



Фенотипическая характеристика биологических свойств коагулазонегативных стафилококков, выделенных в кардиохирургическом стационаре

Граничная Н.В.^{1,2} • Зайцева Е.А.² • Бондарь В.Ю.³

Актуальность. Значительную часть послеоперационных инфекционных осложнений в сердечно-сосудистой хирургии вызывают стафилококки, при этом возросла роль *Staphylococcus epidermidis*. **Цель** – выявить биологические особенности коагулазонегативных стафилококков, выделенных из различных биотопов в кардиохирургическом стационаре, для оценки их патогенного потенциала. **Материал и методы.** Объектом исследования были изоляты стафилококков (n = 73), выделенные в кардиохирургическом стационаре в 2015–2016 гг. Биохимическая идентификация культур проводилась с использованием микробиологического анализатора Vitek 2 compact (BioMérieux, Франция) и тест-систем «Стафи-тест» (ERBA Lachema, Чехия). Биологические свойства стафилококков определялись классическими микробиологическими методами. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного обеспечения «Микроб-2». **Результаты.** В кардиохирургическом стационаре выявлены *S. aureus* и 6 видов коагулазонегативных стафилококков, среди которых доминировал

S. epidermidis. Больше всего *S. epidermidis* было выделено из послеоперационных ран (n = 16, 30,8 ± 6,4%) и смывов с поверхностей окружающей пациентов среды (n = 11, 21,1 ± 5,7%). Все исследуемые *S. epidermidis* (n = 52) гидролизуют до кислоты без газа мальтозу, не ферментировали глюкозу, трегалозу, не разлагали маннит в аэробных условиях (за исключением стафилококков, выделенных с объектов окружающей среды и у медицинского персонала), у них отсутствовала β-галактозидаза (кроме культур, выделенных из послеоперационных ран). По отношению к лактозе и сахарозе биохимическая активность *S. epidermidis* была переменной. Гемолитической активностью (чаще β-типа) обладали 69,2 ± 6,4% культур *S. epidermidis*. Большинство культур (92,4 ± 3,6%) показали протеолитическую активность независимо от вида стафилококка и места выделения. Липолитическая активность чаще наблюдалась у изолятов стафилококков, выделенных из клинического материала (отделяемого дыхательных путей медицинского персонала (9 культур из 10), пациентов (9 из 10 культур)

и послеоперационных ран (16 культур из 20)), чем из объектов внешней среды. Обнаружена прямая статистически значимая связь между липазной активностью и наличием β-галактозидазы (φ = 0,40), липазной и протеолитической активностями (φ = 0,33), β-галактозидазой и разжижением желатины (φ = 0,65), гемолитической и протеолитической активностями (φ = 0,37). **Заключение.** Доминирующим микроорганизмом, встречающимся во всех экотопах кардиохирургического стационара, был *S. epidermidis*. Биохимические свойства коагулазонегативных стафилококков и их ферментативная активность, связанная с факторами патогенности, различались в зависимости от места изоляции, что показывает их участие в развитии воспалительного процесса в определенном биотопе.

Ключевые слова: кардиохирургия, инфекционные осложнения, коагулазонегативные стафилококки, *Staphylococcus epidermidis*, факторы патогенности

doi: 10.18786/2072-0505-2017-45-2-127-132

Несмотря на внедрение новейших технологий в кардиохирургии, остается актуальной проблема послеоперационных инфекционных осложнений [1], в частности инфекции стерильного доступа [2]. Ее основной причиной выступает грамположительная флора. По-прежнему наибольшую значимость имеет *Staphylococcus aureus*, факторы вирулентности которого хорошо изучены [3–5]. Однако в последние годы на лидирующие позиции по высеваемости выходят коагулазонегативные стафилококки [6, 7]. Не обладая столькими факторами патогенности, как *S. aureus*, они играют все большую роль вследствие

широкого использования разнообразных высокоинвазивных медицинских вмешательств [8–10]. Вместе с тем известно, что такие факторы патогенности коагулазонегативных стафилококков, как протеазы, гемолизины, липазы и другие, обеспечивают сохранение этих микроорганизмов не только на кожных покровах, но и в патологических очагах [9]. Именно поэтому для диагностики, профилактики и терапии инфекционных осложнений в сердечно-сосудистой хирургии необходимо проводить определение биологических свойств коагулазонегативных стафилококков, в том числе их патогенного потенциала.



