

Алынды: 13.12.2023 Қабылданды: 18.01.2024 Онлайн жарияланды: 29.02.2024

ӨОЖ 340.6

DOI 10.53511/PHARMKAZ.2024.65.81.037

С.А.Мұсабекова<sup>1</sup>, К.Э.Мхитарян<sup>1</sup>, Х.Р.Абдикадинова<sup>1</sup>, Б.С.Мулдашева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>«Қарағанды Медицина Университеті» КеАҚ, Қазақстан

<sup>2</sup>Қарағанды облысы бойынша сот сараптамалары Институты, Қазақстан

## ЖЫНЫСТЫҚ ЗОРЛЫҚ-ЗОМБЫЛЫҚ КЕЗІНДЕ ЖЫНЫС МҮШЕЛЕРІНІҢ МИКРОБИОМАСЫН СОТ-МЕДИЦИНАЛЫҚ БАҒАЛАУ

**Түйін:** Жыныстық сипаттағы қылмыстарды дәлелдеу күрделі үдеріс. Кейбір жағдайларда, әртүрлі жағдайларға байланысты, зорлық-зомбылықтың биологиялық дәлелдерінің ДНҚ талдауы нәтиже-сіз болуы мүмкін. Криминалистикалық құралдар жинағында адам микробиомасының деректерін пай-далану перспективасы жеке тұлғаны сәйкестендіру мүмкіндіктерін кеңейтеді.

**Зерттеу мақсаты:** сот-медициналық тәжірибеде жыныстық зорлық-зомбылық фактісін растау үшін жыныс мүшелерінің микробиомасының әлеуетін және оны пайдалану мүмкіндіктерін зерттеу.

### Материалдар мен әдістер

Ғылыми басылымдарды іздеу келесі мәліметтер базасында жүргізілді: PubMed, Scopus, Medline, Google Scholar және Web of Science, тереңдігі 5 жыл. Терминдердің әртүрлі комбинациялары қол-данылды: «сот-медициналық сараптама», «жыныстық зорлық-зомбылық», «микробиома», «дене сұ-йықтықтары», «жеке сәйкестендіру», «жыныс мүшелерінің микробиомасы». Қосу критерийлері: А және В дәлелдеу деңгейінің жарияланымдары. Алып тастау критерийлері: жарнамалық мақалалар мен ақпараттық жазбалар.

### Нәтижелер

Адам микробиомасы тек жекелендірілген және уақыт бойынша салыстырмалы түрде тұрақты. Сот медицинасы тұрғысынан адам микробиомасы адамның жеке басын анықтау үшін бай, салыс-тырмалы түрде пайдаланылмаған ресурс болып табылады. Қынаптық жыныстық қатынас серік-тестердегі төменгі зәр шығару жолдарының микробиотасындағы түрлердің байлығы мен әртүр-лілігінің өзгеруіне әкеледі. Еркек жыныс мүшесінің микробиомасының жыныстық серіктестердің қы-нап микробиомасымен үйлесімділігі жыныстық қатынас фактісін ғылыми негізделген түрде растау-ға мүмкіндік береді. Адам микробиомасын зерттеу құралы ретінде пайдаланбас бұрын, микробтық профиліндеуе байланысты бар шектеулерді болдырмау үшін қосымша зерттеулер қажет.

### Қорытынды

Жыныстық қатынас фактісін растау үшін сараптамалық зерттеулердің жаңа түрлерін әзірлеу жә-не енгізу сот-медициналық сараптамалардың сапасын жақсартуға және олардың халықаралық стан-дарттарға сәйкестігіне әкеледі. Микроб адамның жеке басының қосымша сот-медициналық сипат-тамасы болып табылады және оның жыныстық қатынас кезінде анықталған транспозициясы зор-лау кезінде сот-медициналық сараптаманың дәлелді мүмкіндіктерін арттыра алады.

**Түйінді сөздер:** сот-медициналық сараптама, жыныстық зорлық-зомбылық, әйелдер, жыныс мүше-лерінің микробиомасы.

S.A. Mussabekova<sup>1</sup>, X.E. Mkhitarian<sup>1</sup>, H.R. Abdikadyrova,  
B.S. Muldasheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Non-commercial joint stock company «Medical University of Karaganda», Kazakhstan

<sup>2</sup>Institute of forensic examinations in Karaganda region, Kazakhstan

С.А. Мусабекова<sup>1</sup>, К.Э. Мхитарян<sup>1</sup>,  
Х.Р. Абдикадинова<sup>1</sup>, Б.С. Мулдашева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НАО «Медицинский Университет Караганды», Казахстан

<sup>2</sup>Институт судебных экспертиз по  
Карагандинской области, Казахстан

FORENSIC ASSESSMENT OF THE GENITAL  
MICROBIOME IN SEXUAL ABUSE

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОБИОМА  
ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ ПРИ СЕКСУАЛЬНОМ НАСИЛИИ

**Resume:** Proving crimes of a sexual nature is a complex process. In some cases, due to various circumstances, DNA analysis of biological evidence of violence may be inconclusive. The prospect of using human microbiome data in a forensic toolkit expands the possibilities of personal identification.

**The purpose of the study:** to study the potential of the genital microbiome and the possibility of using it to confirm the fact of sexual violence in forensic practice.

#### Materials and methods

The search for scientific publications was carried out in the databases: PubMed, Scopus, Medline, Google Scholar and Web of Science for the last 5 years. Various combinations of terms have been used: "forensics", "sexual assault", "microbiome", "biological fluids", "personal identification", "genital microbiome". Inclusion criteria: Evidence level A and B publications. Exclusion criteria: promotional articles and informational notes.

#### Results

The human microbiome is exceptionally personalized and relatively stable over time. From a forensic perspective, the human microbiome is a rich, relatively untapped resource for establishing a person's identity. Vaginal intercourse leads to a change in species richness and diversity in the microbiota of the lower urinary tract in partners. The consistency of the microbiome of the penis with the microbiome of the vagina of the sexual partners allows scientifically substantiated confirmation of the fact of sexual contact. Before the human microbiome can be used as a research tool, further research is needed to address the current limitations associated with microbial profiling.

#### Conclusion

The development and implementation of new types of expert examinations to confirm the fact of sexual contact leads to an improvement in the quality of forensic medical examinations and their compliance with international standards. The microbiome is an additional forensic characteristic of a person's personality, and its transpositions detected during sexual contact can increase the evidential possibilities of forensic medical examination in case of rape.

**Keywords:** forensics, sexual violence, women, genital microbiome.

**Резюме:** Доказывание преступлений сексуального характера является сложным процессом. В некоторых случаях, в силу различных обстоятельств, анализ ДНК биологических доказательств насилия может быть нерезультативен. Перспектива использования данных микробиома человека в криминалистическом наборе инструментов расширяет возможности идентификации личности.

**Цель исследования:** изучить потенциал микробиома половых органов и возможности его использования для подтверждения факта сексуального насилия в судебно-медицинской практике.

