

Периоперационные инсульты при кардиохирургических вмешательствах

© М.А. КУТЛУБАЕВ¹, И.Е. НИКОЛАЕВА^{1,2}, Б.А. ОЛЕЙНИК^{1,2}, Р.Ф. КУТЛУБАЕВА²

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, Россия;

²ГБУЗ «Республиканский кардиологический центр», Уфа, Россия

Резюме

Частота периоперационных инсультов в кардиохирургической практике может достигать 10%. Особенно высок риск развития инсультов у пациентов, перенесших аортокоронарное шунтирование и операции на клапанах сердца. В основе периоперационного инсульта, как правило, лежит эмболия фрагментами атеросклеротической бляшки, артериальная гипотензия, нарушения ритма сердца, гиперкоагуляции и другие факторы. Для снижения вероятности развития инсульта необходимо проводить предоперационную оценку риска его возникновения. Во время оперативного вмешательства необходимо строго следить за показателями гемодинамики и газов крови. Минимизация манипуляции на аорте во время проведения оперативного лечения снижает риск периоперационного инсульта. Важную роль играет система своевременного распознавания инсульта у пациентов, перенесших кардиохирургическое вмешательство. Единственным допустимым методом реперфузионной терапии при периоперационном инсульте является механическая тромбэмболизация.

Ключевые слова: инсульт, периоперационный инсульт, кардиохирургия, аортокоронарное шунтирование.

Информация об авторах:

Кутлубаев М.А. — <https://orcid.org/0000-0003-1001-2024>

Николаева И.Е. — <https://orcid.org/0000-0001-7641-2317>

Олейник Б.А. — <https://orcid.org/0000-0002-4144-3946>

Кутлубаева Р.Ф. — <https://orcid.org/0000-0002-4671-9040>

Автор, ответственный за переписку: Кутлубаев Мансур Амирович — e-mail: mansur.kutlubaev@yahoo.com

Как цитировать:

Кутлубаев М.А., Николаева И.Е., Олейник Б.А., Кутлубаева Р.Ф. Периоперационные инсульты при кардиохирургических вмешательствах. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(3 вып. 2):10–15.
<https://doi.org/10.17116/jnevro202112103210>

Perioperative strokes in cardiac surgery

© М.А. KUTLUBAEV¹, I.E. NIKOLAEVA^{1,2}, B.A. OLEINIK^{1,2}, R.F. KUTLUBAEVA²

¹Bashkir State Medical University, Ufa, Russia;

²Republican Cardiological Center, Ufa, Russia

Abstract

The frequency of perioperative stroke in cardiosurgical practice may reach up to 10%. The risk of stroke is especially high after coronary artery bypass surgery and valve replacement. Perioperative stroke is related to embolism with the fragments of atherosclerotic plaque, arterial hypotension, cardiac arrhythmias, hypercoagulation, etc. The likelihood of stroke can be reduced by preoperative assessment of the patient. It is important to control blood pressure and saturation during the surgery. The manipulation on aorta should be minimized in order to reduce the risk of perioperative stroke. Important role belongs to timely identification of those who developed stroke after surgery. The only possible method of reperfusion therapy in perioperative stroke is mechanical thrombectomy.

Keywords: stroke, perioperative, cardiosurgery, bypass surgery.

Information about the authors:

Kutlubaev M.A. — <https://orcid.org/0000-0003-1001-2024>

Nikolaeva I.E. — <https://orcid.org/0000-0001-7641-2317>

Oleinik B.A. — <https://orcid.org/0000-0002-4144-3946>

Kutlubaeva R.F. — <https://orcid.org/0000-0002-4671-9040>

Corresponding author: Kutlubaev M.A. — e-mail: mansur.kutlubaev@yahoo.com

To cite this article:

Kutlubaev MA, Nikolaeva IE, Oleinik BA, Kutlubaeva RF. Perioperative strokes in cardiac surgery. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry = Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2021;121(3 vyp 2):10–15. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17116/jnevro202112103210>

Периоперационными называют острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), которые развиваются во время хирургического вмешательства или в течение 30 дней после него. Их частота варьирует от менее 1% в общехирургической практике до 10% после некоторых операций на сердце и сосудах шеи [1].