Граничная Надежда Васильевна – врач-бактериолог¹, аспирант кафедры микробиологии и вирусологии²

Зайцева Елена Александровна – д-р мед. наук, профессор кафедры микробиологии и вирусологии²
✉ 690002, г. Владивосток, пр. Острякова, 2, Российская Федерация. Тел.: +7 (902) 524 57 20. E-mail: elza200707@mail.ru

Бондарь Владимир Юрьевич – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры хирургии факультета повышения квалификации и постдипломной профессиональной специализации с курсами эндоскопической, пластической и сердечно-сосудистой хирургии³

Цель – выявить биологические особенности коагулазонегативных стафилококков, выделенных из различных биотопов (пациентов, медицинского персонала, объектов окружающей среды) в кардиохирургическом стационаре, для оценки их патогенного потенциала.

Материал и методы

Объектом исследования были 73 изолята стафилококков, выделенные из биологического материала пациентов (20 из послеоперационных ран, 11 из операционных ран, 6 из крови и плевральной жидкости, 10 из отделяемого дыхательных путей), медицинского персонала (n=10), а также из смывов с поверхностей окружающей пациентов среды (n=16) в кардиохирургическом стационаре в 2015–2016 гг. Биохимическая идентификация культур проводилась с использованием микробиологического анализатора Vitek 2 compact (BioMerieux, Франция) и тест-систем «Стафи-тест» (ERBA Lachema, Чехия). Биологические свойства стафилококков определялись классическими микробиологическими методами.

Статистическая обработка данных выполнялась с помощью программного обеспечения «Микроб-2». Из показателей описательной статистики рассчитывали частоту (M) и стандартную ошибку частоты (m, %) в операционной системе Windows 2010 с применением пакета прикладных программ Statistica 10.0. Оценка степени взаимосвязи проводилась с помощью корреляционного анализа Пирсона (R) с расчетом коэффициента сопряженности (φ) и статистической значимости (p). Сопряженность считается слабой при $0,2 < φ \leq 0,5$, средней – $0,5 < φ \leq 0,7$, сильной – $0,7 < φ \leq 0,9$, очень сильной – $0,9 < φ \leq 1,0$.

Результаты

При бактериологическом исследовании материала были выделены стафилококки семи видов: *S. aureus* (n=9), *S. epidermidis* (n=52), *S. hominis* (n=4), *S. haemolyticus* (n=3), *S. saprophyticus* (n=2), *S. warneri* (n=2), *S. capitis* (n=1). В зависимости от локуса выделения все изоляты были разделены на 6 групп: на культуры, выделенные 1) из послеоперационных ран грудины (стернотомный шов) и сосудов, 2) из операционных ран средостения, сосудов, ложа электрокардиостимуляторов, 3) из крови и плевральной жидкости, 4) из отделяемого дыхательных путей пациентов, 5) из смывов с поверхностей окружающей среды и 6) из слизистого отделяемого носа медицинского персонала.

S. aureus выявлялся из биоматериала пациентов (операционных ран ложа электрокардиости-

муляторов, крови, отделяемого дыхательных путей) и медицинского персонала (слизистой носа). *S. epidermidis* встречался во всех исследуемых биотопах, однако наиболее часто – в послеоперационных ранах (n=16, $30,8 \pm 6,4\%$) и смывах с поверхностей (n=11, $21,1 \pm 5,7\%$). С одинаковой частотой ($13,5 \pm 4,7\%$) *S. epidermidis* обнаруживали в операционных ранах (n=7), отделяемом дыхательных путей пациентов (n=7) и медицинского персонала (n=7).

Два вида коагулазонегативных стафилококков – *S. hominis* и *S. capitis* – выделялись только из биоматериала пациентов (операционных, послеоперационных ран грудины и плевральной жидкости). Вид *S. haemolyticus* обнаружен в отделяемом дыхательных путей и послеоперационной ране грудины пациентов, а также в смывах с поверхностей окружающей пациентов среды. Виды *S. saprophyticus* и *S. warneri* встречались только в смывах с поверхностей.