#### Материалы и методы

Поиск научных публикаций глубиной 5 лет осуществляли в базах данных: PubMed, Scopus, Medline, Google Scholar и Web of Science. Были использовали различные комбинации терминов: «судебно-медицинская экспертиза», «сексуальное насилие», «микробиом», «биологические жидкости», «личная идентификация», «микробиом половых органов». Критерии включения: публикации уровня доказательности А и В. Критерии исключения: рекламные статьи и информационные заметки.

#### Результаты

Микробиом человека исключительно персонализирован и относительно стабилен во времени. С точки зрения судебной медицины микробиом человека является богатым, относительно неиспользованным ресурсом для установления личности человека. Вагинальный половой акт приводит к изменению видового богатства и разнообразия в микробиоте нижних мочевых путей у партнеров. Согласованность микробиома полового члена с микробиомом влагалища половых партнеров позволяет научно-обоснованно подтвердить факт полового контакта. Прежде чем микробиом человека можно будет использовать в качестве исследовательского инструмента, необходимы дальнейшие исследования для исключения существующих ограничений, связанных с микробным профилированием.

#### Заключение

Разработка и внедрение новых видов экспертных исследований для подтверждения факта сексуального контакта ведет к улучшению качества судебно-медицинских экспертиз и соответствия их международным стандартам. Микробиом является дополнительной судебно-медицинской характеристикой личности человека, а его транспозиции, обнаруженные при половом контакте, способны повысить доказательные возможности судебно-медицинской экспертизы при изнасиловании.

**Ключевые слова:** судебно-медицинская экспертиза, сексуальное насилие, женщины, микробиом половых органов.

#### Вступление:

Гендерное насилие является грубым нарушением прав и свобод человека, порождая долгосрочные последствия [1]. По данным Организации Объединенных Наций, каждая третья женщина в мире в течение жизни подвергается насилию, зафиксировано 1,3 миллиарда пострадавших от сексуального насилия [2]. Согласно последним оценкам, около 30% женщин испытывали физическое и/или сексуальное насилие в течение своей жизни [3]. Самый высокий уровень сексуально-

го насилия в отношении женщин от 33% до 51% отмечен в африканских странах, в Южной Азии и Океании [4]. В Америке с насилием сталкиваются 25% женщин, в Австралии и Новой Зеландии – 23%, в Европе – от 16% до 23%, в Центральной Азии – 18% [5]. При этом полицией регистрируется только от 8,4% до 35% случаев сексуального насилия. Во всем мире насилие в отношении женщин признается сложно раскрываемым, т.е. латентным явлением. Сбор и исследование доказательств по делам о сексуальном насилии, тем

не менее, являются очень важными шагами в разрешении этих дел [6].

Казахстан занимает 1 место в СНГ по числу жертв сексуального насилия: в 2021 году по сравнению с 2018 годом число зарегистрированных случаев сексуального насилия увеличилось на 8,5% [7]. При этом по неофициальной статистике в РК, каждая 10 женщина подвергалась насилию. Наряду с общими стереотипами скрытности женщин в отношении насилия их партнерами, в РК существуют и специфические, обусловленные менталитетом. Культура, традиции и убеждения в значительной степени способствуют выстраиванию гендерной идентичности и социальных норм в разных регионах Казахстана [8]. Профилактика и борьба с явлением насилия в казахстанском обществе является одним из важнейших приоритетов в государственной политике и относится к обязательствам, принятым и реализуемым в настоящее время на национальном уровне.

В мире, среди зафиксированных сексуальных преступлений, более трети остаются безнаказанными из-за недостаточности доказательной базы [9]. Существуют значительные пробелы при доказывании сексуального насилия: биологические доказательства иногда являются единственным способом доказать наличие полового контакта и идентифицировать преступника [10]. Выявление следов биологического происхождения, факта сексуальной близости, его давности и последствий (венерические заболевания, ВИЧ-инфекции), степени тяжести нанесенных телесных повреждений, т.е. контактного взаимодействия подозреваемого и потерпевшего устанавливается при помощи судебно-медицинской экспертизы и криминалистики [11]. Подтверждение факта полового контакта необходимо не только для квалификации преступления, но и для выбора дальнейшей тактики расследования. Сперма является общепринятым объектом в суде в качестве доказательства, позволяющего доказать факт физического/сексуального контакта и идентифицировать преступника [12]. Анализ ДНК предоставляет убедительные доказательства при совпадении профилей [13], но если совпадения профилей не обнаружено, а количество ДНК в образце невелико или ДНК деградировала, то традиционное профилирование STR может иметь ограниченную ценность [14]. Кроме того, очень часто после изнасилования сперма отсутствует, это может быть связано с различными сопутствующими факторами (значительный промежуток времени между половым контактом и сбором доказательств, азооспермия, вазэктомия, использование презерватива, возраст насильника, действия жертвы после полового контакта и т.д.) [15,16]. Все это осложняет процесс доказывания преступления [17], но имеет важное значение для квалификации деяний [18] и влияет на их уголовно-правовую оценку [19].

Перспективность исследований ключевых звеньев процессов доказывания преступления, формирующих

универсальную доказательную базу и способствующих совершенствованию механизмов по регулированию количества преступлений сексуального характера, определяют медико-социальные и экономические подходы к изучению данной проблемы. Успешное решение задач по оптимизации практики борьбы с половыми преступлениями едва ли возможно без совершенствования методик и разработки новых, позволяющих расширить спектр судебно-медицинских исследований. Одним из потенциальных путей развития является анализ микробиома потерпевшей и подозреваемых.

**Целью** обзора явилось изучение потенциала микробиома половых органов и возможности его использования для подтверждения факта сексуального насилия в судебно-медицинской практике.

#### **Методы и материалы:**

Комплексный поиск полнотекстовых публикаций, находящихся в открытом доступе и опубликованных за последние 5 лет, проводили в следующих базах данных: PubMed, Scopus, Medline, Google Scholar, Web of Science. Критерии поиска были адаптированы в соответствии с особенностями каждой базы данных. Использовали следующие поисковые термины: «судебно-медицинская экспертиза», «сексуальное насилие», «микробиом», «биологические жидкости», «личная идентификация», «микробиом половых органов» в различных комбинациях, позволяющих обеспечить всеобъемлющее включение соответствующих статей. Дополнительный ручной поиск подходящих обзоров и исследований проводили для выявления любых потенциально соответствующих исследований, все библиографии выбранных статей были пересмотрены, чтобы включить дополнительные релевантные статьи. Критерии включения: публикации уровня доказательности А и В. Критерии исключения: рекламные статьи и информационные заметки.

