

УДК 617.711-008.8: 004.1

DOI: 10.34215/1609-1175-2025-3-56-60



Видовое разнообразие микробиома конъюнктивы глаз у пациентов с синдромом сухого глаза

Е.А. Зайцева¹, С.А. Катунов¹, Т.С. Трегубова²¹ Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия² ЮНИЛАБ-Владивосток, Владивосток, Россия

Синдром сухого глаза (ССГ) – одно из самых часто встречающихся хронических заболеваний глаз. При этом в диагностике синдрома сухого глаза не проводили исследование микробиома глазной поверхности. **Цель исследования** – оценить видовой состав микроорганизмов конъюнктивы глаз у пациентов с синдромом сухого глаза, проживающих на территории Приморского края. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 229 пациентов офтальмологического профиля в Приморском крае в возрасте 18–90 лет с синдромом сухого глаза (2023–2025 гг.). Выделение микроорганизмов проводили классическим микробиологическим методом с использованием современных селективных питательных сред и хромогенных агаров. Идентификацию выделенных культур осуществляли с помощью масс-спектрометрического анализа (времяпролетная масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией) (Autof ms 1000 MALDI-TOF, Autobio). Статистическая обработка данных проведена в программе Microsoft Office Excel 2010. **Результаты.** При исследовании биоматериала у пациентов выявлены микроорганизмы, относящиеся к 10 родам, основными были: *Staphylococcus*, *Corynebacterium*. Лидирующие позиции среди выявленных микроорганизмов занимали бактерии, принадлежащие к роду *Staphylococcus*, представленные 10 видами, среди них преобладали коагулазонегативные стафилококки (88,9%). Чаще с ССГ обращались пациенты от 60 до 74 лет (43,11%). **Вывод.** Наше исследование показывает наличие разнообразного бактериального сообщества при синдроме сухого глаза у пациентов, проживающих на территории Приморского края. Оно представлено относительно небольшим числом основных родов, но содержит значительную долю известных патогенов, хотя и в незначительном диагностическом титре. Полученные результаты предполагают дальнейшие исследования в этом направлении.

Ключевые слова: микробиом, конъюнктура, синдром сухого глаза

Поступила в редакцию: 07.07.2025. Получена после доработки: 23.07.2025 Принята к публикации: 01.08.2025

Для цитирования: Зайцева Е.А., Катунов С.А., Трегубова Т.С. Видовое разнообразие микробиома конъюнктивы глаз у пациентов с синдромом сухого глаза. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2025;3:56–60. doi: 10.34215/1609-1175-2025-3-56-60

Для корреспонденции: Зайцева Елена Александровна – д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой микробиологии, дерматовенерологии и косметологии Тихоокеанского государственного медицинского университета (690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2); ORCID: 0000-0002-2625-8275; тел.: +7 (902) 524-57-20; e-mail: zaytseva.ea@tgmu.ru

Species composition of ocular surface microbiome in patients with dry eye syndrome

Е.А. Zaitseva¹, S.A. Katalunov¹, T.S. Tregubova²¹ Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia² UNILAB-Vladivostok LLC, Vladivostok, Russia

The dry eye syndrome (DES) is among the most common chronic eye diseases. However, the diagnosis of DES does not include the study of the ocular surface microbiome. **Objective.** To evaluate the species composition of microorganisms inhabiting the ocular surface of DES patients in the Primorsky Krai. **Materials and methods.** The study involved 229 ophthalmological patients in the Primorsky Krai aged 18–90 years diagnosed with DES (2023–2025). Microorganisms were isolated using the standard microbiological method. The identification of isolated cultures was carried out using MALDI-TOF mass spectrometry (Autobio). Statistical data processing was performed in the MS Excel 2010 software. **Results.** Microorganisms belonging to 10 genera were identified, with the main being *Staphylococcus* and *Corynebacterium*. Bacteria belonging to the *Staphylococcus* genus ranked first in the structure. This group was represented by 10 species, with coagulase-negative staphylococci (88.9%) being predominant. DES was most often diagnosed in patients aged 60 to 74 years (43.11%). **Conclusion.** The conducted study confirmed the presence of a diverse bacterial community in DES patients in the Primorsky Krai. The microbiome is represented by a relatively small number of major genera; however, it contains a significant proportion of known pathogens, albeit in a low diagnostic titer. The results obtained suggest further research in this direction.

