

Г.Г. Хубулава^{1,2}, Н.Н. Шихвердиев^{1,2}, С.П. Марченко¹,
В.В. Суворов¹, А.Б. Наумов¹, А.В. Филоненко³,
И.И. Аверкин¹, В.В. Зайцев¹

Факторы риска стеральной инфекции у детей после кардиохирургических операций

¹Санкт-Петербургский педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург

²Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

³Ростовская областная клиническая больница, Ростов-на-Дону

Резюме. Представлены факторы риска стеральной инфекции у детей после кардиохирургических операций. Показано, что стеральная хирургическая инфекция по результатам современных исследований является серьезным осложнением в детской кардиохирургии. При этом сочетание различных локализаций очага отмечается в 2,3–8% случаев. Кардиохирургам чаще всего приходится сталкиваться с такими серьезными осложнениями, как эндокардит (от 0,9 до 2,6%), медиастинит (от 0,2 до 3,3%) и т.д. Среди всех случаев инфекции в послеоперационном периоде на долю стеральной раневой инфекции среди детей приходится 0,2–11%. Рекомендаций по мероприятиям профилактики стеральной раневой инфекции у детей после кардиохирургических вмешательств не существует, поэтому приходится либо ссылаться на рекомендации для взрослых, либо развить программу для предотвращения развития раневой инфекции у детей.

Попытки редуцировать частоту развития инфекции грудины и окружающих ее тканей после срединной стернотомии зачастую малоэффективны, о чем свидетельствуют данные большинства работ, посвященных этой проблеме. Частота инфекционных осложнений является интегральным показателем качества оказания кардиохирургической помощи в лечебном учреждении. Это связано с тем, что достижение наилучшего результата в лечении пациента напрямую связано не только с совершенствованием хирургической техники и методов профилактики инфекции, но и с совершенствованием анестезиологического, реаниматологического, перфузиологического обеспечения кардиохирургических вмешательств. Следует также учитывать, что патогенез заболевания, методики коррекции того или иного состояния на каждом этапе лечения являются неотъемлемой частью успеха.

Ключевые слова: стеральная инфекция у детей, инфекция грудины, факторы риска, инфекция в детской кардиохирургии, осложнения в детской кардиохирургии, медиастинит, инфекция средостения, летальность в кардиохирургии, лечение медиастинита.

Введение. Инфекционные осложнения у детей после кардиохирургических операций, по данным различных авторов [18, 35], встречаются с частотой от 13 до 31%. Несмотря на постоянный контроль за соблюдением правил асептики и антисептики, периодическое внедрение в клиническую практику новейших антисептических и антибактериальных средств, стеральная хирургическая инфекция является одним из распространенных и серьезных осложнений в детской кардиохирургии. Мер, позволяющих полностью исключить вероятность развития инфекции грудины и окружающих ее тканей после срединной стернотомии, на данный момент не существует, о чем свидетельствуют данные большинства работ, посвященных этой проблеме. Рекомендаций по мероприятиям профилактики стеральной раневой инфекции у детей после кардиохирургических вмешательств не существует, поэтому приходится либо ссылаться на рекомендации для взрослых, либо развить программу для предотвращения развития раневой инфекции у детей [24, 45]. В рекомендациях по профилактике стеральной раневой инфекции во «взрослой кардиохирургии» учитываются факторы риска, многие из которых сопоставить с факторами

риска у детей невозможно [11, 24]. Поэтому вопрос о применении этих рекомендаций в детской кардиохирургии остается дискуссионным.

Инфекция послеоперационной раны грудины негативно влияет на раннюю, среднепродолжительную и отдаленную выживаемость после кардиохирургических операций [1, 12, 14]. Интуитивно кажется, что у пациентов с глубокой раневой стеральной инфекцией выживаемость в течение 30 дней сравнима с пациентами, у которых не было этого осложнения, но на самом деле исход в отдаленном периоде у таких пациентов значительно хуже [11]. Несмотря на применение современного протокола лечения стеральной инфекции у детей, который включает в себя перевязки, мышечную пластику раневого дефекта и другие мероприятия, ранняя смертность все равно остается высокой и, например, для группы детей с возрастом до 1 месяца жизни она составляет от 30 до 50% [14, 15, 18, 24, 44, 47]. Кроме того, с помощью современных методов диагностики не всегда удается исключить наличие инфекционного процесса, так, например, при динамическом изменении количества лейкоцитов в крови можно заподозрить развитие бактериальной инфекции лишь в 70% случаев [49].