#### **Результаты:**

В настоящее время микробиота признана фундаментальным фактором, определяющим физиологию и патологию человека [20]. Микробиом человека представляет собой генетическое сообщество большого числа микроорганизмов (вирусов, бактерий, грибов) и является более сложным, чем его собственный геном [2,13]. Состав микробиома является уникальным для человека-хозяина, поскольку его формированию способствуют определенные генетические факторы и факторы окружающей среды [2]. Каждый микроб микробиома человека вносит свой вклад в совокупность геномного содержания человека, и эта совокупность превосходит по численности человеческий геном на целых 10:1 (в единицах клеток) [6,12]. Появление технологий секвенирования позволило описать значительную часть человеческого микробиома [21]. Установлено, что полимикробные сообщества играют ключевую роль в поддержании здоровья, поэтому современные тенденции в науке и клинике направле-

ны на изучение видового разнообразия и идентификацию микроорганизмов в различных биотопах, определение их роли в поддержании гомеостаза и взаимосвязи изменений состава микрофлоры при разных заболеваниях [1,19]. С точки зрения криминалистики микробиом человека обеспечивает генетический маркер с большим числом копий и, возможно, обеспечивает альтернативную и чувствительную цель (цели) генетического исследования для судебно-медицинской идентификации человека [22].

Одним из направлений проекта «Микробиом человека» является Vaginal Human Microbiome Project, направленный на исследование состава микроорганизмов урогенитального тракта у женщин в норме и патологии [23]. Его актуальность обусловлена стремительным ростом репродуктивных проблем у женщин детородного возраста, увеличением патологий внутриутробного развития и в постнатальном периоде, в том числе бесплодие, преждевременные роды, гестационный диабет, внутриутробное инфицирование плода, инфекционные осложнения и т.д. [24]. Вагинальный генитальный микробиом хорошо изучен как у здоровых, так и у нездоровых женщин [2,20]. Научные исследования свидетельствуют, что наиболее доминирующим родом среди здоровых женщин является *Lactobacillus*, в то время как *Gardnerella vaginalis* преобладает у пациенток с бактериальным вагинозом – распространенным вагинальным заболеванием у женщин [4]. Уже доказан существенный вклад представителей условно-патогенной микрофлоры в поддержание гомеостаза урогенитального тракта: роль различных видов бактерий рода *Lactobacillus* в обеспечении колонизационной резистентности и стабильности состава нормофлоры влагалища либо их ассоциации с развитием комплекса дисбиотических нарушений [25]. Вагинальная микрофлора оказывает серьезное влияние на поддержание репродуктивной функции и качество жизни женщины [26]. Микрофлора урогенитального тракта женщины – один из компонентов сложной системы организма, ее состав и особенности функционирования подвержены влиянию внутренних и внешних факторов, среди которых: гормональный статус, фаза цикла, иммунный статус, способы контрацепции, сексуальная активность, смена полового партнера, прием лекарственных препаратов и наличие инфекционного процесса [27,28]. Мониторинг качественно-количественных изменений состава микрофлоры является ключевым моментом для достоверной диагностики состояния женщины и обоснованного выбора вариантов клинической тактики ведения пациентки [29]. Своевременно недиагностированные инфекции, ассоциированные с условно-патогенной микрофлорой, впоследствии могут стать причиной репродуктивных нарушений, спонтанных аборт, преждевременных родов, внутриутробного инфицирования и низкой массы тела плода, постнатальных осложнений [30], а также осложнений после хирургических вмешательств на

органах малого таза [31]. Заболевания, вызываемые условно-патогенными микроорганизмами, увеличивают риск возникновения инфекций, передаваемых половым путем, и ВИЧ-инфекции. Некоторые эпидемиологические и микробиологические данные свидетельствуют о роли мужчин в риске развития бактериального вагиноза и его рецидивов [32].

Напротив, литературы о микробиоме полового члена значительно меньше. Были проведены исследования относительных различий в микробиоме полового члена в зависимости от статуса мужского обрезания [2,5,10] и передачи бактериального вагиноза между партнерами [30]. Эти результаты показали, что некоторые анаэробные бактерии, в частности *Clostridiales* и *Prevotellaceae*, были более многочисленны до обрезания [31]. Тогда как после обрезания микробиота полового члена становится гомогенной по составу. Большинство немногочисленных исследований семенной микробиоты в основном сосредоточены на аномальном бактериальном сообществе спермы, таком как бесплодие, простатит и другие заболевания [16]. В настоящее время во врачебной практике при диагностике этиологического фактора воспалительной патологии урогенитального тракта у мужчин акцент делается на выявление инфекций, передаваемых половым путем [33]. Однако, отмечена и значимость других, не менее важных этиологических факторов, одним из которых является трансуретральный путь инфицирования неспецифической бактериальной микрофлорой [34,35]. Ряд исследований свидетельствует об идентичности характера неспецифической бактериальной микрофлоры, выявленной в супружеских парах [3,10,22]. Однако, информация о составе нормальной уретральной флоры у мужчин несколько ограничена: у мужчин в уретральном биотопе в норме нет какого-либо одного доминирующего микроорганизма, а бактериальные сообщества нормального микробиома являются сложными [33,36].

Согласно данным литературы микробные сообщества разных людей значительны, относительно стабильны во времени и позволяют идентифицировать человека [37]. При этом современные исследования более сосредоточены на мелких таксонах, позволяющих идентифицировать более узкие и конкретные микросообщества на определенных участках тела [21]. Биологическая дифференциация пола с использованием таномобиома человека дала обнадеживающие результаты в нескольких исследованиях, позволив наблюдать дифференцированное распределение бактериальных сообществ в тканях у умерших особей противоположного пола [38]. Согласно другим исследованиям, отсутствие различных бактериальных типов кожи также может быть связано с использованием косметических продуктов [39]. Текущие данные показывают превосходную точность в оценке пола, в то время как предсказание других личностных характеристик было менее успешным.



**Обсуждение:**

В отличие от других судебно-медицинских дисциплин, судебная микробиология до сих пор слишком часто считается «побочной деятельностью», неспособной внести реальный и конкретный вклад в судебно-медицинские расследования. Действительно, различные прикладные аспекты этой дисциплины по-прежнему остаются нишевой деятельностью, и, как результат, микробиологические исследования часто опускаются или лишь аппроксимируются, отчасти из-за плохого освещения в литературе. Альтернативный метод идентификации человека с помощью микробной судебной экспертизы был предложен Schmedes et al., которые использовали сходство нуклеотидного разнообразия (π) в маркерах, специфичных для индивидуума-хозяина. В настоящее время исследования микробиома включают извлечение микробной ДНК с последующим секвенированием ДНК, результаты которого можно анализировать с использованием биоинформационных инструментов и конвейеров для выделения потенциально важных функций и изучения микробного разнообразия [39]. Стандартом для идентификации видов бактерий является направленное секвенирование ампликонов определенного интересующего гена, а именно 16S рибосомной РНК (16S rRNA) [40]. Секвенирование ампликона 16S rRNA демонстрирует некоторую глубину разрешения, необходимую для различения людей. Индекс сходства Жаккара фокусируется на наличии/отсутствии членов сообщества, что позволяет сравнивать малочисленные или редкие бактериальные таксоны между образцами – данная метрика эффективно различает образцы микробиома кожи, взятые у разных людей [10,22,28]. Хотя относительные пропорции бактерий могут варьировать, согласно литературным данным его состав относительно стабилен [23,31]. Согласно данным S. Tuddenham и соавторов состав микробиома в пределах данной среды обитания тела демонстрирует минимальные временные изменения внутри человека, в то время как межиндивидуальная изменчивость довольно высока [41]. Важность разнообразия микробиома в судебно-медицинском расследовании еще выше, когда человек является носителем редкого бактериального штамма, что способствует завершению события [33,42]. Исследования регионально-специфического микробиома свидетельствуют, что некоторые микроорганизмы ограничены определенными средами [43]. Потенциальная криминалистическая полезность микробной ДНК установлена для образцов, собранных из самых разных мест, включая волосы, кожу и влагалище. Так, анализ микробиома волос или кожи в области лобка может свидетельствовать о фактическом половом контакте. В научной литературе упоминается потенциальное использование данных микробного происхождения [3,10,38], отличительных признаков [21,44] и криминалистических индикаторов [30,35,45]. В большинстве исследований микробиоты изучалось