Keywords: microbiome, conjunctiva, dry eye syndrome

Received 7 July 2025; Revised 01 August 2025; Accepted 23 July 2025

For citation: Zaitseva E.A., Katalunov S.A., Tregubova T.S. Species composition of ocular surface microbiome in patients with dry eye syndrome. *Pacific Medical Journal*. 2025;3:56–60. doi: 10.34215/1609-1175-2025-3-56-60

Corresponding author: Elena A. Zaitseva, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Microbiology, Dermatovenereology and Cosmetology of Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave., Vladivostok, 690002, Russia); ORCID: 0000-0002-2625-8275; tel.: +7 (902) 524-57-20, e-mail: zaytseva.ea@tgmu.ru

Синдром сухого глаза (ССГ) – одно из самых часто встречающихся хронических заболеваний глаз. По данным ряда авторов, количество пациентов офтальмологического профиля, которые обращаются с ССГ среди взрослого населения, варьирует от 18 до 67% [1, 2, 3]. В России точных данных о распространенности ССГ нет. Известными факторами риска развития ССГ считаются зрелый возраст, женский пол, низкий уровень андрогенов, курение, воздействие погодных условий (жара, холод, низкая влажность), офисная работа, связанная с длительными зрительными нагрузками за мониторами компьютеров, рефракционные операции, контактная коррекция, прием ряда препаратов (антидепрессантов, бета-блокаторов и др.), системные заболевания (синдром Шегрена, ревматоидный артрит, сахарный диабет и т. д.) [4, 5].

Долгое время основной причиной развития ССГ считалось нарушение гомеостаза слезной пленки и глазной поверхности, также наличие системных заболеваний (болезни обмена веществ, аутоиммунные заболевания, гормональные расстройства и др.), приводящих к нарушению продукции и качественному изменению белкового, липидного и минерального состава слезной пленки, что приводит к нарушениям местного иммунитета и может вызывать развитие патогенной микробиоты и изменению микробиома глаз [2]. В настоящее время в мире активно изучается микробиом глаз, глазной поверхности в норме и при инфекционных заболеваниях [6, 7, 8]. Но при этом в диагностике ССГ не проводили исследование микробиома глазной поверхности.

Цель исследования: оценить видовой состав микроорганизмов конъюнктивы глаз у пациентов с ССГ, проживающих на территории Приморского края.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 229 пациентов офтальмологического профиля в Приморском крае в возрасте 18–90 лет (среди них мужчин – 21,6%, женщин – 78,4%). Исследовали биоматериал из правого и левого глаз (мазки с конъюнктивы).

Пациенты отбирались по таким параметрам: 1) жалобы (сухость глаз, ощущение «песка» в глазах по утрам и в течение дня, слезотечение, вязкая слеза); 2) тест Ширмера (все параметры от нормы до признаков недостаточности слезной жидкости); 3) тест Норна (ускоренное время разрыва слезной пленки, недостаточность липидного и муцинового слоев); 4) нарушение работы мейбомиевых желез; 5) отсутствие сопутствующих заболеваний. Они не носили контактные линзы и не имели историй болезни с системными и глазными заболеваниями, травмами/трансплантациями глаз и недавнего (в течение 3 месяцев) лечения антибиотиками.

Биоматериал отбирали с поверхности конъюнктивы в асептических условиях стерильным ватным тампоном. Исследование проводили классическим

микробиологическим методом с использованием селективных питательных сред и хромогенных агаров. Идентификацию выделенных культур осуществляли с помощью масс-спектрометрического анализа (временная масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией) (Autofms 1000 MALDI-TOF, Autobio), что позволило ускорить получаемый результат, расширить видовой спектр получаемых изолятов.

Исследование одобрено Междисциплинарным комитетом по этике Тихоокеанского государственного медицинского университета (Протокол № 4 от 18.12.2023 г.). Информированное согласие на участие в исследовании получено от всех пациентов. Информация о пациентах включала пол, возраст, общее состояние здоровья и состояние здоровья глаз.

Результаты исследования

За период 2023–2025 гг. исследованы пробы биологического материала от 229 пациентов. Положительные результаты были выявлены у 154 человек (67,25%). По возрастному признаку чаще с ССГ обращались пациенты от 60 до 74 лет (43,11%), реже – в возрасте от 18–24 лет (3,8%) и лица старше 90 лет (1,9%). Среди пациентов с положительным результатом чаще встречались женщины (74,67%), чем мужчины (25,33%).

При исследовании биоматериала, полученного с поверхности конъюнктивы глаз пациентов с ССГ, выделены микроорганизмы, относящиеся к 10 родам: *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Kocuria*, *Arthrobacter*, *Escherichia*, *Acinetobacter*, *Moraxella* (табл. 1).

