в условиях РА? Есть ли у нас запасной план (переход на ОА) при неудаче блокады?»

4. Информирование пациента: принятое командой решение подробно, в доступной форме разъясняется пациенту, обсуждаются его ожидания, страхи и предпочтения. Особенно важно объяснить суть процедуры при РА (необходимость оставаться в сознании, отвечать на вопросы).

5. Формулирование окончательного протокола: фиксируется выбранный метод анестезии, техника блокады (если РА), план седации, необходимый мониторинг, план на случай осложнений (гипотензия, интраоперационная ишемия, неудача блокады).

### **Интраоперационная адаптация и протоколы перехода.**

Даже самый тщательный план может потребовать коррекции интраоперационно. Необходимы четкие протоколы перехода:

- *Переход с РА на ОА («спасенная анестезия»):* показания — тяжелая непереносимость пациентом (паническая атака, некупируемый дискомфорт), техническая неудача блокады (неадекватная аналгезия), развитие тяжелых осложнений (местноанестетиковая токсичность, тотальный спинальный блок). Процедура должна быть отработана, с готовностью к быстрой индукции в условиях частичной блокады и потенциально затрудненного доступа к дыхательным путям.

- *Коррекция стратегии при ОА:* при появлении признаков ишемии по данным мониторинга (снижение амплитуды ССВП, падение  $rSO_2$  на NIRS) должен действовать четкий протокол: немедленное повышение АД, проверка положения головы, увеличение  $FiO_2$  до 1,0. При отсутствии эффекта — немедленное информирование хирурга для решения вопроса об установке шунта.

### **Оценка эффективности и аудит.**

Внедрение алгоритма должно сопровождаться постоянным аудитом результатов:

- Отслеживание ключевых показателей: частота периоперационного инсульта, ИМ, смертности, острого повреждения почек, делирия, длительность пребывания в стационаре.

- Анализ причин отклонения от алгоритма: почему у конкретного пациента был выбран метод, не соответствующий первичным рекомендациям? Было ли это решение обоснованным?

- Обратная связь от пациентов: оценка удовлетворенности, особенно перенесших РА (опросники).

- Регулярный пересмотр алгоритма (каждые 1-2 года) с учетом появления новых данных, технологий

(например, новых методов мониторинга) и изменения структуры пациентов в клинике.

Таким образом, персонализированный алгоритм выбора анестезии при КЭАЭ — это живой, динамичный инструмент управления рисками, интегрирующий данные о пациенте, технологии и экспертизу команды. Его цель — превратить выбор анестезии из интуитивного решения в научно обоснованную стратегию, ведущую к улучшению исходов для каждого конкретного пациента.

### **Ограничения и перспективы будущих исследований.**

#### *Ограничения настоящего обзора:*

1. Гетерогенность исследований: включенные работы значительно различаются по дизайну, популяциям, техникам.
2. Диспропорция в типах исследований: преобладание обсервационных исследований над РКИ не позволяет полностью исключить влияние confounding-факторов.
3. Динамика технологий: быстрое развитие методов означает, что данные даже 5-летней давности могут не отражать текущие возможности.

#### *Перспективные направления:*

1. Крупные прагматичные РКИ, сравнивающие стандартизированные протоколы: «ОА + мультимодальный мониторинг» против «РА (промежуточный блок) + дексмететомидин + NIRS/ТКДГ».
2. Исследования по предиктивному моделированию: создание клинических шкал или алгоритмов ИИ, интегрирующих данные нейровизуализации, клинический статус и коморбидность для прогноза оптимального метода анестезии.
3. Углубленное изучение нейропротекции: РКИ, оценивающие комбинированные стратегии (гипотермия + фармакологическое посткондиционирование).
4. Изучение долгосрочных нейрокогнитивных исходов с использованием нейропсихологических тестов и методов нейровизуализации.
5. Экономический анализ (cost-effectiveness analysis) с учетом прямых затрат, стоимости лечения осложнений и длительности реабилитации.

### **Заключение.**

**1. Нет различий в частоте инсульта:** мета-анализ не выявил статистически значимой разницы в частоте периоперационного инсульта между общей и регионарной анестезией. Ключевым фактором неврологической безопасности является не сам метод, а применяемая в его рамках стратегия нейромониторинга (мультимодальный при ОА, клинико-инструментальный при РА).