Изучение биологических свойств стафилококков показало: они были типичными по морфологии (грамположительные кокки), каталазоположительны. Что касается биохимической активности *S. epidermidis* (100% культур), культуры, изолированные из биоматериала пациентов (с 1-й по 4-ю группу), не разлагали маннит в аэробных условиях, за исключением стафилококков, выделенных с объектов окружающей среды и у медицинского персонала. Независимо от локуса выделения все исследуемые *S. epidermidis* (n=52) гидролизуют до кислоты без газа мальтозу, не ферментировали глюкозу, трегалозу, у них отсутствовала β-галактозидаза, кроме культур, выделенных из послеоперационных ран. Маннозу ферментировали *S. epidermidis* (n=21), кроме культур, изолированных из послеоперационных ран, – у них не определялась β-галактозидаза (за исключением 4 культур из этой группы). По отношению к лактозе и сахарозе биохимическая активность *S. epidermidis* была переменной.

Среди других коагулазонегативных стафилококков маннит разлагали *S. capitis* (1 культура), *S. haemolyticus* (2 культуры из 3) и *S. warneri* (обе культуры). При этом обе культуры *S. warneri* ферментировали остальные исследуемые углеводы, и в отличие от других коагулазонегативных стафилококков у них не определялась β-галактозидаза и уреазы.

Способностью редуцировать метиленовую синь в молоке обладали $64,7 \pm 6,6\%$ (n=33) исследованных культур коагулазонегативных стафилококков. Среди различных видов это свойство определялось у $48,1 \pm 6,9\%$ культур *S. epidermidis* (n=25), всех исследуемых культур *S. haemolyticus*, *S. warneri* и *S. capitis*, реже *S. hominis* (1 из 4 культур), а также у большинства *S. aureus* (5 из 6 культур).

¹ ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России (г. Хабаровск); 680009, г. Хабаровск, ул. Краснодарская, 2 В, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России; 690002, г. Владивосток, пр. Острякова, 2, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России; 680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 35, Российская Федерация



В зависимости от локуса выделения наиболее выраженную способность редуцировать метиленовую синь в молоке показали культуры коагулазонегативных стафилококков, выделенные из послеоперационных ран пациентов ($65,0 \pm 10,9\%$, $n = 13$) и смывов с поверхностей окружающей среды ($54,5 \pm 15,7\%$, $n = 10$), а также стафилококки, изолированные из операционных ран (2 культуры из 2).

Гемолитической активностью (чаще β -типа) обладали $75,0 \pm 5,4\%$ коагулазонегативных стафилококков, из них $69,2 \pm 6,4\%$ культур *S. epidermidis* (таблица). При этом культуры *S. warneri*, выделенные с объектов окружающей среды, имели наиболее выраженную зону просветления (β -гемолиз) на кровяном агаре по сравнению с другими видами коагулазонегативных стафилококков, изолированных из разных локусов.

Липолитическая активность выявлялась у $74,2 \pm 5,5\%$ коагулазонегативных стафилококков, чаще у *S. epidermidis* ($72,5 \pm 6,2\%$), *S. haemolyticus* (у всех исследуемых культур), *S. hominis* (у 3 культур). Из 9 исследуемых культур *S. aureus*, выделенных из различных биотопов, 7 обладали липолитической активностью. При этом липолитическая активность чаще наблюдалась у изолятов стафилококков, выделенных из клинического материала (отделяемого дыхательных путей медицинского персонала (9 культур из 10), пациентов (9 культур из 10) и послеоперационных ран (16 культур из 20)), чем из объектов внешней среды.

При изучении протеолитической активности отметили: коагулазонегативные стафилококки чаще ферментировали молоко ($90,9 \pm 7,3\%$ исследуемых культур) и реже разжижали желатин ($22,8 \pm 7,0\%$ культур) независимо от вида стафилококков и локуса изоляции культур. Среди *S. aureus* также большинство культур чаще ферментировали молоко (8 культур из 9) и реже разжижали желатин (2 культуры из 8).