Периоперационные инсульты подразделяются на ранние — те, которые развиваются во время операции и выявляются сразу после пробуждения пациента, и поздние, которые развиваются после благополучного выхода из наркоза, в течение 30 дней после хирургического вмешательства [2]. Как ранние, так и поздние периоперационные инсульты оказывают выраженное негативное влияние на исход хирургического лечения, увеличивая послеоперационную смертность [3].

Цель данного обзора — анализ частоты, факторов риска, патогенетических механизмов и подходов к профилактике и лечению периоперационных инсультов у пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства.

Эпидемиология

Частота периоперационных инсультов в кардиохирургической практике, по данным метаанализа, выполненного N. Ivascu и соавт. [3], в среднем составляет 2%, ранние и поздние варианты встречаются примерно в равной пропорции. Их частота зависит от множества факторов, но важнейшим среди них является тип выполненного вмешательства. После аортокоронарного шунтирования (АКШ) частота инсультов составляет 3,8%, после АКШ на работающем сердце — 1,9%, после операции на аортальном клапане — 4,8%, после АКШ в сочетании с вмешательством на клапанах — 7,4%, после операций на митральном клапане — 8,8%, после многоклапанной коррекции — 9,8% [4]. По данным отечественных исследований, частота внутригоспитальных ОНМК в многопрофильном стационаре составляет 4,98% и примерно в половине случаев они развиваются в отделении кардиохирургии, чаще всего после открытых операций на сердце, при сочетанных и двуклапанных коррекциях, при шунтирующих операциях с использованием искусственного кровообращения (ИК) [5].

Выделяют ряд факторов, предрасполагающих к развитию периоперационного инсульта [6]: это возраст старше 65 лет; инсульт или транзиторная ишемическая атака (ТИА) в анамнезе; атеросклероз периферических сосудов; АКШ в сочетании с вмешательством на клапанах или изолированное вмешательство на клапанах сердца; атеросклероз сонных артерий.

Дополнительно риск развития периоперационного инсульта увеличивается при наличии артериальной гипертензии в анамнезе, выполнении оперативного вмешательства в экстренном порядке, длительном ИК, а также артериальной гипотензии и использовании транексамовой кислоты во время операции [7, 8].

Патогенез

Механизмы развития периоперационного инсульта чаще всего связаны с явлениями эмболии. Это косвенно подтверждается более высокой частотой инсультов в вертебрально-базиллярной системе у пациентов, перенесших хирургическую операцию в недавнем прошлом, по сравнению с общей популяцией пациентов с ОНМК [9]. Однако конкретные механизмы развития раннего и позднего периоперационного инсульта различны [2].

Ранний (интраоперационный) инсульт развивается вследствие церебральной гипоперфузии или эмболии фрагментами атеросклеротической бляшки в результате манипуляций на измененной атеросклерозом аорте [2].

Интраоперационная гипоперфузия мозга связана со снижением системного артериального давления во время хирургического вмешательства [7]. Анализ данных более 7000 пациентов, перенесших кардиохирургическое вмешательство в условиях ИК, показал, что частота периоперационного инсульта составила 1,5% и одним из основных коррелятов было снижение систолического артериального давления (САД) менее 64 мм рт.ст. во время операции [7].

Дополнительный фактор, повышающий риск развития инсульта в результате гипоперфузии, — это стеноз/окклюзия сонных артерий. Именно сочетание системной гипотензии и нарушения проходимости сонных артерий приводит к развитию интраоперационного инсульта в большинстве случаев. Риск развития ОНМК во время проведения АКШ у пациентов без нарушения проходимости сонных артерий составил около 1,5%, при одностороннем стенозе более 50% — 3%, при двустороннем стенозе более 50% — 5%, а при окклюзирующем поражении — повысился до 7—11% [7].