**2. Кардиопротективное преимущество РА:** регионарная анестезия демонстрирует значимое снижение риска инфаркта миокарда и других кардиальных осложнений, особенно у пациентов с сердечной недостаточностью, что делает её стратегией выбора для этой группы.

**3. Эволюция техник РА:** УЗИ-навигационная промежуточная блокада шейного сплетения стала «золотым стандартом» РА, сочетая высокую эффективность с улучшенным профилем безопасности по сравнению с глубокой блокадой. Дексмететомидин является оптимальным агентом для седации.

**4. Персонализированный выбор — новый стандарт:** универсального лучшего метода не существует. Выбор должен основываться на индивидуальном профиле риска пациента (доминирующий церебральный vs. кардиальный риск), хирургическом контексте и технических возможностях клиники.

**5. Необходимость междисциплинарного подхода:** решение об анестезии должно приниматься совместно ангиохирургом, анестезиологом и неврологом с учётом предпочтений информированного пациента.

Оптимальное анестезиологическое обеспечение КЭАЭ в современной практике представляет собой не простой выбор между двумя методами, а сложную, стратегически выверенную персонализированную медицинскую технологию, нацеленную на максимальное снижение индивидуального периоперационного риска.

## Практические рекомендации.

Настоящий систематический обзор и мета-анализ позволяют сформулировать следующие ключевые выводы и практические рекомендации для клиницистов:

**1. Отказ от дихотомического мышления.** Вопрос «что лучше: общая или регионарная анестезия?» является клинически некорректным. Правильный вопрос: «Какой метод анестезии будет оптимальным для данного конкретного пациента с учетом его доминирующих рисков, планируемой операции и возможностей нашей клиники?»

**2. Алгоритм принятия решения.** Предлагается использовать последовательный алгоритм:

- Шаг 1. Оценка доминирующего риска. Определить, что представляет наибольшую угрозу для пациента: церебральная ишемия (неполный Виллизиев круг, контралатеральная окклюзия) или кардиоваскулярные осложнения (сердечная недостаточность, нестабильная ИБС).

- Шаг 2. Оценка хирургического контекста. учесть ожидаемую сложность и длительность операции, необходимость в глубоком доступе.

- Шаг 3. Оценка ресурсов и компетенций. Учесть наличие оборудования для нейромониторинга (NIRS, ТКДГ, ССВП) и опыт анестезиологической бригады в выполнении УЗИ-навигационных блокад.

- Шаг 4. Учет предпочтений пациента. Обсудить с пациентом преимущества и недостатки каждого метода, особенно важность интраоперационного сотрудничества при РА.

- Шаг 5. Междисциплинарное согласование. Принять окончательное решение совместно сосудистым хирургом, анестезиологом и, при необходимости, неврологом.

**3. Конкретные рекомендации для клинической практики:**

- Для пациентов с тяжелой сердечной патологией (СН, нестабильная стенокардия) методом выбора следует считать регионарную анестезию (предпочтительно промежуточную УЗИ-навигационную блокаду) с седацией дексметомидином и минимальным обязательным инструментальным мониторингом (NIRS или ТКДГ).

- Для пациентов с высоким риском церебральной гипоперфузии (аномалии Виллизиева круга) предпочтительна РА, так как она позволяет провести динамическую оценку толерантности к пережатию. Если выбран путь ОА, обязательным является мультимодальный нейромониторинг (как минимум, комбинация двух методов).

- При ожидаемых технических сложностях, длительной операции или отказе пациента от РА — общая анестезия является безопасным и эффективным выбором при условии использования современных протоколов нейромониторинга и нейропротекции.

- Вне зависимости от выбранного метода, ключом к безопасности является не сам факт выбора ОА или РА, а максимальное использование их сильных сторон: для ОА — это углубленный инструментальный контроль, для РА — клинический мониторинг и стабильная гемодинамика.

**4. Направления для внедрения в клиниках:**

- Развитие программ обучения УЗИ-навигационным техникам регионарной анестезии для сосудистых хирургов и анестезиологов.

- Стандартизация протоколов нейромониторинга при КЭАЭ, в зависимости от доступного оборудования.