Обсуждение

Стафилококки – представители нормальной микрофлоры кожи, слизистых оболочек дыхательного и пищеварительного трактов, обитают в окружающей среде. Они могут вызывать тяжелые гнойно-септические осложнения в хирургических стационарах. В литературе описан и феномен конкурентных взаимоотношений между *S. aureus* и *S. epidermidis*. Известно, что вещества, продуцируемые *S. epidermidis* (аутоиндукторы), блокируют образование токсинов у многих штаммов *S. aureus*, тогда как ферменты, синтезируемые *S. aureus*, не ингибируют пролиферацию *S. epidermidis* [11].

В нашем исследовании в кардиохирургическом стационаре выявлены *S. aureus* и 6 видов коагулазонегативных стафилококков, среди которых доминировал *S. epidermidis* (81,2%). Этот вид стафилококка встречался во всех исследуемых экотопах, чаще в отделяемом послеоперационных ран (80%) и в смывах с объектов окружающей пациента среды (68,7%).

Ферментативная активность стафилококков, связанная с патогенностью

Вид стафилококка	Наличие активности							
	гемолитическая		липолитическая		протеолитическая			
	n	абс. (M \pm m, %)	n	абс. (M \pm m, %)	ферментация молока		ферментация желатины	
				n	абс. (M \pm m, %)	n	абс. (M \pm m, %)	
Коагулазонегативные стафилококки								
<i>S. epidermidis</i>	52	36 (69,2 \pm 6,4)	51	37 (72,5 \pm 6,2)	34	32 (94,1 \pm 4,04)	27	4 (14,8 \pm 6,8)
<i>S. hominis</i>	4	4	3	3	3	3	3	2
<i>S. haemolyticus</i>	3	3	3	3	3	2	2	2
<i>S. capitis</i>	1	1	1	1	1	1	но	но
<i>S. saprophyticus</i>	2	2	2	1	1	0	1	0
<i>S. warneri</i>	2	2	2	1	2	2	2	0
Всего	64	48 (75 \pm 5,4)	62	46 (74,2 \pm 5,5)	44	40 (90,9 \pm 7,3)	35	8 (22,8 \pm 7,0)
<i>S. aureus</i>	9	9	9	7	9	9	7	1

В скобках указаны частота (M) и стандартная ошибка частоты (m, %) Но – не определяли

Другими исследователями установлено, что биологические свойства стафилококков, выделенных из клинического материала, могут изменяться в зависимости от биотопа [12]. В нашей работе мы наблюдали различия по биохимической активности у стафилококков в зависимости от локуса изоляции. Например, маннит не ферментировали стафилококки, полученные из биоматериала пациентов, но этим свойством обладали культуры, изолированные с объектов окружающей среды (4 культуры из 16) и у медицинского персонала (5 культур из 10). Отмечались различия в биохимической активности среди разных видов коагулазонегативных стафилококков. При этом большую активность по отношению к углеводам (лактозе и сахарозе) показали культуры *S. epidermidis*, выделенные из операционных, послеоперационных ран (47,8 и 100% соответственно), крови (2 культуры из 5 – к лактозе и 4 культуры из 5 – к сахарозе) и смывов с объектов окружающей среды (72,7%), а также *S. warneri* (изолированные из смывов с объектов окружающей среды).

По нашим данным, культуры *S. epidermidis* (7 культур из 7), изолированные из операционных ран и из крови (4 культуры из 5), ферментируют сахарозу, маннозу и мальтозу, обладают уреазной активностью, тогда как культуры, полученные из послеоперационных ран, расщепляют мальтозу и не гидролизуют сахарозу и маннозу. При этом у *S. epidermidis* выявлена прямая статистически значимая связь между гидролизом маннозы и наличием уреазной активности ($\phi=0,41$, $p=0,0025$), а также обратная статистически значимая связь между ферментацией маннита и сахарозы ($\phi=0,47$, $p=0,0004$), маннита и редукцией метиленовой сини ($\phi=0,43$, $p=0,0015$), маннозы и редукцией метиленовой сини ($\phi=0,36$, $p=0,0093$).

S. aureus считают наиболее вирулентным представителем рода, способным вызывать инфекционные процессы любой локализации. В нашем исследовании культуры *S. aureus*, изолированные из отделяемого дыхательных путей пациентов и медицинского персонала, обладали выраженной биохимической, гемолитической, липазной и протеолитической активностями.