Факторы риска развития инфекционных осложнений раны грудины после операции на сердце продолжают изучаться на протяжении многих десятилетий [2, 18]. Если у пациента есть предпосылки к нарушению процесса заживления раны, то риск развития инфекции раны после хирургической операции увеличивается [14]. С другой стороны, наличие инфекции негативно влияет на репаративные процессы, и в таких случаях трудно определить что первично: инфекция, которая приводит к плохому заживлению послеоперационной раны, или нарушения процесса заживления, которые приводят к развитию инфекции [2, 44].

Инфекция приводит к существенному изменению течения заболевания: возникает необходимость в характерных вмешательствах с целью санации раны, агрессивной антибиотикотерапии, в результате чего возникает риск приобретения микроорганизмами устойчивости к антибактериальным препаратам. В результате продлевается срок госпитализации, пребывания в реанимации или палате интенсивной терапии, удлиняется период механической поддержки дыхания, а также инотропной поддержки, и таким образом возрастает летальность [20, 49, 50].

Факторы риска развития осложнений целесообразно разделять в соответствии с этапами лечения пациента (таб.).

Предполагается, что факторы риска одинаковы для всех типов раневой инфекции. Основные факторы риска у взрослых включают в себя ожирение, заболевания периферических сосудов, сахарный диабет, длительная продолжительность операции, длительное время искусственного кровообращения, продолжительная вентиляция легких, повторные операции, продолжающееся кровотечение, а также использование двух внутренних грудных артерий в качестве шунтов при коронарном шунтировании [52]. Многие из этих факторов неприменимы в детской кардиохирургии. В педиатрии актуальны другие факторы риска развития инфекции раны: возраст менее одного года, малая масса тела, повышенный риск по шкале ASA, и большая продолжительность операции [29, 33], а также отсроченное сведение и закрытие раны грудины, которое обычно используется у новорожденных после операции на сердце, генетические мутации, пороки сердца «синего» типа и многие другие.

Интересно, что младенцы в возрасте от 1 до 12 месяцев имеют больший риск развития инфекции, чем новорожденные дети (менее 28 дней жизни). Но данные исследований A.L. Allpress et al. [4] противостоят этому: возраст менее 28 дней жизни является наиболее значимым фактором риска развития инфекции стернотомной раны после кардиохирургических

Таблица

Факторы риска стернальной инфекции в раннем послеоперационном периоде у детей после кардиохирургических операций

Факторы риска		
предоперационные	интраоперационные	послеоперационные
Возраст менее 1 года [20, 24]	Интраоперационная гипотермия [20, 29]	«Openchest» после операции [10, 52]
Интраназальная контаминация <i>S. aureus</i> [20]	Необходимость в каких-либо процедурах во время операции [22]	Использование электродов для ВЭКС более 3 суток [5]
Генетические мутации [24]	Продолжительность операции [29]	Рестернотомия [45, 30]
Госпитализация более чем за 48 ч до операции [18]	Продолжительность ИК [16, 26, 29]	Кровотечение [29, 30]
Высокий риск по шкале ASA [20, 24]	Длительность пережатия аорты [26, 48]	Длительное использование ЦВК [52]
Пороки синего типа [50]	Циркуляторный арест [48]	Дооперационное лечение O2 [31]
Деформации грудной клетки [14]	Количество гемо- и плазматрансфузий [9, 19]	Длительность стояния мочевого катетера [4]
Высокий риск по шкале PRM [4, 6, 20, 37]	Асимметричная стернотомия [52]	Применение адреномиметиков и адреноблокаторов [8, 26].
Масса ребенка [6]	Чрезмерное применение электрокоагуляции [52]	Длительность нахождения в ОАИР [27].
Сложность порока [37]	Применение воска для остановки кровотечения из грудины [52]	Длительность ИВЛ [26]
Наличие других очагов инфекции до операции [24]	Неадекватное дренирование раны [17, 19, 46]	Количество реинтубаций [21, 22, 24]
		Ацидоз [10]
		Шок [7, 23, 33]

Примечание: *S. aureus* – Staphylococcus aureus; ASA – Американское общество анестезиологов; PRM – шкала риска летального исхода в педиатрии; ИК – искусственное кровообращение; ВЭКС – временная электрокардиостимуляция; ЦВК – центральный венозный катетер; ОАИР – отделение анестезиологии и реанимации; ИВЛ – искусственная вентиляция легких.