- Внедрение консилиумов (сосудистый хирург + анестезиолог + невролог) для планирования операций у пациентов высокого риска.

В конечном итоге, анестезиологическое обеспечение каротидной эндартерэктомии эволюционировало из технической необходимости в стратегический компонент комплексной периоперационной медицины. Будущее лежит в дальнейшей персонализации, основанной на предиктивном моделировании, интеграции данных многомодального мониторинга и тесном междисциплинарном взаимодействии, нацеленном на минимизацию индивидуального риска и улучшение долгосрочного качества жизни пациента.

***Сведения о финансировании исследования и о конфликте интересов.***

Исследование не имело финансовой поддержки.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Сведения о вкладе каждого автора в работу.**

Казанцев А.Н. – 100%.

### Список литературы:

1. Сыроватский А.А., Симутис И.С., Светликов А.В. и др. Периоперационная нейропротекция системной гипотермией при каротидной эндартерэктомии. Общая реаниматология. 2025; 21 (1): 28–37. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2025-1-28-37>.
2. Сыроватский А.А., Сайганов С.А., Лебединский К.М. Мотивы выбора метода анестезии при выполнении каротидной эндартерэктомии. Анестезиология и реаниматология. 2022; (2): 73–79. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202202173>.
3. Симонов О.В., Пряников А.Д., Лолуев Р.Ю. и др. Регионарная анестезия при каротидной эндартерэктомии у пациентов в остром периоде ишемического инсульта (пилотное исследование). Общая реаниматология. 2022; 18 (6): 4–11. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-6-4-11>.
4. Мустафаева С.А., Журавель С.В., Михайлов И.П. и др. Опыт применения регионарной анестезии при каротидной эндартерэктомии в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ. Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2023; 12 (2): 333–337. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-2-333-337>.
5. Majd P., Galkin P., Tayeh M. et al. Carotid cross-clamp intolerance during carotid endarterectomy in regional anesthesia. I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald. 2021; 29 (1): 66–72. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ202129166-72>.
6. Вачёв А.Н., Прожого М.Г., Дмитриев О.В. Выбор препарата для создания управляемой системной артериальной гипертензии при выполнении операции каротидной эндартерэктомии. Клиническая физиология кровообращения. 2020; 17 (2): 116–120. <https://doi.org/10.24022/1814-6910-2020-17-2-116-120>.
7. Неймарк М.И., Шмелёв В.В., Титова З.А. и др. Сравнительная оценка методов анестезии, используемых при реконструктивных операциях на сонных артериях. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2020; 17 (5): 15–24. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-5-15-24>.
8. Hewson D.W., Mankoo A., Bath P.M. et al. The Role of Processed Electroencephalography in the Detection and Management of Acute Cerebral Ischemia: A Scoping Review. J Neurosurg Anesthesiol. 2026; 38 (1): 43–52. <https://doi.org/10.1097/ANA.0000000000001018>.
9. Chiumiento C., Nicoletta G., Accarino G. Neuroprotection and haemodynamic stability: considerations for tailored anaesthesia in carotid endarterectomy. European Journal of Anaesthesiology. 2025; 42 (6): 569–570. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000002163>.
10. Li R., Sidawy A., Nguyen B.N. Locoregional Versus General Anesthesia in Prolonged Carotid Endarterectomy: A Propensity Score-Matched Study from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database from 2011 to 2022. Annals of Vascular Surgery. 2025; 110 (Pt A): 353–364. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.09.053>.
11. El-Hajj V.G., Ghaith A.K., Gharios M. et al. General Versus Nongeneral Anesthesia for Carotid Endarterectomy: A Prospective Multicenter Registry-Based Study on 25 000 Patients. Neurosurgery. 2024; 95 (2): 365–371. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000002887>.
12. Rerkasem A., Orrapin S., Howard D.P. et al. Local versus general anaesthesia for carotid endarterectomy. The Cochrane Database of Systematic Reviews. 2021; 10 (10): CD000126. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000126.pub5>.
13. Нуриманшин А.Ф., Богданов Р.Р., Кашаев М.Ш. и др. Ретроспективный анализ анестезиологического обеспечения и видов оперативного вмешательства у пациентов с атеросклеротическим поражением сонных артерий. Уральский медицинский журнал. 2020; (7 (190)): 121–127. <https://doi.org/10.25694/URMJ.2020.07.20>.
14. Gyöngyösi Z., Belán I., Nagy E. et al. Incomplete circle of Willis as a risk factor for intraoperative ischemic events during carotid endarterectomies performed under regional anesthesia - A prospective