Различные виды стафилококков, в том числе *S. aureus*, продуцируют несколько типов гемолизин, способных разрушать эритроциты и другие эукариотические клетки [13–15]. Самым активным признан α -гемолизин, который при взаимодействии с цитоплазматической мембраной вызывает лизис клетки и чаще обнаруживается у клинических изолятов стафилококков. Другие виды гемолизин менее активны, β -гемолизин

оказывает умеренное действие на эритроциты [13]. В проведенном исследовании у большинства культур стафилококков ($85,9 \pm 4,6\%$), выделенных из разных локусов, выявлен гемолиз β -типа. Гемолитическую активность α -типа показали *S. aureus*, полученные из слизистой носа медицинского персонала, и *S. epidermidis*, изолированные из объектов окружающей среды, реже – операционных, послеоперационных ран и слизистой носа медицинского персонала. При этом у культур *S. epidermidis* установлена прямая статистически значимая связь между гемолитической активностью и ферментацией маннозы ($\phi=0,58$, $p=0,0000$).

Обращают на себя внимание стафилококки вида *S. warneri* с определенной биохимической активностью (разлагали маннит, рамнозу, маннозу) и патогенным потенциалом (ферментировали молоко и не разжижали желатин), показавшие ярко выраженный гемолиз.

Стафилококки, обладающие протеолитической активностью, более агрессивны и, распространяясь в организме, вызывают токсическое повреждение тканей [16]. В нашей работе независимо от вида стафилококка и места выделения большинство исследуемых культур ($92,4 \pm 3,6\%$) характеризовались протеолитической активностью (ферментировали молоко). Установлена прямая статистически значимая связь у *S. epidermidis* между наличием β -галактозидазы и разжижением желатины ($\phi=0,65$, $p=0,0000$), гемолитической активности и ферментацией молока ($\phi=0,37$, $p=0,0065$) и разжижением желатины ($\phi=0,30$, $p=0,0281$), что свидетельствует о важном значении определенных факторов патогенности *S. epidermidis* в развитии воспалительного процесса.

Липаза может быть потенциальным фактором вирулентности микроорганизмов [17, 18]. Липазная активность также выявлялась у большинства ($74,6 \pm 5,1\%$) культур стафилококков, чаще – у *S. epidermidis* ($72,5 \pm 6,2\%$), выделенных из операционных ран (у 5 культур из 7), послеоперационных ран ($75,0 \pm 10,8\%$), отделяемого дыхательных путей пациентов (у 6 из 7 культур) и медицинского персонала (у 6 из 7 культур). Выявлена прямая статистически значимая связь между липазной активностью (ферментация твина 60) и наличием β -галактозидазы ($\phi=0,40$, $p=0,0033$), липазной (ферментация твина 60) и протеолитической (разжижение желатины: $\phi=0,33$, $p=0,0157$) активностями, что говорит о сочетанном воздействии этих факторов у *S. epidermidis* на определенном этапе инфекционного процесса.



Выводы

1. Доминирующим микроорганизмом, встречающимся во всех экотопях кардиохирургического стационара, является *S. epidermidis*.
2. Биохимические свойства стафилококков и их ферментативная активность, связанная с факторами патогенности, различались в зависимости от места изоляции, что показывает их участие в развитии воспалительного процесса в определенном биотопе.

3. Выявленная у *S. epidermidis* статистически значимая связь между липазной активностью и наличием β -галактозидазы, липазной и протеолитической активностями, наличием β -галактозидазы и разжижением желатины, гемолитической и протеолитической активностями указывает на сочетанное действие этих факторов на определенном этапе инфекционного процесса. ©