операций по поводу врожденных пороков сердца. Возраст пациентов от 1 года до 10 лет в исследовании C.V. Long et al. [28] также определен в качестве фактора риска развития хирургической инфекции.

Генетические мутации у детей, такие как синдром DiGeorge, синдром асплении и другие, приводят к повышению риска развития инфекционных осложнений [5]. Вероятнее всего, это связано с каким-либо «дефектом» иммунитета. Однако некоторые генетические мутации не способствуют повышению риска развития инфекции, например трисомия 21, синдромы Marfan, Alagille и Williams-Beuren.

Деформации грудной клетки являются причиной возникновения трудностей при сведении грудины и оказывают дополнительную нагрузку на шов грудины, что также способно привести к несостоятельности хирургического шва и замедлению репарации тканей грудины [24].

Источником стеральной инфекции могут стать очаги воспаления в дыхательных путях. Этиологическим фактором может быть как грамотрицательная [10, 28], так и грамположительная флора, и почти всегда это внутригоспитальная флора. Строгое соблюдение санитарно-гигиенических требований помогает снизить риск развития нозокомиальной инфекции в послеоперационном периоде, а также уменьшить возможный риск развития стеральной инфекции. Стеральная инфекция, вызванная метициллин-резистентным *Staphylococcus aureus* (MRSA), значительно снижает шансы успешного лечения.

Как было продемонстрировано R.E. Williams et al. [55] еще в 1959 г., колонизация в верхних отделах дыхательных путей *S. aureus* является риском развития инфекции раны. По их данным, раневая инфекция развивалась у 2% пациентов без контаминации *S. aureus* в верхних дыхательных путях и у 7,1% с наличием *S. aureus* в верхних дыхательных путях. H.J. Weinstein et al. [54] в своем исследовании тоже указывают на связь наличия назальной контаминации *S. aureus*: 1,2% в группе с негативным тестом на наличие *S. aureus* в верхних дыхательных путях и 11,7% в группе с положительным тестом. Частота колонизации *S. aureus* в верхних дыхательных путях в исследовании H.J. Weinstein et al. [54] была 34%, а в работе R.E. Williams et al. [55] – 38%.

Применение назальной мази мупироцин снижает частоту инфекции раны, вызванной *S. aureus* [43]. Но применение мупироцина с профилактической целью, особенно в отделениях интенсивной терапии, увеличивает риск развития резистентности микроорганизмов [43, 44].

Любой сопутствующий инфекционный процесс (например урологическая инфекция) в той или иной степени снижает сопротивляемость организма инфекции, что может увеличивать риск развития осложнений со стороны послеоперационной раны, и тоже может быть рассмотрен в качестве дополнительного фактора риска развития стеральной инфекции [32, 33].

Интраоперационные манипуляции считаются потенциальными первичными этиологическими фак-

торами развития инфекции раны грудины, но это не означает, что влияние «послеоперационных» факторов имеет меньшее значение в развитии инфекции [20, 24].

Процесс заживления раны грудины нарушается, если края грудины не сопоставлены должным образом, а также, если развивается ишемия надкостницы и костной ткани. Большинство факторов зависят от оперирующего кардиохирурга. Процессы сращения краев грудины ухудшаются при асимметричной стернотомии, чрезмерном использовании электрокоагуляция мягких тканей, применении воска для остановки кровотечения из губчатого вещества грудины и т.п. [52]. Перечисленное может стать причиной ишемии грудины и мягких тканей.

Неадекватное дренирование раны и полостей может стать причиной скопления крови и формированию сгустков крови. Последнее является благоприятным фактором для размножения микроорганизмов [53]. Качественно выполненная хирургическая обработка и адекватное дренирование – действенные меры предупреждения инфицирования раны [36, 46].

Существуют данные, что отсроченное закрытие стернотомной раны у детей повышает риск развития грамотрицательной инфекции средостения, в частности медиастинита [28].

Существуют данные о связи развития стеральной инфекции, в частности медиастинита, с применением препаратов, действующих на адренэргические рецепторы. Возможным механизмом в таком случае может быть нарушение трофики тканей области раны [8, 17]. Эти исследования, однако, являлись одноцентровыми и ограничены небольшими выборками. Имеющиеся способы оценки риска развития послеоперационных инфекционных осложнений у взрослых недостаточно корректны для их применения в детской хирургии [16, 23].