потенциальное использование структуры микробиома чистых биологических образцов, таких как слюна, кожа, вагинальная жидкость и сперма, в качестве биомаркера при идентификации биологических жидкостей [24,33,46]. При этом не следует упускать из виду, что биологические доказательства, собранные у потерпевших по делам о сексуальных домогательствах, часто могут быть обнаружены в виде смеси. Микробный ландшафт человека существенно меняется в зависимости от пола, диеты и состояния болезни и множества других переменных [31,47]. Микробные профили, полученные и проанализированные у одного человека, потенциально могут отражать микробное сообщество смешанного происхождения, в зависимости от предшествующих потенциальных событий переноса микробиома и участка тела, с которого взят образец. Установлено, что совместно проживающие люди, в том числе владельцы домашних животных, имеют общую микробиоту кожи [44]. Исследование также показало, что микробиомы человека передаются в результате прямого контакта, от людей к объектам, с которыми они взаимодействуют [44]. Согласно исследованиям микробиомов кожи полового члена и влагалища до и после полового акта с использованием анализа короткого считывания гена 16S rRNA установлено, что на уровне рода происходит нарушение микробного состава образцов полового члена и влагалища после первого полового акта в судебно-медицинском контексте. После дальнейшего изучения микробного разнообразия на уровне ASV таксоны были определены как уникальные для участников [31,35,46]. В судебной медицине большое значение придается так называемой «неосторожной передаче», т. е. инфекциям, приобретаемым после сексуальных посягательств. Международные судебно-медицинские исследования, выявившие генетические маркеры *Neisseria gonorrhoeae* и *Chlamydia trachomatis*, позволяют связать преступника с его жертвой. Генотипирование их бактериальной флоры свидетельствует о том, что между нападавшим и жертвой насилия имел место интимный контакт. Если бактериальный штамм редок, его редкость может быть подсказкой [48]. Однако при вирусных инфекциях, таких как ВИЧ, этот тест бесполезен из-за высокой скорости мутации вирусов [43,45]. Исследования, изучающие влияние методов хранения, температурного режима и сроков хранения на структуру сообщества микробиома показали, что охлаждение или замораживание не связано со значительными изменениями в составе сообщества, если используются механизмы стабилизации образцов [49]. Тем не менее, существуют некоторые разногласия по поводу возможного изменения состава таксонов в образце из-за многократного замораживания и оттаивания, а также продолжительности хранения при комнатной температуре - всех условий, которые могут возникнуть при обращении с доказательствами на основе микробиома, оставленными на месте преступления [17,21].

Эта изменчивость может быть дополнительно осложнена временной нестабильностью микробиома человека, взятого в одном и том же месте с течением времени, будь то участок тела объекта или среды. Кроме того, ограниченное количество биомассы, доступной для отбора проб, также может негативно сказаться на микробной криминалистической сигнатуре. Следует также особо отметить, что в судебно-медицинской практике биологические следы обычно собирают ватными тампонами и хранят в сухом виде до анализа, в результате большинство образцов следов возможно будут иметь относительно низкий уровень бактерий и требуют высокочувствительных методов и соответствующих процедур для предотвращения загрязнения, при этом низкий уровень бактерий также может усиливать различные систематические ошибки, например, при отборе проб и ПЦР-амплификации [50].

Полное включение доказательств, полученных из микробиома, в инструментарий судебной экспертизы также требует более надежных статистических тестов, которые обеспечат достаточную достоверность результатов [51]. Более того, использование в суде идентификации, основанной на микробиоме, требует демонстрации того, что микробиом принадлежит конкретному человеку с допустимой частотой ошибок, тем более что микробиомы динамичны и могут подвергаться дальнейшему влиянию любого сбора, хранения и анализа. Вместо этого вполне вероятно, что аналогичная статистика микробиома будет зависеть от больших общедоступных данных с широким разнообразием участков тела, состояния здоровья и образцов, собранных в базы данных, особенно с учетом того, что государственное хранение и обмен микробиомом может быть ограничено соображениями конфиденциальности [52]. Другое ограничение заключается в том, что сравнительная точность идентификации индивидуумов снижается по мере увеличения числа сравниваемых индивидуумов, потенциально разделяющих ту же среду, образ жизни и микробные паттерны [53,54]. С этой целью может быть полезным создание биобанков микробиомов из больших популяций специально для судебно-медицинской идентификации человека. Методы машинного обучения и классификации, применяемые в микробиологических криминалистических исследованиях, могут быть полезны для выявления потенциальных источников загрязнения и ошибок маркировки в образцах, имеющих значение для судебной экспертизы [55]. Любое внедрение новых методов в криминалистику также требует изменений в законах и стандартах, регулирующих их сбор и

использование. Человеческий микробиом не является исключением, поскольку возможное использование для идентификации и фенотипирования людей вносит множество сложностей в законы и правила, регулирующие доказательства.

Анализ микробиома в медицине и общественном здравоохранении установил свой эталон, но его применение в криминалистике все еще ограничено из-за проблем, связанных со стабильностью, воспроизводимостью и чувствительностью микробного анализа. Кроме того, хранение образцов также вызывает споры, поскольку изменения условий хранения так или иначе влияют на качество экстракции и определение бактериальных сообществ в образцах. Судебно-медицинский анализ микробиома пока находится в зачаточном состоянии, но при дальнейших исследованиях и соответствующей проверке использование микробиома человека в судебно-медицинских целях имеет большие перспективы. Как только текущие проблемы со знаниями, технологиями и данными будут решены, микробиом человека можно будет применять в качестве очень выгодного криминалистического инструмента, особенно там, где другие человеческие (немикробные) подходы имеют ограничения. При этом мы не подразумеваем, что другие подходы должны быть заменены анализом микробиома, а вместо этого, когда это возможно, объединять усилия с другими подходами, стремясь ответить на сложные, но актуальные вопросы криминалистики.