Литература

1. Казачек ЯВ, Помешкина СА, Барбараш ОЛ. Профилактика инфекционных осложнений в кардиохирургии. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2014;(4): 62–9. doi: <http://dx.doi.org/10.17802/2306-1278-2014-4-62-69>.
2. Кузнецов МС, Козлов БН, Насрашвили ГГ, Панфилов ДС, Андриянова АВ, Петлин КА, Шипулин ВМ. Сравнительный анализ результатов применения методик элиминации стерильной инфекции в кардиохирургии. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2016;(2):51–9.
3. Гостев ВВ, Гончаров АЕ, Грачева МА, Сидоренко СВ. Распространение генов комплекса Immune evasion cluster и других факторов вирулентности у *Staphylococcus aureus*. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2013;(15(4)):270–8.
4. Фалова ОЕ. Особенности лецитиназной активности *Staphylococcus* spp. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013;(8–3):112–3.
5. Чуенко ЭА, Усвятцов БЯ. Характеристика антикардиозной активности разных видов стафилококков. Вестник Оренбургского государственного университета. 2005;(12):63–5.
6. Tegnell A, Arén C, Ohman L. Coagulase-negative staphylococci and sternal infections after cardiac operation. *Ann Thorac Surg*. 2000;69(4): 1104–9. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(99\)01563-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(99)01563-5).
7. Богомолова НС, Большаков ЛВ, Кузнецова СМ, Орешкина ТД. Динамика устойчивости к антибиотикам и частота выделения стафилококков и энтерококков у больных отделения реконструктивной хирургии. Антибиотики и химиотерапия. 2011;56(5–6):37–45.
8. Rupp ME, Archer GL. Coagulase-negative staphylococci: pathogens associated with medical progress. *Clin Infect Dis*. 1994;19(2): 231–43.
9. Piette A, Verschraegen G. Role of coagulase-negative staphylococci in human disease. *Vet Microbiol*. 2009;134(1–2):45–54. doi: [10.1016/j.vetmic.2008.09.009](http://dx.doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.009).
10. Ishak MA, Gröschel DH, Mandell GL, Wenzel RP. Association of slime with pathogenicity of coagulase-negative staphylococci causing nosocomial septicemia. *J Clin Microbiol*. 1985;22(6):1025–9. doi: [0095-1137/85/121025-05\\$02.00/0](http://dx.doi.org/10.1092/0095-1137/85/121025-05$02.00/0).
11. Козлова НС, Баранцевич НЕ, Иванова ЛВ, Гоик ВГ, Шварц АП, Мокрова ЕВ, Баранцевич ЕП. Чувствительность к антибактериальным препаратам стафилококков, циркулирующих в многопрофильном стационаре. Проблемы медицинской микологии. 2015;17(4):58–62.
12. Шаркова ВА, Лайман ЕФ. Генетические маркеры патогенности и антибиотикорезистентности штаммов *S. epidermidis* и *S. aureus*, изолированных из различных биотопов. Дальневосточный медицинский журнал. 2013;(3):28–31.
13. Флуер ФС. Стафилококковые энтеротоксины, их свойства и роль в качестве факторов патогенности. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2012;(2): 99–108.
14. Seiberling KA, Conley DB, Tripathi A, Grammer LC, Shuh L, Haines GK 3rd, Schleimer R, Kern RC. Superantigens and chronic rhinosinusitis: detection of staphylococcal exotoxins in nasal polyps. *Laryngoscope*. 2005;115(9):1580–5. doi: [10.1097/01.mlg.0000168111.11802.9c](http://dx.doi.org/10.1097/01.mlg.0000168111.11802.9c).
15. Стукова ЕИ, Кениксфест ЮВ. Патогенетическое значение золотистого стафилококка при атопическом дерматите. Фундаментальные исследования. 2013;(7–3):680–7.
16. Баязитова ЛТ, Тюрин ЮА, Сукманская ЕО, Куликов СН. Фенотипические характеристики кокковой микрофлоры кожи при атопическом дерматите. Практическая медицина. 2007;(4):41–3.
17. Huvenne W, Hellings PW, Bachert C. Role of staphylococcal superantigens in airway disease. *Int Arch Allergy Immunol*. 2013;161(4): 304–14. doi: [10.1159/000350329](http://dx.doi.org/10.1159/000350329).
18. Коленчукова ОА, Смирнова СВ, Лаптева АМ. Количественный и качественный состав микрофлоры слизистой оболочки носа при полипозном риносинусите. Инфекция и иммунитет. 2016;6(4):366–72. doi: <http://dx.doi.org/10.15789/2220-7619-2016-4-366-372>.
1. Kazachek YaV, Pomeshkina SA, Barbarash OL. Prevention of infectious complications in cardiac surgery. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2014;(4):62–9. doi: <http://dx.doi.org/10.17802/2306-1278-2014-4-62-69>. Russian.
2. Kuznetsov MS, Kozlov BN, Nasrashvili GG, Panfilov DS, Andriyanova AV, Petlin KA, Shipulin VM. Methods for elimination of sternal infections in cardiac surgery. Comparative analysis of the outcomes. *Clinical and Experimental Surgery*. Petrovsky Journal. 2016;(2):51–9. Russian.
3. Gostev VV, Goncharov AE, Grachyova MA, Sidorenko SV. Distribution of immune evasion cluster genes and genes encoding other virulence factors among *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2013;15(4):270–8. Russian.
4. Falova OE. Specifics of the lecithinase activity of *Staphylococcus* spp. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2013;(8–3):112–3. Russian.
5. Chuenko EA, Usvyatsova BYa. Characteristic of anticarosine activity of different kinds of *Staphylococcus*. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2005;(12):63–5. Russian.
6. Tegnell A, Arén C, Ohman L. Coagulase-negative staphylococci and sternal infections after cardiac operation. *Ann Thorac Surg*. 2000;69(4): 1104–9. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(99\)01563-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(99)01563-5).
7. Bogomolova NS, Bolshakov LV, Kuznetsova SM, Oreshkina TD. Antibiotic resistance dynamics and isolation rate of staphylococci and enterococci from patients of reconstructive surgery units. *Antibiotics and Chemotherapy*. 2011;56(5–6):37–45. Russian.