Среди полученных изолятов грамположительные микроорганизмы составили 97,3%, грамотрицательные – 2,7%. Видовой состав выделенных микроорганизмов (МКО) представлен в таблице 1. Все эти микроорганизмы выделялись в монокультуре.

Важно отметить, что большинство культур (80,18%) выделялись в диагностическом титре 10^1 – 10^3 КОЕ/тампон, а 19,82% изолятов – в титрах 10^4 КОЕ/тампон (*S. epidermidis*, *S. aureus*, *S. lugdunensis*, *St. viridans*, *E. faecalis*, *Kocuria marina*) и 10^5 КОЕ/тампон (*S. epidermidis*, *S. aureus*, *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *St. oralis*, *E. coli*).

Как показали результаты исследований, лидирующие позиции среди выявленных микроорганизмов занимали бактерии, принадлежащие к роду *Staphylococcus*, представленные 10 видами (табл. 1). Среди них коагулазонегативные стафилококки составляли 88,9%, коагулазоположительные – *S. aureus* – 11,1%.

На втором месте по частоте выявления были *Corynebacterium sp.* (7,4%) – 3 вида, среди которых преобладал *Corynebacterium macginleyi* (табл. 1). Остальные МКО изолировались в единичных случаях.

Кроме выделения микроорганизмов в монокультуре у пациентов с ССГ встречались и их ассоциации (табл. 2). В период с 2023 по 2025 год у пациентов с ССГ выявлено 6 микробных ассоциаций (6,7%) (табл. 2).

Таблица 1

Видовой состав микроорганизмов, выделенных у пациентов с ССГ (2023–2025 гг.)

№ п/п	Род/вид МКО	Выделено МКО	
		Абс., n	%
	Грамположительные МКО	108	97,3
1	<i>Staphylococcus</i> sp.	90	83,3
1.1	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	65	72,2
1.2	<i>Staphylococcus aureus</i>	10	11,1
1.3	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	4	4,4
1.4	<i>Staphylococcus capitis</i>	3	3,3
1.5	<i>Staphylococcus warneri</i>	2	2,2
1.6	<i>Staphylococcus lugdunensis</i>	2	2,2
1.7	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1	1,1
1.8	<i>Staphylococcus auricularis</i>	1	1,1
1.9	<i>Staphylococcus hominis</i>	1	1,1
1.10	<i>Staphylococcus caprae</i>	1	1,1
2	<i>Corynebacterium</i> sp.	8	7,4
2.1	<i>Corynebacterium macginleyi</i>	5	
2.2	<i>Corynebacterium accolens</i>	2	
2.3	<i>Corynebacterium mastitidis</i>	1	
3	<i>Streptococcus</i> sp.	3	2,77
3.1	<i>Streptococcus oralis</i>	2	
3.2	<i>Streptococcus viridans</i>	1	
4	<i>Bacillus</i> sp.	3	2,77
4.1	<i>Bacillus coreansis</i>	1	
4.2	<i>Bacillus xiamenensis</i>	1	
4.3	<i>Bacillus licheniformis</i>	1	
5	<i>Enterococcus</i> sp.	2	2,22
5.1	<i>Enterococcus</i> sp.	2	
6	<i>Kocuria</i> sp.	1	0,93
6.1	<i>Kocuria marina</i>	1	
7	<i>Arthrobacter</i> sp.	1	0,93
7.1	<i>Arthrobacter scleromae</i>	1	
	Грамотрицательные МКО	3	2,7
8	<i>Escherichia coli</i>		
9	<i>Acinetobacter junii</i>	1	
10	<i>Moraxella osloensis</i>	1	

По возрастному признаку большинство ассоциаций выделялись от пациентов в возрасте 60–74 лет.

Частота выявления ассоциаций была небольшая (6,7%), в состав ассоциаций входили известные глазные патогены, принадлежащие к 3 родам – *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter*. Все эти микроорганизмы (кроме *S. aureus*) были изолированы в низких титрах.