Исходя из этих данных, считается рациональным исследование сонных артерий до проведения АКШ, а при выявлении гемодинамически значимых стенозов — проведение их хирургической коррекции: либо в два этапа — сначала каротидная эндартерэктомия (КЭА) или стентирование, потом АКШ, либо в ходе комбинированной операции КЭА+АКШ [4, 10]. Однако какой из подходов наиболее эффективен, в настоящее время неясно, этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Другая причина интраоперационного инсульта — церебральная эмболия фрагментами атеросклеротической бляшки во время наложения зажима на восходящую аорту или аортотомии [2]. Для уточнения характеристик бляшки дуги аорты рекомендуется проведение эпиаортального ультразвукового сканирования во время операции. Данный метод превосходит по диагностической ценности пальпацию аорты и чреспищеводную эхокардиографию (ЧпЭхоКГ), особенно в случаях кальцинированных бляшек. Выявление последних позволяет модифицировать методики наложения зажима на аорту, канюляции, температурного контроля, а также технику наложения анастомозов. Данные, полученные в результате проведения эпиаортального ультразвукового сканирования, также могут стать поводом для выбора альтернативных методов оперативного вмешательства (например, это выполнение АКШ на работающем сердце или шунтирование с использованием обеих внутренних грудных артерий) [11, 12].

При проведении пластики аортального клапана возможно использование устройств для предотвращения попадания эмболов в церебральный кровоток. В настоящее время идет исследование эффективности устройств для отклонения эмболов или их захвата [13]. Имеются данные о том, что окклюзия ушка левого предсердия также снижает риск периоперационного инсульта и общую смертность после кардиохирургических вмешательств [14].

Инсульты в позднем послеоперационном периоде также могут быть также связаны с эмболией фрагментами атеросклеротической бляшки аорты, но чаще развиваются в результате послеоперационной аритмии, декомпенсации предшествующих расстройств (расширения предсер-

дий, снижения сократительной способности желудочков) и развития состояния гиперкоагуляции. Поздний послеоперационный инсульт чаще развивается в первые дни после оперативного вмешательства [2].

АКШ

АКШ представляет собой самое частое кардиохирургическое вмешательство. Риск развития инсульта после АКШ относительно повышен у женщин, у пожилых, у пациентов, страдающих сахарным диабетом 2 типа, артериальной гипертензией, хронической болезнью почек, поражением основного ствола левой коронарной артерии, у тех, кто перенес ОНМК в прошлом. Одним из лабораторных маркеров повышенного риска ОНМК является увеличение уровня С-реактивного белка в сыворотке до операции [2].

По некоторым данным, выполнение АКШ на неработающем сердце снижает риск развития инсульта в связи с тем, что при выполнении оперативного вмешательства таким способом аорта меньше подвергается различным манипуляциям [2]. Анализ 2516 пациентов, перенесших АКШ, продемонстрировал, что выполнение операции на неработающем сердце снизило риск развития раннего инсульта, в то время как частота позднего инсульта не отличалась в двух группах [15]. Более позднее исследование не выявило различий в частоте инсульта у пациентов, перенесших АКШ на работающем и неработающем сердце [16].

Протезирование клапанов

Протезирование аортального клапана (АК) и митрального клапана (МК) осложняется ишемическим инсультом (ИИ) в 2,3—4,8% случаев. Риск развития инсульта не зависит от типа использованного клапана (механический или биологический) [17, 18]. Использование минимально инвазивной техники выполнения операции также не оказывает однозначного влияния на риск развития инсульта [2].

По данным метаанализа 16 ретроспективных исследований, риск инсульта после протезирования МК у пациентов старше 80 лет составляет 4%, после клапансохраняющих (реконструктивных) операций — 3% [19].

Сведения о том, что минимально инвазивная техника выполнения операции на МК влияет на риск развития инсульта, неоднозначны. R. Sharouny и соавт. [20] продемонстрировали очень низкую (0,28%) частоту инсультов после малоинвазивных вмешательств на МК, в то время как метаанализ P. Modi и соавт. [21] не выявил различий в частоте инсульта при использовании традиционной и малоинвазивной техник, с другой стороны, анализ базы данных Общества торакальных хирургов выявил повышение риска инсульта при использовании малоинвазивных техник [22, 23].

Развитие инсульта при этом может быть связано с неадекватной деаэрацией, длительным наложением зажимов и другими техническими аспектами [23]. Стенозы сонных артерий являются независимым фактором риска развития инсульта при пластике сердечных клапанов [24, 25].