8. Rupp ME, Archer GL. Coagulase-negative staphylococci: pathogens associated with medical progress. *Clin Infect Dis*. 1994;19(2): 231–43.
9. Piette A, Verschraegen G. Role of coagulase-negative staphylococci in human disease. *Vet Microbiol*. 2009;134(1–2):45–54. doi: 10.1016/j.vetmic.2008.09.009.
10. Ishak MA, Gröschel DH, Mandell GL, Wenzel RP. Association of slime with pathogenicity of coagulase-negative staphylococci causing nosocomial septicemia. *J Clin Microbiol*. 1985;22(6):1025–9. doi: 0095-1137/85/121025-05\$02.00/0.
11. Kozlova NS, Barantsevich NE, Ivanova LV, Shvarz AP, Goik VG, Mokrova EV, Barantsevich EP. Susceptibility to antibiotics in nosocomial staphylococci from multidisciplinary hospital. *Problems in medical mycology*. 2015;17(4):58–62. Russian.
12. Sharkova VA, Laiman EF. Pathogenesis genetic markers and antibiotic-resistance of *S. epidermidis* and *S. aureus* isolated from different biotopes. *Far East Medical Journal*. 2013;(3): 28–31. Russian.
13. Fluor FS. Staphylococcus enterotoxins, their properties and role as pathogenicity factors. *Journal of Microbiology Epidemiology and Immunobiology*. 2012;(2):99–108. Russian.
14. Seiberling KA, Conley DB, Tripathi A, Grammer LC, Shuh L, Haines GK 3rd, Schleimer R, Kern RC. Superantigens and chronic rhinosinusitis: detection of staphylococcal exotoxins in nasal polyps. *Laryngoscope*. 2005;115(9):1580–5. doi: 10.1097/01.mlg.0000168111.11802.9c.
15. Stukova EI, Keniksfest YV. Pathogenic significance of *Staphylococcus aureus* in atopic dermatitis. *Fundamental Research*. 2013;(7–3): 680–7. Russian.
16. Bayazitova LT, Tyurin YuA, Sukmanskaya EO, Kulikov SN. Phenotypic characteristics of the cocci microflora of the skin in atopic dermatitis. *Practical Medicine*. 2007;(4):41–3. Russian.
17. Huvenne W, Hellings PW, Bachert C. Role of staphylococcal superantigens in airway disease. *Int Arch Allergy Immunol*. 2013;161(4): 304–14. doi: 10.1159/000350329.
18. Kolenchukova OA, Smirnova SV, Lapteva AM. Nasal mucous membrane microflora in patients with polypous rhinosinusitis. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2016;6(4): 366–72. Russian. doi: 10.15789/2220-7619-2016-4-366-372.