### Заключение

Насилие в отношении женщин все больше увеличивается из-за пересекающихся кризисов: изменения климата, глобальных конфликтов и экономической нестабильности, в том числе сексуальное насилие в зонах конфликтов. Структура «ООН-женщины» совместно с правительством РК осуществляет ряд инициатив по ликвидации дискриминации и насилия в отношении женщин, целью которой, является разработка эффективной целенаправленной и учитывающей гендерные аспекты политики, направленной на реализацию глобальных норм и стандартов, закрепленных в международных соглашениях. Перспектива использования данных микробиома человека в криминалистическом наборе инструментов при оценке сексуального насилия еще больше расширяет возможности судебно-медицинской экспертизы идентификации личности и формирует новый значительный потенциал. Несомненно, необходимы дальнейшие исследования для изучения эффективности микроорганизмов в целом и их полной применимости в судебно-медицинских целях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Basile KC, Smith SG, Chen J, Zwald M. Chronic Diseases, Health Conditions, and Other Impacts Associated with Rape Victimization of U.S. Women. *J Interpers Violence*. 2021;36(23-24):12504-12520. DOI: 10.1177/0886260519900335.
- 2 Ghemrawi M, Torres AR, Duncan G, Colwell R, Dadlani M, McCord B. The genital microbiome and its potential for detecting sexual assault. *Forensic Science International: Genetics*. 2021;51:102432. DOI: 10.1016/j.fsigen.2020.102432.
- 3 Sabri B, Wirtz AL, Ssekasanvu J, Nonyane BAS, Nalugoda F, Kagaayi J, Ssekubugu R, Wagman JA. Intimate partner violence, HIV and sexually transmitted infections in fishing, trading and agrarian communities in Rakai, Uganda. *BMC Public Health*. 2019;19(1):594. DOI: 10.1186/s12889-019-6909-8.