В исследовании J. Kagen et al. [24] доказана связь развития стеральной и гематогенной инфекций с методикой и длительностью проведения искусственного кровообращения, длительностью проведения механической поддержки дыхания и количеством реинтубаций, а также с наличием других очагов инфекции в раннем предоперационном периоде. G. Holzmann-Pazgal et al. [20] выявили повышение частоты развития инфекции стернотомной раны у пациентов с кардиоторакальными процедурами в анамнезе, повышенном риске по шкалам ASA и PRM, периоперационной гипотермии, рестернотомии, назальной контаминации *S. aureus*, длительном времени операции и предоперационной подготовки, а также молодой возраст [25].

Но A. Nateghian, G. Taylor, J.L. Robinson [37] при относительно малой наблюдаемой выборке утверждают о наличии сильной связи указанных факторов, как предикторов для развития инфекционных осложнений, что, наверное, не совсем корректно. Другие исследования указывают на значительное повышение риска развития инфекции у пациентов при сочетании

молодого возраста и сложностью порока [38]. Возраст ребенка – тот фактор риска развития инфекции, который следует учитывать только при корреляции с массой тела [6].

Предоперационные нарушения, такие как ацидоз, остановка кровообращения, шок, не являются предикторами стерильной инфекции, в то время как в интра- и послеоперационном периоде такие изменения увеличивают вероятность развития стерильной инфекции [8].

Среди факторов риска в послеоперационном периоде фигурирует доля кислорода во вдыхаемом воздухе (FiO_2) при проведении механической поддержки функции дыхания, особенно у пациентов с длительной ИВЛ. С.С. Meyhoff et al. и К.О. Pryor et al. [34, 39] оценивали влияние различных долей кислорода во вдыхаемом воздухе на частоту развития инфекционных осложнений раны у хирургических пациентов во время проведения искусственной вентиляции легких. Кроме того, они сравнивали две группы: первая группа пациентов – с использованием долей кислорода во вдыхаемом воздухе не менее 80%, во второй группе – «стандартные показатели» (т.е. FiO_2 не более 30%). У пациентов первой группы частота возникновения раневой инфекции была ниже, чем у пациентов, которым осуществлялась вспомогательная вентиляция легких с FiO_2 не менее 30%. К.О. Pryor et al. [39] получили противоположные данные: у пациентов группы, получавшей FiO_2 не менее 80%, инфекционные осложнения раны встречались чаще. С.С. Meyhoff et al. [34] не выявили различий между двумя группами. Затем авторами было проведено рандомизированное исследование 1400 пациентов, разделенных на две группы по тому же принципу, в котором не отмечается никакой взаимосвязи высоких долей FiO_2 во вдыхаемом воздухе при проведении ИВЛ в послеоперационном периоде с риском развития раневой инфекции. При этом уровень хирургической инфекции во всех исследованиях был высоким (>10%) в обеих группах.

В связи с этим вопрос о необходимости применения высокого FiO_2 во вдыхаемом воздухе остаётся неясным. Такие различные и противоположные данные не позволяют окончательно установить роль этого фактора в патогенезе стерильной инфекции и нуждаются в дополнительном экспериментальном и клиническом исследованиях.

Одной из главных причин развития инфекции раны является недостаточное обеспечение тканей кислородом. Снабжение тканей кислородом зависит от следующих показателей: содержание кислорода в крови, его доставка, потребление и степень утилизации тканями. Общеизвестно, что тканевая гипоксия является фактором риска инфицирования раны и нарушения репаративных процессов раны [39, 40]. Необходимость обеспечения адекватного кровоснабжения тканей раны не вызывает сомнения, и в этой ситуации важно достичь нормальной оксигенации и доставки веществ к клеткам.

Проведение гемо- и плазмотрансфузий увеличивает риск развития стерильной инфекции. Эти процедуры обладают иммуномодулирующим эффектом, который заключается в угнетении функции клеток натуральных киллеров, Т-клеточной пролиферации и секреции лимфокинов [9]. Это влияние особенно сильно в группе детей, которым выполнена трансплантация сердца. Но влияние гемотрансфузий на процессы развития хирургической инфекции все же остается дискуссионным. В исследовании TRACS (необходимость в трансфузиях в кардиохирургии) 502 пациента, перенесших операции на сердце с ИК были разделены на группы: с гематокритом $\geq 30\%$ и с гематокритом $\geq 24\%$ [19]. Гемо- и плазмотрансфузии проводились в период с начала операции до выписки. Показаниями для переливания компонентов крови считали уровень гематокрита менее 30% в I группе и менее 24% во II группе. По полученным результатам в двух группах не отмечено статистической значимости влияния переливания компонентов крови на развитие инфекционных осложнений раны грудины.