Phenotypic characterization of the biological properties of coagulase-negative staphylococci isolated in a cardiac surgery department

Granichnaya N.V.^{1,2} • Zaitseva E.A.² • Bondar V.Yu.³

Rationale: A significant proportion of post-operative infectious complications in cardiovascular surgery is caused by *Staphylococcus* spp, with an increasing role of *Staphylococcus epidermidis*. **Aim:** To identify biological characteristics of coagulase-negative staphylococci isolated from various biotopes in a cardiac surgery department, in order to assess their pathogenic potential. **Materials and methods:** The study was performed with *Staphylococcus* isolates (n = 73) obtained in a cardiac surgery department in 2015–2016. Biochemical identification of the cultures was done with the use of Vitek 2 compact microbiological analyzer (BioMerieux, France) and test systems Staphytest (ERBA Lachema, Czech Republic). The biological properties of staphylococci were assessed by classical microbiological techniques. Statistical analysis was done with the Microbe-2 software package. **Results:** *S. aureus* and 6 strains of coagulase-negative staphylococci with predominance of *S. epidermidis* were isolated in the department of cardiac surgery. In most cases *S. epidermidis* was isolated from post-operative wounds (n = 16, 30.8 ± 6.4%) and environmental swabs (n = 11, 21.1 ± 5.7%). All *S. epidermidis* studied (n = 52) hydrolyzed maltose with formation of the acid without gas, could ferment glucose and trehalose, and were lacking β-galactosidase (except the cultures isolated from post-operative wounds). They also could not degrade mannitol in aerobic environment (excluding staphylococci isolated from the

environmental objects and from the medical staff). *S. epidermidis* displayed variable biochemical activity towards lactose and saccharose. Hemolytic activity (more often of the β-type) was characteristic for 69.2 ± 6.4% of *S. epidermidis* cultures. The majority of cultures (92.4 ± 3.6%) displayed proteolytic activity irrespective of the type of staphylococci and the source of isolation. Lipolytic activity was more frequent in staphylococci isolated from clinical materials (airway secretions of the medical personnel [9/10 cultures], patients [9/10 cultures] and post-operative wounds [16/20 cultures]), than in those isolated from the environmental objects. There was a direct significant correlation between the lipase activity and the presence of β-galactosidase (φ = 0.40), lipase and proteolytic activities (φ = 0.33), β-galactosidase and gelatin liquation (φ = 0.65), hemolytic and proteolytic activities (φ = 0.37). **Conclusion:** *S. epidermidis* was the most prevalent pathogen in all ecotopes of the department of cardiac surgery. Biochemical properties of coagulase-negative staphylococci and their fermentative activity related to factors of pathogenicity were different depending on the site of isolation. This illustrates their contribution in the development of inflammation in a given biotope.

Key words: cardiac surgery, infectious complications, coagulase-negative staphylococci, *Staphylococcus epidermidis*, virulence factors

doi: 10.18786/2072-0505-2017-45-2-127-132

Granichnaya Nadezhda V. – MD, Bacteriologist¹; Postgraduate Student, Chair of Microbiology and Virology²

Zaitseva Elena A. – MD, PhD, Professor, Chair of Microbiology and Virology¹
✉ 2 Ostryakova prospekt, Vladivostok, 690002, Russian Federation. Tel.: +7 (902) 524 57 20.
E-mail: elza200707@mail.ru

Bondar Vladimir Yu. – MD, PhD, Professor, Chair of Surgery, Advanced Training Faculty and Staff Training with Endoscopy, Plastic and Cardiovascular Surgery Courses³

¹ Federal Center for Cardiovascular Surgery (Khabarovsk); 2 Krasnodarskaya ul., Khabarovsk, 680009, Russian Federation

² Pacific State Medical University; 2 Ostryakova prospekt, Vladivostok, 690002, Russian Federation

³ Far Eastern State Medical University; 35 Murav'eva-Amurskogo ul., Khabarovsk, 680000, Russian Federation