- case-series. *Translational Neuroscience*. 2023; 14 (1): 20220293. <https://doi.org/10.1515/tnsci-2022-0293>.
15. Подгурская М.Г., Хамроев С.Ш., Каньшина Д.С. и др. Комбинированный интраоперационный нейромониторинг при каротидной эндактерэктомии. *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского*. 2023; 29 (1): 34-41. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2023-29-1-34-41>.
  16. Gyöngyösi Z., Farkas O., Papp L. et al. The value of transcranial Doppler monitoring of cerebral blood flow changes during carotid endarterectomy performed under regional anesthesia – A case series. *Translational Neuroscience*. 2022; 13 (1): 476–482. <https://doi.org/10.1515/tnsci-2022-0257>.
  17. Chamseddine H., Chahrour M., Shepard A. et al. Locoregional anesthesia is associated with decreased cardiac complications in symptomatic heart failure patients undergoing carotid endarterectomy. *Journal of vascular surgery*. 2024; 80 (4): 1131–1138.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2024.06.002>.
  18. Chamseddine H., Chahrour M., Aboul Hosn M. et al. In Patients with Heart Failure Undergoing Carotid Endarterectomy, Locoregional Anesthesia is Not Associated with Decreased Mortality, Stroke, or Myocardial Infarction Compared to General Anesthesia. *Annals of Vascular Surgery*. 2024; 106: 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.03.017>.
  19. Козлова К.А., Шмигельский А.В., Усачев Д.Ю. и др. Выбор анестезии при каротидной эндактерэктомии: проблема оценки риска периоперационных осложнений и тактика анестезиологического обеспечения у пациента старческого возраста с кардиологическим анамнезом. *Клиническая физиология кровообращения*. 2019; 16 (3): 228–234. <https://doi.org/10.24022/1814-6910-2019-16-3-228-234>.
  20. Kazantsev A.N., Korotkikh A.V., Unguryan V.M. et al. Update in carotid disease. *Current Problems in Cardiology*. 2023; 48 (6): 101676. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.101676>.
  21. Labanca R., Ursileo J.D., Fresilli S. et al. Clevidipine versus nitroglycerin for blood pressure control during carotid endarterectomy: a cohort study. *BMC Anesthesiology*. 2025. Dec. 15. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03543-8>.
  22. Silva V.A., D Gamas L., Pereira-Macedo J. et al. Hemodynamic Predictors And Changes During Carotid Endarterectomy Under Regional Anesthesia. *Portuguese journal of cardiac thoracic and vascular surgery*. 2025; 32 (1): 13–23. <https://doi.org/10.48729/pjctvs.502>.
  23. Çetinkaya D., Bozdoğan R.F., Şahin A. et al. Evaluation of the effect of carotid sinus blockade on hemodynamic stability in carotid surgery: A retrospective study. *Medicine (Baltimore)*. 2025; 104 (4): e41353. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000041353>.
  24. Turhan Ö., Sivriköz N., Canbolat N. et al. Ultrasound-guided intermediate versus deep cervical plexus block for carotid endarterectomy: a randomized controlled study. *BMC Anesthesiology*. 2025; 25 (1): 581. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03460-w>.
  25. Ratnayake A., Abeysundara A., Samarasinghe B. et al. Use of intermediate cervical plexus block in carotid endarterectomy -an alternative to deep cervical plexus block: a case series. *BMC Anesthesiology*. 2024; 24 (1): 288. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02674-8>.
  26. Padmanaban V., Caldwell C., Milne I. et al. Carotid endarterectomy using regional anesthesia: technique and considerations. *Frontiers in Surgery*. 2024; 11: 1421624. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1421624>.
  27. Seybold B., Gaier N., Ofenloch A. et al. Learnability of Ultrasound-Guided Locoregional Anesthesia for Carotid Endarterectomy. *Journal of clinical medicine*. 2024; 13 (24): 7557. <https://doi.org/10.3390/jcm13247557>.
  28. Vega Colón M., López González J.M., Jiménez Gómez B.M. et al. Prospective analysis on carotid endarterectomy: intermediate-deep ultrasound-guided cervical blockade versus general anesthesia. *Minerva Anestesiologica*. 2023; 89 (7-8): 636–642. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.22.16820-3>.
  29. Skrtic M., Lijovic L., Pazur I. et al. Hemodynamic Safety and Effect of Dexmedetomidine on Superficial Cervical Block Quality for Carotid Endarterectomy: A Prospective Study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2023; 37 (10): 2006–2011. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2023.06.009>.
  30. Томащук Д.И., Мартынов Д.В., Женило В.М. Дексмедетомидин и пропофол для седации при каротидной эндактерэктомии в условиях регионарной анестезии: что лучше для пациента?