Это указывает на то, что для поддержания уровня гемоглобина и сердечного выброса в пределах нормы требуется выполнение ряда мероприятий, в том числе и гемотрансфузий. По этому поводу не существует однозначного мнения. Ю.Л. Шевченко и др. [2] считают, что использование донорской крови и/или ее компонентов обуславливают выраженность послеоперационной иммунодепрессии, а другие утверждают обратное. Ретроспективный анализ 238 взрослых пациентов после операции аортокоронарного шунтирования показал, что переливание аллогенной крови повышает риск инфекционных осложнений [3, 41, 42]. Однако переливание эритроцитарной массы при низком уровне гемоглобина способствует коррекции тканевой гипоксии, и в результате снижается риск инфекционных осложнений. Одним из наиболее интересных систематических обзоров, посвященных уменьшению частоты инфекционных осложнений, является метаанализ, проведенный Lidia Dalfino et al. [12] в 2011 году. По ее данным, стандартные подходы к коррекции гемодинамики у хирургических больных могут являться причиной развития инфекционных осложнений. В 26 рандомизированных контролируемых клинических исследованиях, включавших 4188 пациентов, лечение по принципам индивидуализированной целевой периоперационной коррекции гемодинамики позволило существенно снизить частоту инфекции, пневмонии. Лечение пациента должно проводиться с индивидуальным подходом к каждому пациенту. Основной целью этого является достижение адекватного метаболизма кислорода в тканях, сердечного индекса, а также нормогитратация. Стандартные методы контроля за гемодинамикой недостаточны для этого, поэтому сложно оценить риск инфекционных осложнений. Немаловажно учитывать, что потребление кислорода тканями значительно повышается при стрессовых ситуациях, операциях и в том числе при инфекционном процессе.

Остается актуальным вопрос о необходимости пересмотра существующих концепций по контролю и коррекции гемодинамики, особенно у пациентов высокого риска, к которым относятся больные с вероятностью летального исхода более 5% [12].

Таким образом, до сих пор существует ряд проблем в профилактике и лечении стерильной инфекции в детской кардиохирургии. Ее элиминация труднодостижима и требует применения комплекса мероприятий при лечении пациента с момента поступления в стационар до выписки. Такие объективные показатели качества лечения, как смертность, инфаркт миокарда, инфекционные осложнения, неврологические нарушения, могут служить индикаторами качества оказания помощи в целом. Усовершенствование хирургической составляющей, а также методик интенсивной терапии, качества анестезии и метода проведения искусственного кровообращения способствуют снижению раневой инфекции в детской кардиохирургии.