- 4 Jewkes R, Fulu E, Tabassam Naved R, Chirwa E, Dunkle K, Haardörfer R. Women's and men's reports of past-year prevalence of intimate partner violence and rape and women's risk factors for intimate partner violence: A multicountry cross-sectional study in Asia and the Pacific. *PLoS Med* 2017;14(9):e1002381. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002381.
- 5 Williams OJ, Carolyn M. West. Introduction to Special Issue: Domestic Violence in Black Communities. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma*. 2021;30(6):707-713. DOI: 10.1080/10926771.2021.1930314/.
- 6 Sijen T, Harbison S. On the Identification of Body Fluids and Tissues: A Crucial Link in the Investigation and Solution of Crime. *Genes (Basel)*. 2021;12(11):1728. DOI: 10.3390/genes12111728.
- 7 Рахимбердин КХ, Гета МР. Теоретические и правовые аспекты противодействия бытовому насилию в законодательстве Республики Казахстан: проблемы и перспективы. *Вестник Института законодательства и правовой информации Республики Казахстан*. 2021; 66(3):62-73. DOI: 10.52026/2788-5291\_2021\_66\_3\_62.
- 8 Абдраманова НК, Алауханов ЕО. Латентность домашнего насилия в Республике Казахстан на современном этапе. *Вестн. Том. гос. ун-та. Право*. 2020;38:5-14.
- 9 Sakurada K, Watanabe K, Akutsu T. Current Methods for Body Fluid Identification Related to Sexual Crime: Focusing on Saliva, Semen, and Vaginal Fluid. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(9):693. DOI: 10.3390/diagnostics10090693.
- 10 Dixon R, Egan S, Hughes S, Chapman B. The Sexome □ A proof of concept study into microbial transfer between heterosexual couples after sexual intercourse. *Forensic Science International*. 2023;348:111711. DOI: 10.1016/j.forsciint.2023.111711.
- 11 Китаева ВН. Расследование покушения на изнасилование. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Право*. 2019;10(3):520-532. DOI: 10.21638/spbu14.2019.307.
- 12 Zapico S, Dyto A, Rubio L, Roca G. The Perfect Match: Assessment of Sample Collection Efficiency for Immunological and Molecular Findings in Different Types of Fabrics. *Int J Mol Sci*. 2022;23(18):10686. DOI: 10.3390/ijms231810686.
- 13 Haddrill PR. Developments in forensic DNA analysis. *Emerg Top Life Sci*. 2021;5(3):381-393. DOI: 10.1042/ETLS20200304.
- 14 Драпкин ЛЯ, Грицаенко ПП, Шуклин АЕ. Доказательственные и поисковые возможности судебно-медицинской молекулярно-генетической экспертизы. *Электронное приложение к Российскому юридическому журналу*. 2019;(3):24-26.
- 15 Парог АИ, Бимбинов АА. Роль (значение) судебно-медицинской экспертизы в квалификации насильственных сексуальных преступлений. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2019;62(6):14-17. DOI: 10.17116/sudmed20196206114.
- 16 Smith SG, Chen J, Lowe AN, Basile KC. Sexual Violence Victimization of U.S. Males: Negative Health Conditions Associated with Rape and Being Made to Penetrate. *J Interpers Violence*. 2022;37(21-22):20953–20971. DOI: 10.1177/08862605211055151.
- 17 Телицина ЮА. Особенности установления обстоятельств, подлежащих установлению при расследовании изнасилований. *Молодой ученый*. 2022;410(15):300-303.
- 18 Фьюнг НТТ, Дык ЛВ. Факты, влияющие на обнаружение доказательства при расследовании уголовного дела об изнасиловании. *Криминологический журнал*. 2020;(3):52-53. DOI: 10.24411/2687-0185-2020-10055.
- 19 Wankhade TD, Ingale SW, Mohite PM, Bankar NJ. Artificial Intelligence in Forensic Medicine and Toxicology: The Future of Forensic Medicine. *Cureus*. 2022;14(8):e28376. DOI: 10.7759/cureus.28376.
- 20 Buchta V. Vaginal microbiome. *Ceska Gynecol*. 2018;83(5):371-379.
- 21 Woerner A, Novroski N, Wendt FR, Ambers A, Wiley R, Schmedes SE, Budowle B. Forensic human identification with targeted microbiome markers using nearest neighbor classification. *Forensic Science International: Genetics*. 2019;(38):130-139. DOI: 10.1016/j.fsigen.2018.10.003.
- 22 Ma ZS. Microbiome Transmission During Sexual Intercourse Appears Stochastic and Supports the Red Queen Hypothesis. *Front Microbiol*. 2022;(12):789983. DOI: 10.3389/fmicb.2021.789983.
- 23 Анкирская АС, Муравьева ВВ. Интегральная оценка состояния микробиоты влагалища. Диагностика оппортунистических вагинитов. *Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение*. 2020; 8(1): 69-76. DOI: 10.24411/2303-9698-2020-11009.
- 24 Chee WJY, Chew SY, Than LTL. Vaginal microbiota and the potential of Lactobacillus derivatives in maintaining vaginal health. *Microb Cell Fact*. 2020;19(1):203. DOI: 10.1186/s12934-020-01464-4.
- 25 Pramanick R, Mayadeo N, Warke H, Begum S, Aich P, Aranha C. Vaginal microbiota of asymptomatic bacterial vaginosis and vulvovaginal candidiasis: Are they different from normal microbiota? *Microb Pathog*. 2019;134:103599. DOI: 10.1016/j.micpath.2019.103599.
- 26 He Y, Niu X, Wang B, Na R, Xiao B, Yang H. Evaluation of the inhibitory effects of Lactobacillus gasseri and Lactobacillus crispatus on the adhesion of seven common lower genital tract infection-causing pathogens to vaginal epithelial cells. *Front. Med. (Lausanne)*. 2020; 7: 284. DOI: 10.3389/fmed.2020.00284.
- 27 Gladysheva I, Cherkasov S. Corynebacterium species in the female genital tract – pathogens or potential probiotics. *Int. J. Pharma Bio Sci*. 2018;9(4):265-272. DOI: 10.22376/ijpbs.2018.9.4.b265-272.
- 28 Pramanick R, Nathani N, Warke H, Mayadeo N, Aranha C. Vaginal Dysbiotic Microbiome in Women with no Symptoms of Genital Infections. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;11:760459. DOI: 10.3389/fcimb.2021.760459.
- 29 Ghofol M, Adamson-De LE, Wessels JM. The female reproductive tract microbiotas, inflammation, and gynecological conditions. *Front Reprod Health*. 2022;4:963752. DOI: 10.3389/frph.2022.963752.
- 30 Mores CR, Price TK, Wolff B, Halverson T, Limeira R, Brubaker L, Mueller ER, Putonti C, Wolfe AJ. Genomic relatedness and clinical significance of Streptococcus mitis strains isolated from the urogenital tract of sexual partners. *Microb Genom*. 2021;7(3):mgen000535. DOI: 10.1099/mgen.0.000535.
- 31 Jewanraj J, Ngcapu S, Osman F, Mtshali A, Singh R, Mansoor LE, Abdool KSS, Abdool KQ, Passmore JS, Liebenberg LJP. The Impact of Semen Exposure on the Immune and Microbial Environments of the Female Genital Tract. *Front Reprod Health*. 2020;2:566559. DOI: 10.3389/frph.2020.566559.
- 32 Ильин ВК, Бояринцев ВВ, Комиссарова ДД, Тониян КА, Усанова НА, Морозова ЮА, Муравьева ВВ, Байрамова ГР, Припутневич ТВ. Анализ изменения состояния влагалищной микрофлоры у женщин репродуктивного возраста в условиях трёхсуточной «сухой» иммерсии без использования средств профилактики. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2021;98(6):657-663. DOI: 10.36233/0372-9311-150.
- 33 Farahani L, Tharakan T, Yap T, Ramsay JW, Jayasena CN, Minhas S. The semen microbiome and its impact on sperm function and male fertility: A systematic review and meta-analysis. *Andrology*. 2021;9(1):115-144. DOI: 10.1111/andr.12886.
- 34 McCormack D, Koons K. Sexually Transmitted Infections. *Emerg Med Clin North Am*. 2019;37(4):725-738. DOI: 10.1016/j.emc.2019.07.009.
- 35 Eckle VS, Alius F. Postexposure prophylaxis after sexual assault. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2021;116(7):627-634. DOI: 10.1007/s00063-021-00864-7.
- 36 Bondade S, Hosthota A, Karthik K.N., Raj R. Intimate Partner Violence, Anxiety, and Depression in Women with Sexually Transmitted Infections—A Hospital-based Case Control Study. *Journal of Psychosexual Health*. 2021;3(1):65-72. DOI:10.1177/2631831821992656.
- 37 Wylie TN, Schrimpf J, Gula H, Herter BN, Wylie KM. Comparison of Metagenomic Sequencing and the NanoString nCounter Analysis System for the Characterization of Bacterial and Viral Communities in Vaginal Samples. *mSphere*. 2022;7(5):e0019722. DOI: 10.1128/msphere.00197-22.
- 38 Zhang J, Liu W, Simayijiang H, Hu P, Yan J. Application of Microbiome in Forensics. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*. 2023;21(1):97-107. DOI: 10.1016/j.gpb.2022.07.007.
- 39 Murugesan M, Manoj D, Johnson LR, James RI. Forensic Microbiology in India: A missing piece in the puzzle of criminal investigation system. *Indian Journal of Medical Microbiology*. 2023;44:100367. DOI: 10.1016/j.ijmmb.2023.100367.
- 40 Tambuzzi S, Maciocco F, Gentile G, Boracchi M, Bailo P, Marchesi M, Zoja R. Applications of microbiology to different forensic scenarios – A narrative review. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2023;98:102560. DOI: 10.1016/j.jflm.2023.102560.
- 41 Tuddenham S, Ravel J, Marrazzo JM. Protection and Risk: Male and Female Genital Microbiota and Sexually Transmitted Infections. *J Infect Dis*. 2021;223(12.2):S222–S235. DOI: 10.1093/infdis/jiaa762.
- 42 Karadayi S, Arasoglu T, Akmayan I, Karadayi B. Assessment of the exclusion potential of suspects by using microbial signature in sexual assault cases: A scenario-based experimental study. *Forensic Sci Int*. 2021;325:110886. DOI: 10.1016/j.forsciint.2021.110886.