- (Исследование удовлетворенности пациентов). Вестник интенсивной терапии. 2017; (4): 36–41. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2017-4-36-41>.
31. Gao J., Yang C., Ji Q. et al. Effect of remimazolam versus propofol for the induction of general anesthesia on cerebral blood flow and oxygen saturation in elderly patients undergoing carotid endarterectomy. *BMC Anesthesiology*. 2023; 23 (1): 153. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02095-z>.
  32. Kerndl H., Millian T.P., Gürtler K. et al. Measuring Stress Reduction in Patients Receiving Multimedia Entertainment During Vascular Surgery Under Regional Anesthesia: Protocol for a Randomized Controlled Study. *JMIR Research Protocols*. 2025; 14: e70597. <https://doi.org/10.2196/70597>.
  33. Duarte-Gamas L., Fragão-Marques M., Zlatanovic P. et al. The diagnostic accuracy of intraoperative near-infrared spectroscopy in carotid artery endarterectomy under general anesthesia: A systematic review with meta-analysis. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2025; 114 (1): 84–94. <https://doi.org/10.1177/14574969241282611>.
  34. Tomić Mahečić T., Malojčić B., Tonković D. et al. Near-Infrared Spectroscopy-Guided, Individualized Arterial Blood Pressure Management for Carotid Endarterectomy under General Anesthesia: A Randomized, Controlled Trial. *Journal of clinical medicine*. 2023; 12 (15): 4885. <https://doi.org/10.3390/jcm12154885>.
  35. Alhaizaey A., Yousif M., Azazy A. et al. Prospective single-center study on the reliability of ipsilateral cerebral oximetry using near-infrared spectroscopy as a predictor for selective shunting during carotid endarterectomy. *Vascular*. 2024; 32 (6): 1304–1308. <https://doi.org/10.1177/17085381231214596>.
  36. Lindberg M., Gillgren P., Gunnarsson K. et al. Near Infrared Spectroscopy Versus Stump Pressure in Detecting Cerebral Ischemia During Carotid Endarterectomy: A Prospective Multicenter Observational Study. *Annals of Vascular Surgery*. 2025; 123: 608–616. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2025.10.016>.
  37. Duarte-Gamas L., Pereira-Neves A., Sousa J. et al. The Diagnostic Accuracy of Intra-Operative Near Infrared Spectroscopy in Carotid Artery Endarterectomy Under Regional Anaesthesia: Systematic Review and Meta-Analysis. *European journal of vascular and endovascular surgery*. 2021; 62 (4): 522–531. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.05.042>.
  38. Wang B., Li S., Wang C. et al. Effect of sevoflurane post-conditioning on postoperative cognitive function in carotid endarterectomy patients: a randomized, double-blind, controlled trial. *Frontiers in Medicine (Lausanne)*. 2025; 12: 1716370. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1716370>.
  39. Yang F., Du Y., Yuan C. et al. Effect of ultrasound-guided stellate ganglion block on cerebral oxygen metabolism and S100B protein during carotid endarterectomy. *American Journal of Translational Research*. 2024; 16 (3): 1018–1028. <https://doi.org/10.62347/RXRN7802>.
  40. Dahi M., Moshari M., Dabir S. et al. Effect of Vitamin C Infusion on Cerebral Oximetry During General Anesthesia for Carotid Endarterectomy in Diabetic Patients. *Anesthesia and Pain Medicine*. 2023; 13 (1): e134000. <https://doi.org/10.5812/aapm-134000>.