Транскатетерная имплантация аортального клапана — альтернативный метод лечения тяжелого аортального стеноза для тех, кому противопоказано хирургическое вмешательство на открытом сердце [26].

В 2012 г., когда только началось внедрение данной методики, выполнение операции было связано с двукратным увеличением частоты инсульта по сравнению с группой консервативной терапии [27—29]. По мере совершенствования техники оперативного вмешательства частота периопераци-

онных инсультов снизилась. В 2015 г. этот показатель составил 15,9% и был сопоставим с таковым при операциях, выполненных традиционным способом (14%) [30, 31]. В 2018 г. был опубликован метаанализ, согласно которому частота инсульта после транскатетерной имплантации АК в среднем составила 2,6% и достоверно не отличалась от таковой после открытой операции (2,3%) [18]. Важным фактором риска развития инсульта при данном оперативном вмешательстве является двустороннее поражение сонных артерий [32]. В случае выявленной кальцификации клапанов до выполнения протезирования проводится баллонная вальвулопластика.

Во время вальвулопластики и имплантации клапана возможно развитие кардиоэмболии фрагментами атеросклеротических бляшек [33]. Данный механизм подтвержден транскраниальной доплерографией (ТКДГ). В некоторых случаях развитие инсульта может быть связано с гипотензией во время вмешательства [32].

Геморрагические инсульты редко осложняют кардиохирургические вмешательства. Предполагается, что их развитие связано с резким увеличением фракции сердечного выброса после разрешения явлений хронической сердечной недостаточности. Как следствие, повышается кровенаполнение артерий головного мозга, происходит срыв механизмов ауторегуляции церебрального кровотока и разрыв мелких церебральных артерий. Описаны случаи внутричерепных кровоизлияний после трансплантации сердца и хирургической коррекции врожденных пороков сердца у детей [33, 34]. В некоторых случаях источником кровотечения могут являться ранее недиагностированные аневризмы внутримозговых артерий, кроме того, причиной может быть гипокоагуляция, связанная с приемом антиагрегантов и антикоагулянтов [35].

Подходы к диагностике и лечению

Успешное лечение периоперационного инсульта возможно только при его своевременном выявлении [36]. Для этого предложен ряд мероприятий. В первую очередь рекомендуется проводить обучение сотрудников: медицинских сестер, а также врачей, не имеющих отношения к неврологии, выявлению основных признаков инсульта. Для улучшения коммуникации предлагается выделить отдельный мобильный телефон дежурному врачу-неврологу или внедрить компьютеризированную схему оповещения врача об инсульте [37]. Для экономии времени при выявлении типичных признаков инсульта целесообразно параллельно с вызовом невролога начать стандартное обследование пациента: оценить гемодинамику, провести забор крови для проведения клинического анализа крови, уровня глюкозы, определения международного нормализованного отношения (МНО), связаться с кабинетом КТ. В некоторых случаях осмотр пациента неврологом целесообразно провести в кабинете КТ [38].

При развитии у пациента после кардиохирургического вмешательства острой неврологической симптоматики необходимо проводить дифференциальную диагностику с поражениями плечевого сплетения, периферических нервов (локтевого, малоберцового, бедренного). Основная причина послеоперационных нейропатий — компрессия при ретракции грудины, а также вследствие длительного пребывания конечности в вынужденном положении. Реже наблюдается повреждение возвратного или диафрагмального нерва, приводящее к дисфонии или парезу диафрагмы соответственно. При воздействии на симпатиче-

Таблица 1. Шкала риска развития инсульта после АКШ (D. Charlesworth, et al., 2003)

Table 1. The scale of the risk of stroke after aortocoronary intervention (D. Charlesworth, et al., 2003)

Фактор риска	Балл
Пожилой возраст	
60—69 лет	1,5
70—79 лет	2,5
более 80 лет	3
Неплановая хирургия	
Экстренная	1,5
В течение часов	3,5
Женский пол	1,5
Фракция выброса левого желудочка <40%	1,5
Болезнь сосудов	1,5
Сахарный диабет	1,5
Креатинин более 177 мкмоль/л или диализ	2

Таблица 2. Интерпретация шкалы развития инсульта после АКШ
Table 2. Interpretation of the scale of the development of stroke after aortocoronary intervention

Общий балл	Риск инсульта, %
0—1	0,4
2	0,6
3	0,9
4	1,3
5	1,4
6	2,0
7	2,7
8	3,4
9	4,2
10	5,9
11	7,6
12	>10

ский ствол в ходе операции может развиваться синдром Клода Бернара—Горнера [2].