Литература

- Бисенков, Л.Н. Хирургическое лечение инфекционных осложнений поврежденной груди и живота / Л.Н. Бисенков, П.Н. Зубарев. – СПб.: Logos, 1997. – 224 с.
- Шевченко, Ю.Л. Радиоизотопное исследование в диагностике очагов инфекции у кардиохирургических больных / Ю.Л. Шевченко [и др.] // Вест. хир. – 1998. – № 5. С. 105–108.
- Agrifoglio, M. Double vs single internal thoracic artery harvesting in diabetic patients: role in perioperative infection rate / M. Agrifoglio [et al.] // J. cardiothorac. surg. – 2008. – Vol. 3. – P. 35.
- Allpress, A.L. Risk factors for surgical site infections after pediatric cardiovascular surgery / A.L. Allpress [et al.] // *Pediatr. infect. dis. j.* – 2004. – Vol. 23, №3. – P. 231–234.
- Al-Sehly, A. Pediatric poststernotomy mediastinitis / A. Al-Sehly [et al.] // *Ann. thorac. surg.* – 2005. – Vol. 80. – P. 2314–2320.
- Bakshi, K.D. Determinants of early outcome after neonatal cardiac surgery in a developing country / K.D. Bakshi [et al.] // *J. thorac. cardiovasc. surg.* – 2007. – Vol. 134. – P. 765–771.
- Ben-Ami, E. Risk factors for sternal wound infection in children undergoing cardiac surgery: a case-control study / E. Ben-Ami [et al.] // *J. hosp. infect.* – 2008. – Dec. – Vol. 70, № 4. – P. 335–340.
- Bitkover, C.Y. Mediastinitis after cardiovascular operations: a case-control study of risk factors / C.Y. Bitkover, B. Gardlund // *Ann. thorac. surg.* – 1998. – Vol. 65. – P. 36–40.
- Blajchman, M.A. Immunomodulation and blood transfusion / M.A. Blajchman // *Am. j. ther.* – 2002. – Vol. 9. – P. 389–395.
- Carrier, M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection in a cardiac surgical unit / M. Carrier [et al.] // *J. thorac. cardiovasc. surg.* – 2002. – Vol. 123. – P. 40–44.
- Cayci, C. Risk analysis of deep sternal wound infections and their impact on long-term survival: a propensity analysis / C. Cayci [et al.] // *Ann. plast. surg.* – 2008. – Vol. 61. – P. 294–301.
- Dalfino, L. Haemodynamic goal-directed therapy and postoperative infections: earlier is better. a systematic review and meta-analysis / L. Dalfino [et al.] // *Critical care.* – 2011. Vol. 15, Issue 3. – P. 154.
- Di Filippo, S. Current patterns of infective endocarditis in congenital heart disease / S. Di Filippo [et al.] // *Heart.* – 2006. – Vol. 92, № 10. – P. 1490–1495.
- El Oakley, R.M. Postoperative mediastinitis: classification and management / R.M. El Oakley, J.E. Wright // *Ann. thorac. surg.* – 1996. – Vol. 61, № 3. – P. 1030–1036.
- Estrada, C.A. Outcomes and perioperative hyperglycemia in patients with or without diabetes mellitus undergoing coronary artery bypass grafting / C.A. Estrada [et al.] // *Ann. thorac. surg.* – 2003. – Vol. 75. – P. 1392.
- Gousseff, M. The systemic capillary leak syndrome: a case series of 28 patients from a European registry / M. Gousseff [et al.] // *Ann. intern. med.* – 2011. – Vol. 154. – P. 464.
- Grossi, E.A. A survey of 77 major infectious complications of median sternotomy: a review of 7,949 consecutive operative procedures / E.A. Grossi, A.T. Culliford, K.H. Krieger // *Ann. thorac. surg.* – 1985. – Vol. 40. – P. 214–223.
- Guardia, C.M.T. Nosocomial infections in pediatric patients following cardiac surgery / C.M.T. Guardia, G.I. Jordan, A.M. Urrea // *An. pediatri. (Barc.)* – 2008. – Vol. 69. – P. 34–38.
- Hajjar, L.A. Transfusion requirements after cardiac surgery: the TRACS randomized controlled trial / L.A. Hajjar [et al.] // *JAMA.* – 2010. – Vol. 304. – P. 1559.
- Holzmann-Pazgal, G. Case-control study of pediatric cardiothoracic surgical site infections / G. Holzmann-Pazgal [et al.] // *Infect. contr. hosp. epid.* – 2008. – Vol. 29. – P. 76–79.
- Huckfeldt, R. A clinical trial to investigate the effect of silver nylon dressings on mediastinitis rates in postoperative cardiac sternotomy incisions / R. Huckfeldt et al. // *Ostomy wound manage.* – 2008. – Vol. 54. – P. 36.
- John, M.C. Risk factors for surgical site infection after cardiac surgery in children / M.C. John // *Ann. thorac. surg.* – 2010. – Vol. 89. – P. 1833–1842.
- Kagen, J. Risk adjustment for surgical site infection after median sternotomy in children / J. Kagen, W.B. Bilker, E. Lautenbach // *Infect. cont. hosp. epidemiol.* – 2007. – Vol. 28. – P. 398–405.
- Kagen, J. Risk factors for mediastinitis following median sternotomy in children / J. Kagen [et al.] // *Pediatr. infect. dis. j.* – 2007. – Vol. 26. – P. 613–618.
- Kaye, K.S. The effect of increasing age on the risk of surgical site infection / K.S. Kaye [et al.] // *J. infect. dis.* – 2005. – Vol. 191. – P. 1056.
- Kirklin, J.K. Mechanical circulatory support: registering a therapy in evolution / J.K. Kirklin, D.C. Naftel // *Circ. heart fail.* – 2008. – Vol. 1, № 3. – P. 200–205.
- Levy, I. Nosocomial infections after cardiac surgery in infants and children: incidence and risk factors / I. Levy [et al.] // *J. hosp. infect.* – 2003. – Vol. 53. – P. 111–116.
- Long, C.B. Postoperative mediastinitis in children: epidemiology, microbiology and risk factors for Gram-negative pathogens / C.B. Long [et al.] // *Pediatr. infect. dis. j.* – 2005. – Vol. 24, № 4. – P. 315–319.
- Macanally, H. Hypothermia as a risk factor for pediatric cardiothoracic surgical site infection / H. Macanally, G. Cutter, A. Rutterben // *Pediatr. infect. dis. j.* – 2001. – Vol. 20. – P. 459–462.
- Matros, E. Reduction in incidence of deep sternal wound infections: random or real? / E. Matros [et al.] // *J. thorac. cardiovasc. surg.* – 2010. – Vol. 139. – P. 680.
- Mauermann, W.J. Sternal wound infections / W.J. Mauermann, P. Sampathkumar, R.L. Thompson // *Best pract. res. clin. anaest.* – 2008. – Vol. 22. – P. 423.
- Mazzei, V. Prospective randomized comparison of coronary bypass grafting with minimal extracorporeal circulation system (MECC) versus off-pump coronary surgery / V. Mazzei [et al.] // *Circulation.* – 2007. – Vol. 116. – P. 1761.
- Mehta, P. Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients / P. Mehta, C. Cunningham, C. Colella // *Pediatr. infect. dis. j.* – 2000. – Vol. 19. – P. 1000–1004.
- Meyhoff, C.S. Effect of high perioperative oxygen fraction on surgical site infection and pulmonary complications after abdominal surgery: the PROXI randomized clinical trial / C.S. Meyhoff [et al.] // *JAMA.* – 2009. – Vol. 302. – P. 1543.