## References

1. Syrovatskiy A.A., Simutis I.S., Svetlikov A.V., et al. Perioperative neuroprotection with systemic hypothermia during carotid endarterectomy. *General Reanimatology*. 2025; 21 (1): 28–37. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2025-1-28-37>. in Russian.
2. Syrovatskiy A.A., Sayganov S.A., Lebedinskiy K.M. Motives for choosing the anesthesia method during carotid endarterectomy. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2022; (2): 73–79. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202202173>. in Russian.
3. Simonov O.V., Pryamikov A.D., Loluyev R.Yu., et al. Regional anesthesia for carotid endarterectomy in patients in the acute period of ischemic stroke (a pilot study). *General Reanimatology*. 2022; 18 (6): 4–11. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-6-4-11>. in Russian.
4. Mustafaeva S.A., Zhuravel S.V., Mikhaylov I.P., et al. Experience of regional anesthesia application for carotid endarterectomy at the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Care of the Moscow Healthcare Department. *Emergency Medical Care. The Journal Named After N.V. Sklifosovsky*. 2023; 12 (2): 333–337. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-2-333-337>. in Russian.

5. Majd P., Galkin P., Tayeh M., et al. Carotid cross-clamp intolerance during carotid endarterectomy in regional anesthesia. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2021; 29 (1): 66–72. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ202129166-72>.
6. Vachev A.N., Prozhosha M.G., Dmitriev O.V. Choosing a drug for inducing controlled systemic arterial hypertension during carotid endarterectomy. *Clinical Physiology of Circulation*. 2020; 17 (2): 116–120. <https://doi.org/10.24022/1814-6910-2020-17-2-116-120>. in Russian.
7. Neymark M.I., Shmelev V.V., Titova Z.A., et al. Comparative evaluation of anesthesia methods used in reconstructive surgery on carotid arteries. *Vestnik Anesteziologii i Reanimatologii*. 2020; 17 (5): 15–24. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-5-15-24>. in Russian.
8. Hewson D.W., Mankoo A., Bath P.M., et al. The Role of Processed Electroencephalography in the Detection and Management of Acute Cerebral Ischemia: A Scoping Review. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2026; 38 (1): 43–52. <https://doi.org/10.1097/ANA.0000000000001018>.
9. Chiumiento C., Nicoletta G., Accarino G. Neuroprotection and haemodynamic stability: considerations for tailored anaesthesia in carotid endarterectomy. *European Journal of Anaesthesiology*. 2025; 42 (6): 569–570. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000002163>.
10. Li R., Sidawy A., Nguyen B.N. Locoregional Versus General Anesthesia in Prolonged Carotid Endarterectomy: A Propensity Score-Matched Study from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database from 2011 to 2022. *Annals of Vascular Surgery*. 2025; 110 (Pt A): 353–364. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.09.053>.
11. El-Hajj V.G., Ghaith A.K., Gharios M., et al. General Versus Nongeneral Anesthesia for Carotid Endarterectomy: A Prospective Multicenter Registry-Based Study on 25 000 Patients. *Neurosurgery*. 2024; 95 (2): 365–371. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000002887>.
12. Rerkasem A., Orrapin S., Howard D.P., et al. Local versus general anaesthesia for carotid endarterectomy. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2021; 10 (10): CD000126. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000126.pub5>. in Russian.
13. Nurimanshin A.F., Bogdanov R.R., Kashaev M.Sh., et al. Retrospective analysis of anesthetic management and types of surgical interventions in patients with atherosclerotic lesions of carotid arteries. *Ural Medical Journal*. 2020; (7 (190)): 121–127. <https://doi.org/10.25694/URMJ.2020.07.20>. in Russian.
14. Gyöngyösi Z., Belán I., Nagy E., et al. Incomplete circle of Willis as a risk factor for intraoperative ischemic events during carotid endarterectomies performed under regional anesthesia - A prospective case-series. *Translational Neuroscience*. 2023; 14 (1): 20220293. <https://doi.org/10.1515/tnsci-2022-0293>. in Russian.
15. Podgurskaya M.G., Khamroyev S.Sh., Kanshina D.S., et al. Combined intraoperative neuromonitoring during carotid endarterectomy. *Angiology and Vascular Surgery. Journal Named After Academician A.V. Pokrovsky*. 2023; 29 (1): 34–41. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2023-29-1-34-41>. in Russian.
16. Gyöngyösi Z., Farkas O., Papp L., et al. The value of transcranial Doppler monitoring of cerebral blood flow changes during carotid endarterectomy performed under regional anesthesia – A case series. *Translational Neuroscience*. 2022; 13 (1): 476–482. <https://doi.org/10.1515/tnsci-2022-0257>. in Russian.
17. Chamseddine H., Chahrour M., Shepard A., et al. Locoregional anesthesia is associated with decreased cardiac complications in symptomatic heart failure patients undergoing carotid endarterectomy. *Journal of vascular surgery*. 2024; 80 (4): 1131–1138.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2024.06.002>.
18. Chamseddine H., Chahrour M., Aboul Hosn M., et al. In Patients with Heart Failure Undergoing Carotid Endarterectomy, Locoregional Anesthesia is Not Associated with Decreased Mortality, Stroke, or Myocardial Infarction Compared to General Anesthesia. *Annals of Vascular Surgery*. 2024; 106: 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.03.017>.
19. Kozlova K.A., Shmigelskiy A.V., Usachev D.Yu., et al. Choice of anesthesia for carotid endarterectomy: the problem of perioperative complication risk assessment and anesthetic management tactics in an elderly patient with a cardiac history. *Clinical Physiology of Circulation*. 2019; 16 (3): 228–234. <https://doi.org/10.24022/1814-6910-2019-16-3-228-234>. in Russian.
20. Kazantsev A.N., Korotkikh A.V., Unguryan V.M., et al. Update in carotid disease. *Current Problems in*