Обсуждение полученных данных

В последнее время возрос интерес многих исследователей к изучению микробиома глаз, особенно конъюнктивальной полости, в норме и при различных патологиях. Ученые пытаются найти связь между наличием определенных микроорганизмов и развитием инфекционных и/или других патологических процессов в глазах [4, 6, 7]. Установлено, что в конъюнктивальной полости здорового человека может встречаться нормальная микробиота (чаще она стабильна, но видовой состав может быть разнообразен и повторять микробиом кожи человека), либо она отсутствует в силу бактерицидных свойств слезной жидкости. Разнообразные факторы окружающей среды, пол, возраст, диета, особенности профессиональной деятельности, использование контактных линз, прием антибиотиков, различные системные заболевания приводят к нарушению продукции и качественному изменению состава слезной пленки, что способствует изменению местного иммунитета и может вызывать развитие патогенной микробиоты и изменению микробиома глаз [2, 7, 8]. ССГ в последнее время приобретает все большую актуальность, поэтому знание особенностей микробиома глаза при данной патологии становится очень важным.

В ходе нашего исследования был определен микробиом конъюнктивальной поверхности глаз у пациентов с ССГ, проживающих на территории Приморского края. У обследованных пациентов выделены микроорганизмы, относящиеся к 10 родам: *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Kocuria*, *Arthrobacter*, *Escherichia*, *Acinetobacter*, *Moraxella*. Доминирующие позиции среди выявленных микроорганизмов занимали бактерии, принадлежащие к роду *Staphylococcus*, представленные 10 видами (*S. epidermidis*, *S. aureus*, *S. haemolyticus*, *S. hominis*, *S. lugdunensis*, *S. capitis*, *S. warneri*, *S. saprophyticus*, *S. auricularis*, *S. caprae*). При этом коагулазонегативные стафилококки преобладали (88,9%). Полученные результаты совпадают с данными литературы по микробиологическим исследованиям, где отмечается, что комменсальная бактериальная популяция глазной поверхности доминирует среди грамположительных видов *Staphylococcus*, *Corynebacterium* и *Streptococcus*.

Интересны данные о выявлении *S. auricularis* с конъюнктивы глаза у пациента с ССГ. Эти стафилококки повсеместно распространены в природе, но в основном являются частью здоровой микробиоты наружного слухового прохода человека, колонизируя

Таблица 2

Микробные ассоциации микроорганизмов, выявленные у пациентов с ССГ

№ п/п	Ассоциации МКО	Диагностический титр, КОЕ /тампон	Всего случаев
1	<i>S. epidermidis</i> + <i>C. macginleyi</i>	10 ² + 10 ²	1
2	<i>S. epidermidis</i> (Methicillin-Resistant <i>S. epidermidis</i> (MRSE)) + <i>Arthrobacter scleromae</i>	10 ³ + 10 ²	1
3	<i>S. epidermidis</i> (MRSE) + <i>S. capitis</i>	10 ¹ + 10 ¹	1
4	<i>S. epidermidis</i> + <i>S. aureus</i>	10 ¹ + 10 ⁵	3
5	<i>C. macginleyi</i> + <i>C. propinquum</i>	10 ³ + 10 ²	1
6	<i>C. macginleyi</i> + <i>S. capitis</i>	10 ³ + 10 ¹	1

исключительно эту область, и способны вызвать инфекцию у людей с ослабленным иммунитетом [10].

Вторыми по частоте выявления были бактерии рода *Corynebacterium*. Среди трех видов коринебактерий преобладал *C. macginleyi*, который ранее считался непатогенным видом. Однако в последнее время исследователи отмечают риск развития глазных инфекций, вызванных этим видом коринебактерий, у пациентов с ослабленным иммунитетом [11, 12]. Хотя патогенность *C. macginleyi* еще не подтверждена, возможно, и этот микроорганизм может быть потенциальной причиной развития ССГ.

В ходе исследований было выявлено 6 микробных ассоциаций, чаще выявляемых у *S. epidermidis* и *C. macginleyi*. Эти данные показывают их значение в офтальмологической практике при диагностике ССГ и требуют пристального внимания и глубокого изучения со стороны лечащих врачей и специалистов в области медицинской микробиологии для правильной диагностики офтальмопатологии и коррекции антимикробной терапии.

Выводы

Таким образом, наше исследование отмечает наличие разнообразного бактериального сообщества при ССГ у пациентов, проживающих на территории Приморского края. Оно представлено относительно небольшим числом основных родов МКО, но содержит значительную долю известных патогенов, хотя и в незначительном диагностическом титре. Кроме того, расшифровка микробных сообществ на поверхности конъюнктивы глаза может дать новое представление в формировании патологии поверхности глаза при ССГ.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источники финансирования: авторы заявляют о финансировании проведенного исследования из собственных средств.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – ЗЕА, КСА