Системная тромболитическая терапия при ИИ после любых крупных хирургических вмешательств противопоказана в течение 3 нед, поэтому единственным видом реперфузионной терапии, допустимым в данном случае, является механическая тромбэмболизация или тромбаспирация [2].

Профилактика

Профилактика периперационного инсульта в первую очередь связана с коррекцией модифицируемых факторов риска. Для выявления пациентов с повышенным риском периперационного инсульта предложен ряд шкал: STS, R2CHADS2, CADS2 и CHA2DS2VASc (табл. 1 и 2). Из них первые две шкалы имеют наиболее высокую диагностическую ценность [39, 40].

При наличии у пациентов — кандидатов на АКШ гемодинамически значимых стенозов сонных артерий рекомендуется оперативное лечение обоих состояний. Возможно несколько вариантов: 1) комбинированное проведение АКШ и КЭА; 2) поэтапное вмешательство: КЭА, затем АКШ; 3) АКШ, затем КЭА; 4) стентирование коронарной артерии (СКА), затем АКШ; 5) КЭА, затем АКШ на неработающем сердце [41].

Выбор тактики оперативного вмешательства зависит от конкретной клинической ситуации, в частности, от наличия симптомов стеноза каротидных артерий и формы ишемической болезни сердца (ИБС), например стабильная или нестабильная стенокардия [42]. Однако целесообразность комбинированных операций вызывает сомнения. По данным J. Castaldo и соавт. [43], при сочетании ИБС и стеноза сонных артерий комбинированные АКШ+КЭА связаны с более высоким риском развития периперационного инсульта, чем АКШ без вмешательства на сонных артериях.

Для снижения риска интраоперационной эмболии при манипуляциях на измененной атеросклерозом аорте предложена техника «неприкасаемой аорты» [44, 45]. Д.С. Тунгусов и соавт. [46] провели сравнение частоты инсультов в двух группах больных: у пациентов после АКШ в условиях ИК и кардиopleгии и у прооперированных на работающем сердце с использованием данной методики ($n=158$). При этом инсульты наблюдались только у пациентов первой группы, их частота составила 2,5%.

Наличие инсульта в анамнезе связано с повышенным риском развития периперационного инсульта. Убедительных данных о том, через какое время после инсульта безопасно проводить кардиохирургическое вмешательство, на данный момент недостаточно. Считается, что примерно через месяц после ОНМК нормализуется ауторегуляция мозгового кровотока и снижается риск повторного инсульта. Анализ исходов некардиохирургических операций, выполненных у пациентов с инсультом в анамнезе, показал, что риск развития послеоперационных осложнений, связанных с перенесенным ОНМК, исчезает через 9 мес от момента развития последнего [35].

Важная роль в профилактике раннего периперационного инсульта принадлежит контролю артериального давления, а также уровня насыщения крови кислородом и углекислым газом во время оперативного вмешательства. [7]. Попытки применения бета-блокаторов длительного действия, в частности, метопролола, перед эндоваскулярными и открытыми кардиохирургическими вмешательствами не дали положительного результата в отношении снижения риска развития периперационных инсультов [2].

Для предотвращения интраоперационной эмболии фрагментами атеросклеротической бляшки могут использоваться специальные устройства, улавливающие эмболы в сосудах выше по ходу кровотока, в частности внутриаортальная фильтрационная система Embol-X или канюля для защиты от эмболов CardioGard [47].