- 43 Mehta SD, Nandi D, Agingu W, Green SJ, Otieno FO, Bhaumik DK, Bailey RC. Longitudinal Changes in the Composition of the Penile Microbiome Are Associated With Circumcision Status, HIV and HSV-2 Status, Sexual Practices, and Female Partner Microbiome Composition. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022;12:916437. DOI: 10.3389/fcimb.2022.916437.
- 44 Mehta SD, Agingu W, Nordgren RK, Green SJ, Bhaumik DK, Bailey RC, Otieno F. Characteristics of Women and Their Male Sex Partners Predict Bacterial Vaginosis Among a Prospective Cohort of Kenyan Women With Nonoptimal Vaginal Microbiota. *Sex Transm Dis*. 2020;47(12):840-850. DOI: 10.1097/OLQ.0000000000001259.
- 45 Onywerwa H, Williamson AL, Bonnin S, Mbulawa ZZA, Coetzee D, Ponomarenko J, Meiring TL. The penile microbiota of Black South African men: relationship with human papillomavirus and HIV infection. *BMC Microbiol*. 2020;20(1):78. DOI: 10.1186/s12866-020-01759-x.
- 46 Onywerwa H, Williamson AL, Ponomarenko J, Meiring TL. The Penile Microbiota in Uncircumcised and Circumcised Men: Relationships With HIV and Human Papillomavirus Infections and Cervicovaginal Microbiota. *Front Med (Lausanne)*. 2020;7:383. DOI: 10.3389/fmed.2020.00383.
- 47 Mehta SD, Nandi D, Agingu W, Green SJ, Bhaumik DK, Bailey RC, Otieno F. Vaginal and Penile Microbiome Associations With Herpes Simplex Virus Type 2 in Women and Their Male Sex Partners. *J Infect Dis*. 2022;226(4):644-654. DOI: 10.1093/infdis/jiaa529.
- 48 Neckovic A, van Oorschot R, Szkuta B, Durdle A. Investigation of direct and indirect transfer of microbiomes between individuals. *Forensic Science International: Genetics*. 2020;45:102212. DOI:10.1016/j.fsigen.2019.102212.
- 49 Hanssen EN, Avershina E, Rudi K, Gill P, Snipen L. Body fluid prediction from microbial patterns for forensic application. *Forensic Science International: Genetics*. 2017;30:10-17. DOI: 10.1016/j.fsigen.2017.05.009.
- 50 Sarah E. Schmedes, August E. Woerner, Nicole M.M. Novroski, Frank R. Wendt, Jonathan L. King, Kathryn M. Stephens, Budowle B. Targeted sequencing of clade-specific markers from skin microbiomes for forensic human identification. *Forensic Science International: Genetics*. 2018;32:50-61. DOI: 10.1016/j.fsigen.2017.10.004.
- 51 Kumari P, Prakash P, Yadav S, Saran V. Microbiome analysis: An emerging forensic investigative tool. *Forensic Science International*. 2022;340:111462. DOI: 10.1016/j.forsciint.2022.111462.
- 52 López CD, Vidaki A, Kayser M. Integrating the human microbiome in the forensic toolkit: Current bottlenecks and future solutions. *Forensic Science International: Genetics*. 2022;56:102627. DOI: 10.1016/j.fsigen.2021.102627.
- 53 Liao L, Ye L, Huang L, Yao T, Liang X, Chen L, Shen M. Changes in the microbial community after vaginal fluid exposure in different simulated forensic situations. *Forensic Sci Int*. 2023;349:111766. DOI: 10.1016/j.forsciint.2023.111766.
- 54 Yao T, Han X, Guan T, Wang Z, Zhang S, Liu C, Liu C, Chen L. Effect of indoor environmental exposure on seminal microbiota and its application in body fluid identification. *Forensic Sci Int*. 2020;314:110417. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110417.
- 55 Karadayı S, Arasoglu T, Akmayan İ, Karadayı B. Assessment of the exclusion potential of suspects by using microbial signature in sexual assault cases: A scenario-based experimental study. *Forensic Sci Int*. 2021;325:110886. DOI: 10.1016/j.forsciint.2021.110886.

## REFERENCES

- 1 Basile KC, Smith SG, Chen J, Zwald M. Chronic Diseases, Health Conditions, and Other Impacts Associated with Rape Victimization of U.S. Women. *J Interpers Violence*. 2021;36(23-24):NP12504-NP12520. DOI: 10.1177/0886260519900335.
- 2 Ghemrawi M, Torres AR, Duncan G, Colwell R, Dadlani M, McCord B. The genital microbiome and its potential for detecting sexual assault. *Forensic Science International: Genetics*. 2021;51:102432. DOI: 10.1016/j.fsigen.2020.102432.
- 3 Sabri B, Wirtz AL, Ssekasanvu J, Nonyane BAS, Nalugoda F, Kagaayi J, Ssekubugu R, Wagman JA. Intimate partner violence, HIV and sexually transmitted infections in fishing, trading and agrarian communities in Rakai, Uganda. *BMC Public Health*. 2019;19(1):594. DOI: 10.1186/s12889-019-6909-8.
- 4 Jewkes R, Fulu E, Tabassam Naved R, Chirwa E, Dunkle K, Haardörfer R. Women's and men's reports of past-year prevalence of intimate partner violence and rape and women's risk factors for intimate partner violence: A multicountry cross-sectional study in Asia and the Pacific. *PLoS Med* 2017;14(9):e1002381. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002381/.
- 5 Williams OJ, Carolyn M. West. Introduction to Special Issue: Domestic Violence in Black Communities. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma*. 2021;30:6:707-713. DOI: 10.1080/10926771.2021.1930314/.
- 6 Sijen T, Harbison S. On the Identification of Body Fluids and Tissues: A Crucial Link in the Investigation and Solution of Crime. *Genes (Basel)*. 2021;12(11):1728. DOI: 10.3390/genes12111728.
- 7 Rakhiberdin KH, Geta MR. Theoretical and legal aspects of combating domestic violence in the legislation of the Republic of Kazakhstan: problems and prospects. *Bulletin of the Institute of Legislation and Legal Information of the Republic of Kazakhstan*. 2021;3(66):62-73. DOI: 10.52026/2788-5291\_2021\_66\_3\_62.
- 8 Abdramanova NK, Alaukhanov EO. Latency of domestic violence in the Republic of Kazakhstan at the present stage. *Vestn. Tomsk State university. Right*. 2020;38:5-14.
- 9 Sakurada K, Watanabe K, Akutsu T. Current Methods for Body Fluid Identification Related to Sexual Crime: Focusing on Saliva, Semen, and Vaginal Fluid. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(9):693. DOI: 10.3390/diagnostics10090693.
- 10 Dixon R, Egan S, Hughes S, Chapman B. The Sexome □ A proof of concept study into microbial transfer between heterosexual couples after sexual intercourse. *Forensic Science International*. 2023;348:111711. DOI: 10.1016/j.forsciint.2023.111711.
- 11 Kitaeva VN. Investigation of attempted rape. *Bulletin of St. Petersburg University. Right*. 2019;10(3):520-532. DOI: 10.21638/spbu14.2019.307.
- 12 Zapico S, Dytsio A, Rubio L, Roca G. The Perfect Match: Assessment of Sample Collection Efficiency for Immunological and Molecular Findings in Different Types of Fabrics. *Int J Mol Sci*. 2022;23(18):10686. DOI: 10.3390/ijms231810686.
- 13 Haddrill PR. Developments in forensic DNA analysis. *Emerg Top Life Sci*. 2021;5(3):381-393. DOI: 10.1042/ETLS20200304.
- 14 Drapkin LA, Gritsaenko PP, Shuklin AE. Evidential and search capabilities of forensic molecular genetic expertise. *Electronic supplement to the Russian legal journal*. 2019;3:24-26.
- 15 Rarog A.I., Bimbinov A.A. The role (value) of forensic medical examination in the qualification of violent sexual crimes. *Forensic-medical examination*. 2019;62(6):14-17. DOI: 10.17116/sudmed20196206114.
- 16 Smith SG, Chen J, Lowe AN, Basile KC. Sexual Violence Victimization of U.S. Males: Negative Health Conditions Associated with Rape and Being Made to Penetrate. *J Interpers Violence*. 2022;37(21-22):NP20953-NP20971. DOI: 10.1177/08862605211055151.
- 17 Telitsina YuA. Features of establishing the circumstances to be established in the investigation of rape. *Young scientist*. 2022;15(410):300-303.
- 18 Phuong NTT, Duc LV. Facts affecting the discovery of evidence in the investigation of a criminal case of rape. *Criminological journal*. 2020; №3:52-53. DOI: 10.24411/2687-0185-2020-10055.
- 19 Wankhade TD, Ingale SW, Mohite PM, Bankar NJ. Artificial Intelligence in Forensic Medicine and Toxicology: The Future of Forensic Medicine. *Cureus*. 2022;14(8):e28376. DOI: 10.7759/cureus.28376.
- 20 Buchta V. Vaginal microbiome. *Ceska Gynekol*. 2018;83(5):371-379.
- 21 Woerner A, Novroski N, Wendt FR, Ambers A, Wiley R, Schmedes SE, Budowle B. Forensic human identification with targeted microbiome markers using nearest neighbor classification. *Forensic Science International: Genetics*. 2019;(38):130-139. DOI: 10.1016/j.fsigen.2018.10.003.
- 22 Ma ZS. Microbiome Transmission During Sexual Intercourse Appears Stochastic and Supports the Red Queen Hypothesis. *Front Microbiol*. 2022;(12):789983. DOI: 10.3389/fmicb.2021.789983.
- 23 Ankira AS, Muravieva VV. Integral assessment of the state of the vaginal microbiota. *Diagnosis of opportunistic vaginitis. Obstetrics and gynecology: news, opinions, training*. 2020; 8(1):69-76. DOI: 10.24411/2303-9698-2020-11009.
- 24 Chee WJY, Chew SY, Than LTL. Vaginal microbiota and the potential of Lactobacillus derivatives in maintaining vaginal health. *Microb Cell Fact*. 2020;19(1):203. DOI: 10.1186/s12934-020-01464-4.