Сбор и обработка материала – КСА, ТТС

Статистическая обработка – КСА

Написание текста – ЗЕА, КСА

Редактирование – ЗЕА

Литература / References

1. Онуфрийчук О.Н., Куроедов А.В. Распространенность синдрома «сухого глаза» в России. *Клиническая офтальмология*. 2021;21(2):96–102. [Onufriyuchuk ON, Kuroedov AV. Prevalence of dry eye syndrome in Russia. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*. 2021;21(2):96–102 (In Russ.)]. doi: 10.32364/2311-7729-2021-21-2-96-102
2. Горенков Р.В., Рябцева А.А., Агафонов Б.В. и др. Синдром сухого глаза в общей врачебной практике. *Эффективная фармакотерапия*. 2019;15(33):30–36. [Gorenkov RV, Ryabtseva AA, Agafonov BV, Dadasheva MN, Kovalchuk NA. Dry Eye Syndrome in General Medical Practice. *Effektivnaya Farmakoterapiya*. 2019;15(33):30–36 (In Russ.)]. doi: 10.33978/2307-3586-2019-15-33-30-36
3. The epidemiology of dry eye disease: report of the Epidemiology Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocul Surf*. 2007;5(2):93–107. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70082-4
4. Анисимова С.Г., Мазина Н.К., Абрамова Т.В. Роль возрастных, профессиональных, экологических факторов в развитии патологии слезного аппарата глаза, в частности, синдрома «сухого глаза». *Вятский медицинский вестник*. 2016;1(49):46–52. [Anisimova SG, Mazina NK, Abramova TV. Role of age, professional and environmental factors in development of the lacrimal apparatus pathology, in particular dry eye syndrome. *Vyatskiy Meditsinskiy Vestnik*. 2016;1(49):46–52 (In Russ.)].
5. The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocul Surf*. 2007;5(2):75–92. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70081-2
6. Бикбов М.М., Оренбуркина О.И., Бабушкин А.Э. Микробиота глазной поверхности при инфекционно-воспалительных заболеваниях глаз. *Российский офтальмологический журнал*. 2024;17(4):107–110. [Bikbov MM, Orenburkina OI, Babushkin AE. Microbiota of the ocular surface in infectious-inflammatory eye diseases. *Russian Ophthalmological Journal*. 2024;17(4):107–110 (In Russ.)]. doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-4-107-110
7. Резбаева Г.Н., Оренбуркина О.И., Гимранова И.А., Бабушкин А.Э., Газизуллина Г.Р. Микробиота глазной поверхности в норме и связь изменений ее состава с офтальмопатологией.

- Российский офтальмологический журнал*. 2024;17(1):144–148. [Rezbaeva GN, Orenburkina OI, Gimranova IA, Babushkin A.E., Gazizullina G.R. The normal microbiota of the ocular surface and the connection between the changes in its composition and ophthalmic pathologies. *Russian Ophthalmological Journal*. 2024;17(1):144–148 (In Russ.)]. doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-1-144-148
8. Конькова А.Ю., Горовиц Э.С., Гаврилова Т.В., Черешнева М.В. Видовой состав микробиоты и биологические свойства доминантных видов бактерий в слезной жидкости у пациентов с эндогенными увеитами. *Офтальмология*. 2021;18(4):908–913. [Konkova A.Yu, Horowitz ES, Gavrilova TV, Cheresheva MV. The Species Composition of Microbiota and Biological Properties of Dominant Bacterial Species in the Lacrimal Fluid in Patients with Endogenous Uveites. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(4):908–913 (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2021-4-908-913
9. Егоров Е.А. Синдром «сухого глаза», ассоциированный с ношением контактных линз. Особенности терапевтического подхода. *РМЖ «Клиническая офтальмология»*. 2018;2:66–69. [Egorov EA. Dry eye syndrome, associated with the wearing of contact lenses. Features of the therapeutic approach. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*. 2018;2:66–69 (In Russ.)].
10. Kloos WE, Schleifer KH. *Staphylococcus auricularis* sp. nov.: an Inhabitant of the Human External Ear? *International journal of systematic bacteriology*. 1983;33 (1):9–14.
11. Jousseaume A, Funke G, Jousseaume F, Herberich G. *Corynebacterium macginleyi*: a conjunctiva specific pathogen *Br J Ophthalmol*. 2000;84(12):1420–1422. doi: 10.1136/bjo.84.12.1420
12. Aoki T, Kitazawa K, Deguchi H, Sotozono C. Current Evidence for *Corynebacterium* on the Ocular Surface. *Microorganisms*. 2021;9:254. doi: 10.3390/microorganisms9020254