Заключение

Таким образом, несмотря на постоянное совершенствование техники хирургических вмешательств на сердечно-сосудистой системе, проблема периперационного инсульта не теряет своей актуальности. Особенно высок риск развития ОНМК у пациентов, перенесших АКШ и операции на клапанах сердца. Снижение риска развития инсульта в кардиохирургической практике возможно лишь при комплексном подходе к данной проблеме. В первую очередь на этапе отбора на хирургическое лечение необходимо оценивать риск периперационного инсульта, например с помощью шкал STS или R2CHADS2, и проводить коррекцию модифицируемых факторов. В частности, все пациенты, которым планируется АКШ, должны

проходить исследование сонных артерий. При выявлении гемодинамически значимых стенозов при отсутствии экстренных показаний для АКШ необходимо предварительное проведение КЭА или стентирования сонных артерий.

Во время оперативного вмешательства необходимо тщательно оценивать показатели гемодинамики и газов крови, в частности pO_2 и pCO_2 . Во время операции необходимо поддерживать САД более 64 мм рт.ст. Интраоперационное проведение эпияортального ультразвукового сканирования позволяет модифицировать манипуляции на аорте и снизить риск эмболического инсульта. В некоторых случаях целесообразно использование техники «неприкасаемой аорты». Профилактика послеоперационных нарушений ритма сердца связана со снижением риска поздних периоперационных инсультов.

Для успешного лечения периоперационных инсультов важна ранняя диагностика, которая возможна при условии

внедрения в медицинской организации специального алгоритма, который вовлекает в диагностику первых признаков инсульта не только невролога, но и врачей иных специальностей, а также медицинских сестер. При развитии ИИ единственным допустимым методом реперфузионной терапии является механическая тромбэктомия.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку и испытание средств защиты от интраоперационной эмболии во время кардиохирургических вмешательств, а также техник с минимальным воздействием на аорту. Необходимо выяснение оптимальных алгоритмов хирургического лечения пациентов с гемодинамически значимыми стенозами сонных артерий, нуждающихся в проведении кардиохирургических вмешательств.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Selim M. Perioperative stroke. *N Engl J Med.* 2007;356(7):706–713. <https://doi.org/10.1056/NEJMra062668>
2. Leary MC, Varade P. Perioperative Stroke. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2020;20(5):12. <https://doi.org/10.1007/s11910-020-01033-7>
3. Ivascu NS, Khan FM, Rahoma M, et al. Characteristics and anatomic distribution of early versus late stroke after cardiac surgery. *J Card Surg.* 2019;34(8):684–689. <https://doi.org/10.1111/jocs.14121>
4. Naylor AR, Mehta Z, Rothwell PM, Bell PR. Carotid artery disease and stroke during coronary artery bypass: a critical review of the literature. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2002;23(4):283–294. <https://doi.org/10.1053/ejvs.2002.1609>
5. Филимонова П.А., Волкова Л.И., Алашеев А.М., Гричук Е.А. Внутривенный инсульт у пациентов кардиохирургического профиля. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2017;11:28–33. Filimonova PA, Volkova LI, Alashev AM, Grichuk EA. In-hospital stroke in patients after cardiovascular surgery. *Annals of Clinical and Experimental Neurology.* 2017;11:28–33. (In Russ.).
6. Whitlock R, Healey JS, Connolly SJ, et al. Predictors of early and late stroke following cardiac surgery. *CMAJ.* 2014;186(12):905–911. <https://doi.org/10.1503/cmaj.131214>
7. Sun LY, Chung AM, Farkouh ME, et al. Defining an intraoperative hypotension threshold in association with stroke in cardiac surgery. *Anesthesiology.* 2018;129(3):440–447.
8. Zhou ZF, Zhang FJ, Huo YF, et al. Intraoperative tranexamic acid is associated with postoperative stroke in patients undergoing cardiac surgery. *PLoS One.* 2017;12(5):e0177011. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177011>