- Cardiology*. 2023; 48 (6): 101676. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.101676>. in Russian.
21. Labanca R., Ursileo J.D., Fresilli S., et al. Clevidipine versus nitroglycerin for blood pressure control during carotid endarterectomy: a cohort study. *BMC Anesthesiology*. 2025 Dec. 15. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03543-8>.
  22. Silva V.A., D Gamas L., Pereira-Macedo J., et al. Hemodynamic Predictors And Changes During Carotid Endarterectomy Under Regional Anesthesia. *Portuguese journal of cardiac thoracic and vascular surgery*. 2025; 32 (1): 13–23. <https://doi.org/10.48729/pjctvs.502>.
  23. Çetinkaya D., Bozdoğan R.F., Şahin A., et al. Evaluation of the effect of carotid sinus blockade on hemodynamic stability in carotid surgery: A retrospective study. *Medicine (Baltimore)*. 2025; 104 (4): e41353. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000041353>. in Russian.
  24. Turhan Ö., Sivriköz N., Canbolat N., et al. Ultrasound-guided intermediate versus deep cervical plexus block for carotid endarterectomy: a randomized controlled study. *BMC Anesthesiology*. 2025; 25 (1): 581. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03460-w>. in Russian.
  25. Ratnayake A., Abeysundara A., Samarasinghe B., et al. Use of intermediate cervical plexus block in carotid endarterectomy -an alternative to deep cervical plexus block: a case series. *BMC Anesthesiology*. 2024; 24 (1): 288. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02674-8>.
  26. Padmanaban V., Caldwell C., Milne I., et al. Carotid endarterectomy using regional anesthesia: technique and considerations. *Frontiers in Surgery*. 2024; 11: 1421624. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1421624>.
  27. Seybold B., Gaier N., Ofenloch A., et al. Learnability of Ultrasound-Guided Locoregional Anesthesia for Carotid Endarterectomy. *Journal of clinical medicine*. 2024; 13 (24): 7557. <https://doi.org/10.3390/jcm13247557>.
  28. Vega Colón M., López González J.M., Jiménez Gómez B.M., et al. Prospective analysis on carotid endarterectomy: intermediate-deep ultrasound-guided cervical blockade versus general anesthesia. *Minerva Anestesiologica*. 2023; 89 (7-8): 636–642. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.22.16820-3>.
  29. Skrtic M., Lijovic L., Pazur I., et al. Hemodynamic Safety and Effect of Dexmedetomidine on Superficial Cervical Block Quality for Carotid Endarterectomy: A Prospective Study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2023; 37 (10): 2006–2011. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2023.06.009>.
  30. Tomashchuk D.I., Martynov D.V., Zhenilo V.M. Dexmedetomidine and propofol for sedation during carotid endarterectomy under regional anesthesia: which is better for the patient? (A study of patient satisfaction). *Vestnik Intensivnoy Terapii*. 2017; (4): 36–41. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2017-4-36-41>. in Russian.
  31. Gao J., Yang C., Ji Q., et al. Effect of remimazolam versus propofol for the induction of general anesthesia on cerebral blood flow and oxygen saturation in elderly patients undergoing carotid endarterectomy. *BMC Anesthesiology*. 2023; 23 (1): 153. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02095-z>.
  32. Kerndl H., Millian T.P., Gürtler K., et al. Measuring Stress Reduction in Patients Receiving Multimedia Entertainment During Vascular Surgery Under Regional Anesthesia: Protocol for a Randomized Controlled Study. *JMIR Research Protocols*. 2025; 14: e70597. <https://doi.org/10.2196/70597>.
  33. Duarte-Gamas L., Fragão-Marques M., Zlatanovic P., et al. The diagnostic accuracy of intraoperative near-infrared spectroscopy in carotid artery endarterectomy under general anesthesia: A systematic review with meta-analysis. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2025; 114 (1): 84–94. <https://doi.org/10.1177/14574969241282611>.
  34. Tomić Mahečić T., Malojčić B., Tonković D., et al. Near-Infrared Spectroscopy-Guided, Individualized Arterial Blood Pressure Management for Carotid Endarterectomy under General Anesthesia: A Randomized, Controlled Trial. *Journal of clinical medicine*. 2023; 12 (15): 4885. <https://doi.org/10.3390/jcm12154885>.
  35. Alhaizaey A., Yousif M., Azazy A., et al. Prospective single-center study on the reliability of ipsilateral cerebral oximetry using near-infrared spectroscopy as a predictor for selective shunting during carotid endarterectomy. *Vascular*. 2024; 32 (6): 1304–1308. <https://doi.org/10.1177/17085381231214596>.
  36. Lindberg M., Gillgren P., Gunnarsson K., et al. Near Infrared Spectroscopy Versus Stump Pressure in Detecting Cerebral Ischemia During Carotid Endarterectomy: A Prospective Multicenter Observational