35. Mrowczynski, W. Infection risk factors in pediatric cardiac surgery / W. Mrowczynski [et al.] // Asian cardiov. thorac. ann. – 2002. – Vol. 10. – P. 329–333.
36. Narang, S. Sternal weave in high-risk patients to prevent noninfective sternal dehiscence / S. Narang [et al.] // Asian cardiov. thorac. ann. – 2009. – Vol. 17. – P. 167.
37. Nateghian, A. Risk factors for surgical site infections following open-heart surgery in a Canadian pediatric population / A. Nateghian, G. Taylor, J.L. Robinson // Am. j. infect. control. – 2004. – Vol. 32. – P. 397–401.
38. Ohye, R.G. Primary closure for postoperative mediastinitis in children / R.G. Ohye [et al.] // J. thor. cardiov. surg. – 2004. – Vol. 128. – P. 480–486.
39. Pryor, K.O. Surgical site infection and the routine use of perioperative hyperoxia in a general surgical population: a randomized controlled trial / K.O. Pryor [et al.] // JAMA. – 2004. – Vol. 291. – P. 79.
40. Rao, C. Leadership in cardiac surgery / C. Rao [et al.] // Eur. j. cardiothorac. surg. – 2011. – Vol. 39, № 6. – P. 905–911.
41. Ridderstrop, L. Superficial and deep sternal wound complications incidence, risk factors and mortality / L. Ridderstrop [et al.] // Eur. j. cardiothorac. surg. – 2001. – Vol. 20. – P. 1168–1175.
42. Salehi Omran, A.S. Superficial and deep sternal wound infection after more than 9000 coronary artery bypass graft: incidence, risk factors and mortality / A.S. Salehi Omran [et al.] // BMC infect. dis. – 2007. – Vol. 7. – P. 112.
43. Sarvikivi, E. Nosocomial infections after pediatric cardiac surgery / E. Sarvikivi [et al.] // Am. j. infect. control. – 2008. – Vol. 36. – P. 564–569.
44. Schimmer, C. Prevention of sternal dehiscence and infection in high-risk patients: a prospective randomized multicenter trial / C. Schimmer [et al.] // Ann. thorac. surg. – 2008. – Vol. 86. – P. 1897–1904.
45. Sharma, M. Sternal surgical-site infection following coronary artery bypass graft: prevalence, microbiology, and complications during a 42-month period / M. Sharma, D. Derriell-Cass, Jr. J. Baran // Infect. contr. hosp. epid. – 2004. – Vol. 25. – P. 468–471.
46. Sjögren, J. Poststernotomy mediastinitis: a review of conventional surgical treatments, vacuum-assisted closure therapy and presentation of the Lund University Hospital mediastinitis algorithm / J. Sjögren [et al.] // Eur. j. cardiothorac. surg. – 2006. – Vol. 30. – P. 898.
47. Snyder, C.W. Primary sternal plating to prevent sternal wound complications after cardiac surgery: early experience and patterns of failure / C.W. Snyder [et al.] // Interact. cardiovasc. thorac. surg. – 2009. – Vol. 9. – P. 763.
48. Tortoreillo, T.A. Mediastinitis after pediatric cardiac surgery: a 15-year experience at a single institution / T.A. Tortoreillo, J.D. Friedman, E.D. McKenzie // Ann. thorac. surg. – 2003. – Vol. 76. – P. 1655–1660.
49. Urrea, M. Prospective incidence study of nosocomial infections in a pediatric intensive care unit / M. Urrea, M. Pons, M. Serra // Pediatr. infect. dis. j. – 2003. – Vol. 22. – P. 490–494.
50. Valera, M. Nosocomial infections in pediatric cardiac surgery / M. Valera, C. Scolforo, N. Cappello // Infect. control. hosp. epidemiol. – 2001. – Vol. 22. – P. 771–775.
51. Vida, V.L. Mediastinitis in pediatric cardiac surgery: treatment and cost-effectiveness in a low-income country / V.L. Vida, J. Leon-Wyss, A. Larrazabal // Pediatr. cardiol. – 2007. – Vol. 28. – P. 163–166.
52. Vogt, P. Elimination of deep and superficial sternal wound infection / P. Vogt // Abstr. 30-th cardiovasc. surg. sympos. – Zurs, Austria. – 2012. – Vol. 30. – P. 15.
53. Zeitani, J. Superficial wound dehiscence after median sternotomy: surgical treatment versus secondary wound healing / J. Zeitani [et al.] // Ann. thorac. surg. – 2004. – Vol. 77, № 2. – P. 672–675.
54. Weinstein, H.J. The relation between the nasal-staphylococcal-carrier state and the incidence of postoperative complications / H.J. Weinstein // N. engl. j. med. – 1959. – Vol. 260. – P. 1303–1310.
55. Williams, R.E. Nasal staphylococci and sepsis in hospital patients / R.E. Williams [et al.] // B.M.J. – 1959. – Vol. 2. – P. 658–663.