9. Pierik R, Uyttenboogaart M, Erasmus ME, et al. Distribution of perioperative stroke in cardiac surgery. *Eur J Neurol.* 2019;26(1):184–190. <https://doi.org/10.1111/ene.13793>
10. Brott TG, Halperin JL, Abbara S, et al. 2011 ASA/ACCF/AHA/AANN/AANS/ACR/ASNR/CNS/SAIP/SCAI/SIR/ SNIS/SVM/SVS guideline on the management of patients with extracranial carotid and vertebral artery disease. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57(8):e16–94. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.11.006>
11. Yamaguchi A, Adachi H, Tanaka M, Ino T. Efficacy of intraoperative epiaortic ultrasound scanning for preventing stroke after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;15(2):98–104.
12. Rosenberger P, Shernan SK, Löffler M, et al. The influence of epiaortic ultrasonography on intraoperative surgical management in 6051 surgical patients. *Ann Thorac Surg.* 2008;85(2):548–553. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2007.08.061>
13. Mack M. Can we make stroke during cardiac surgery a never event? *JTCVS.* 2015;149(4):965–967. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.12.072>
14. Yao X, Gersh BJ, Holmes DR, et al. Association of surgical left atrial appendage occlusion with subsequent stroke and mortality among patients undergoing cardiac surgery. *JAMA.* 2018;319(20):2116–2126. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.6024>
15. Nishiyama K, Horiguchi M, Shizuta S, et al. Temporal pattern of strokes after on-pump and off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg.* 2009;87(6):1839–1844. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2009.02.061>
16. Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, et al. Effects of off-pump and on-pump coronary artery bypass grafting at 1 year. *N Engl J Med.* 2013;368(13):1179–1188. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1301228>
17. Glaser N, Jackson V, Holzmänn MJ, et al. Aortic valve replacement with mechanical vs. biological prostheses in patients aged 50–69 years. *Eur Heart J.* 2016;37(34):2658–2667. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv580>
18. Cao C, Ang SC, Indraratna P, et al. Systematic review and meta-analysis of transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement for severe aortic stenosis. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(1):10–23. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319x.2012.11.09>
19. Andalib A, Mamane S, Schiller I, et al. A systematic review and meta-analysis of surgical outcomes following mitral valve surgery in octogenarians: implications for transcatheter mitral valve interventions. *Euro Intervention.* 2014;9(10):1225–1234. <https://doi.org/10.4244/eijv9i10a205>
20. Sharony R, Grossi EA, Saunders PC, et al. Minimally invasive reoperative isolated valve surgery: early and mid-term results. *J Card Surg.* 2006;21(3):240–244. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2006.00271.x>
21. Modi P, Hassan A, Chitwood WR. Minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;34(5):943–952. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.07.057>
22. Gammie JS, Zhao Y, Peterson ED, et al. Less-invasive mitral valve operations trends and outcomes from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database. *Ann Thorac Surg.* 2010;90(5):1401–1410. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2010.05.055>
23. Iribarne A, Easterwood R, Chan EYH, et al. The golden age of minimally invasive cardiothoracic surgery: current and future perspectives. *Futur Cardiol.* 2011;7(3):333–346. <https://doi.org/10.2217/fca.11.23>
24. Udesch R, Solanki P, Mehta A, et al. Carotid artery stenosis as an independent risk factor for perioperative strokes following mitral valve surgical intervention. *J Neurol Sci.* 2017;382:170–184. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2017.10.004>