- Study. *Annals of Vascular Surgery*. 2025; 123: 608–616. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2025.10.016>.
37. Duarte-Gamas L., Pereira-Neves A., Sousa J., et al. The Diagnostic Accuracy of Intra-Operative Near Infrared Spectroscopy in Carotid Artery Endarterectomy Under Regional Anaesthesia: Systematic Review and Meta-Analysis. *European journal of vascular and endovascular surgery*. 2021; 62 (4): 522–531. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.05.042>.
38. Wang B., Li S., Wang C., et al. Effect of sevoflurane post-conditioning on postoperative cognitive function in carotid endarterectomy patients: a randomized, double-blind, controlled trial. *Front Med Frontiers in Medicine (Lausanne)*. 2025; 12: 1716370. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1716370>.
39. Yang F., Du Y., Yuan C., et al. Effect of ultrasound-guided stellate ganglion block on cerebral oxygen metabolism and S100B protein during carotid endarterectomy. *American Journal of Translational Research*. 2024; 16 (3): 1018–1028. <https://doi.org/10.62347/RXRN7802>.
40. Dahi M., Moshari M., Dabir S., et al. Effect of Vitamin C Infusion on Cerebral Oximetry During General Anesthesia for Carotid Endarterectomy in Diabetic Patients. *Anesthesia and Pain Medicine*. 2023; 13 (1): e134000. <https://doi.org/10.5812/aapm-134000>.

**Информация об авторах:**

1. **Казанцев Антон Николаевич**, хирург, e-mail: [dr.antonio.kazantsev@mail.ru](mailto:dr.antonio.kazantsev@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-1115-609X, SPIN: 8396-1845.

**Author information:**

1. **Kazantsev A.N.**, surgeon, e-mail: [dr.antonio.kazantsev@mail.ru](mailto:dr.antonio.kazantsev@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-1115-609X, SPIN: 8396-1845.

**Информация**

**Дата опубликования – 30.06.2026**