G.G. Khubulava, N.N. Shikhverdiev, S.P. Marchenko, V.V. Suvorov,
A.B. Naumov, A.V. Filonenko, I.I. Averkin, V.V. Zaycev

Risk factors of sternal wound infection after pediatric cardiac surgery

Abstract. Risk factors of sternal infection in children after cardiac surgery are presented. It is shown that the sternal surgical infection is a serious complication in pediatric cardiac surgery. Many studies have shown that 2,3–8% of the cases it were the combination of different localization of the infection site. However, according to the literature cardiac surgeons often have to deal with serious complications such as endocarditis (0,9 to 2,6%), mediastinitis (0,2 to 3,3%), etc. Among all cases of infection in the postoperative period, the frequency of sternal wound infections among children was 0,2–11%. Recommendations on prevention to development sternal wound infection in children after cardiac surgery is absent, so we have to rely on any recommendation for adults, or to develop a program for the prevention to development of wound infection in children. Elimination of wound infection is difficult to achieve as it requires the complex measures treatment of patients since admission to hospital till discharge. Among the objective indicators of quality of care (hospital mortality rate, incidence of stroke, myocardial infarction), the incidence of infectious complications could be an integral indicator of quality care. The improvement of surgical skills, intensive care unit treatment, quality of anesthesia and perfusion are necessary to achieve the elimination of wound infection in pediatric cardiac surgery.

Key words: wound infection in pediatric, sternal infection, infection in pediatric cardiac surgery, pathogenesis of sternal infection, complication in pediatric cardiac surgery, sternal instability, mediastinitis, death in cardiac surgery, treatment of mediastinitis

Контактный телефон: 8-911-255-16-33; email: vitalikkrak@gmail.com