25. Udesch R, Mehta A, Gleason T, Thirumala PD. Carotid artery disease and perioperative stroke risk after surgical aortic valve replacement: a nationwide inpatient sample analysis. *J Clin Neurosci*. 2017;42:91-96. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.04.006>
26. Carroll JD. Different health care systems with a common message: experience has a major impact on transcatheter aortic valve replacement outcomes. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018;11(17):1680-1682. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.07.026>
27. Miller DC, Blackstone EH, Mack MJ, et al. Transcatheter (TAVR) versus surgical (AVR) aortic valve replacement: occurrence, hazard, risk factors, and consequences of neurologic events in the PARTNER trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;143(4):832-843.e13. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.01.055>
28. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*. 2011;364(23):2187-2198. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1103510>
29. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, et al. Transcatheter or surgical aortic-valve replacement in intermediate-risk patients. *N Engl J Med*. 2016;374(17):1609-1620. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1514616>
30. Makkar RR, Fontana GP, Jilaihawi H, et al. Transcatheter aortic valve replacement for inoperable severe aortic stenosis. *N Engl J Med*. 2012;366(18):1696-1704. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1202277>
31. Mack MJ, Leon MB, Smith CR, et al. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valves replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis: a randomized controlled trial. *Lancet*. 2015;385(9986):2477-2484. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(15\)60308-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(15)60308-7)
32. Thirumala PD, Muluk S, Udesch R, et al. Carotid artery disease and periprocedural stroke risk after transcatheter aortic valve implantation. *Ann Card Anaesth*. 2017;20(2):145-151. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_13_17
33. Humphreys RP, Hoffman JH, Mustard WT, et al. Cerebral hemorrhage following heart surgery. *J Neurosurg*. 1975;43(6):671-675. <https://doi.org/10.3171/jns.1975.43.6.0671>
34. Sila CA. Spectrum of neurologic events following cardiac transplantation. *Stroke*. 1989;20(11):1586-1588. <https://doi.org/10.1161/01.str.20.11.1586>
35. Ko SB. Perioperative stroke: pathophysiology and management. *Korean J Anesthesiol*. 2018;71(1):3-11. <https://doi.org/10.4097/kjae.2018.71.1.3>
36. Wimmer NJ, Williams DO. Transcatheter aortic valve replacement and stroke. *Circ Cardiovasc Interv*. 2015;8(6):e002801. <https://doi.org/10.1161/circinterventions.115.002801>
37. Cumbler E, Anderson T, Neumann R, et al. Stroke alert program improves recognition and evaluation time of in-hospital ischemic stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2010;19(6):494-496. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2009.09.007>
38. Manners J, Khandker N, Barron A, et al. An interdisciplinary approach to in-hospital stroke improves stroke detection and treatment time. *J Neurointerv Surg*. 2019;11(11):1080-1084. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2019-014890>
39. Peguero JG, Issa O, Podesta C, et al. Usefulness of the CHA2DS2VASc score to predict of post-operative stroke in patients having cardiac surgery independent of atrial fibrillation. *Am J Cardiol*. 2015;115(6):758-762. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.12.037>
40. Peguero JG, Lo Presti S, Issa O, et al. Simplified prediction of postoperative cardiac surgery outcomes with a novel score: R2CHADS2. *Am Heart J*. 2016;177:153-159. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2016.04.019>
41. Poi MJ, Echeverria A, Lin PH. Contemporary management of patients with concomitant coronary and carotid artery disease. *World J Surg*. 2018;42(1):272-282. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4103-7>
42. Cheng H, Udesch R, Mehta A, Thirumala PD. Perioperative strokes after coronary artery bypass grafting with staged carotid endarterectomy: a nationwide perspective. *J Clin Anesth*. 2017;39:25-30. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2017.03.024>
43. Castaldo JE, Yacoub HA, Li Y, et al. Open heart surgery does not increase the incidence of ipsilateral ischemic stroke in patients with asymptomatic severe carotid stenosis. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;26(10):2154-2159. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.04.037>
44. Kim KB, Kang CH, Chang WI, et al. Off-pump coronary artery bypass with complete avoidance of aortic manipulation. *Ann Thorac Surg*. 2002;74(4):1377-1382. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(02\)04060-2](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(02)04060-2)
45. Lev-Ran O, Loberman D, Matsa M, et al. Reduced strokes in the elderly: the benefits of untouched aorta off-pump coronary surgery. *Ann Thorac Surg*. 2004;77(1):102-107. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(03\)01334-1](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(03)01334-1)
46. Тунгусов Д.С., Молочков А.В., Чернов И.И. и др. Периоперационные инсульты у пожилых пациентов после коронарного шунтирования. *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. акад. Б.В. Петровского*. 2016;4:22-26. Tungusov DS, Molochkov AV, Chernov II, et al. Perioperative stroke after coronary artery bypass grafting in elderly patients. *Klinicheskaya i eksperimental'naya khirurgiya. Zhurnal im. akad. B. V. Petrovskogo*. 2016;4:22-26. (In Russ.). <https://doi.org/10.1097/aln.00000000000002298>
47. Bolotin G, Huber CH, Shani L, et al. Novel emboli protection system during cardiac surgery: a multicenter, randomized, clinical trial. *Ann Thorac Surg*. 2014;98(5):1627-1633. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.061>

Поступила 23.11.2020

Received 23.11.2020

Принята к печати 25.11.2020

Accepted 25.11.2020