- 25 Pramanick R, Mayadeo N, Warke H, Begum S, Aich P, Aranha C. Vaginal microbiota of asymptomatic bacterial vaginosis and vulvovaginal candidiasis: Are they different from normal microbiota? *Microb Pathog.* 2019;134:103599. DOI: 10.1016/j.micpath.2019.103599.
- 26 He Y, Niu X, Wang B, Na R, Xiao B, Yang H. Evaluation of the inhibitory effects of *Lactobacillus gasseri* and *Lactobacillus crispatus* on the adhesion of seven common lower genital tract infection-causing pathogens to vaginal epithelial cells. *Front. Med. (Lausanne).* 2020;(7): 284. DOI: 10.3389/fmed.2020.00284.
- 27 Gladysheva I, Cherkasov S. *Corynebacterium* species in the female genital tract – pathogens or potential probiotics. *Int. J. Pharma Bio Sci.* 2018;9(4):265-272. DOI: 10.22376/ijpbs.2018.9.4.b265-272.
- 28 Pramanick R, Nathani N, Warke H, Mayadeo N, Aranha C. Vaginal Dysbiotic Microbiome in Women with no Symptoms of Genital Infections. *Front Cell Infect Microbiol.* 2022;(11):760459. DOI: 10.3389/fcimb.2021.760459.
- 29 Gholiof M, Adamson-De LE, Wessels JM. The female reproductive tract microbiotas, inflammation, and gynecological conditions. *Front Reprod Health.* 2022;(4):963752. DOI: 10.3389/frph.2022.963752.
- 30 Mores CR, Price TK, Wolff B, Halverson T, Limeira R, Brubaker L, Mueller ER, Putonti C, Wolfe AJ. Genomic relatedness and clinical significance of *Streptococcus mitis* strains isolated from the urogenital tract of sexual partners. *Microb Genom.* 2021;7(3):mgen000535. DOI: 10.1099/mgen.0.000535.
- 31 Jewanraj J, Ngcapu S, Osman F, Mtshali A, Singh R, Mansoor LE, Abdool KSS, Abdool KQ, Passmore JS, Liebenberg LJP. The Impact of Semen Exposure on the Immune and Microbial Environments of the Female Genital Tract. *Front Reprod Health.* 2020;(2):566559. DOI: 10.3389/frph.2020.566559.
- 32 Ilyin VK, Boyarintsev VV, Komissarova DD, Toniyan KA, Usanova NA, Morozova YuA, Muravieva VV, Bairamova GR, Priputnevich TV. Analysis of changes in the state of the vaginal microflora in women of reproductive age under conditions of a three-day "dry" immersion without the use of prophylactic agents. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology.* 2021;98(6):657-663. DOI: 10.36233/0372-9311-150.
- 33 Farahani L, Tharakan T, Yap T, Ramsay JW, Jayasena CN, Minhas S. The semen microbiome and its impact on sperm function and male fertility: A systematic review and meta-analysis. *Andrology.* 2021;9(1):115-144. DOI: 10.1111/andr.12886.
- 34 McCormack D, Koons K. Sexually Transmitted Infections. *Emerg Med Clin North Am.* 2019;37(4):725-738. DOI: 10.1016/j.emc.2019.07.009.
- 35 Eckle VS, Alius F. Postexposure prophylaxis after sexual assault. *Med Klin Intensivmed Notfmed.* 2021;116(7):627-634. DOI: 10.1007/s00063-021-00864-7.
- 36 Bondade S, Hothota A, Karthik K.N., Raj R. Intimate Partner Violence, Anxiety, and Depression in Women with Sexually Transmitted Infections—A Hospital-based Case Control Study. *Journal of Psychosocial Health.* 2021;3(1):65-72. DOI: 10.1177/2631831821992656.
- 37 Wylie TN, Schrimpf J, Gula H, Herter BN, Wylie KM. Comparison of Metagenomic Sequencing and the NanoString nCounter Analysis System for the Characterization of Bacterial and Viral Communities in Vaginal Samples. *mSphere.* 2022;7(5):e0019722. DOI: 10.1128/msphere.00197-22.
- 38 Zhang J, Liu W, Simayijiang H, Hu P, Yan J. Application of Microbiome in Forensics. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics.* 2023;21(1):97-107. DOI: 10.1016/j.gpb.2022.07.007.
- 39 Murugesan M, Manoj D, Johnson LR, James RI. Forensic Microbiology in India: A missing piece in the puzzle of criminal investigation system. *Indian Journal of Medical Microbiology.* 2023;(44):100367. DOI: 10.1016/j.ijmb.2023.100367.
- 40 Tambuzzi S, Maciocco F, Gentile G, Boracchi M, Bailo P, Marchesi M, Zoja R. Applications of microbiology to different forensic scenarios – A narrative review. *Journal of Forensic and Legal Medicine.* 2023;98(8):102560. DOI: 10.1016/j.jflm.2023.102560.
- 41 Tuddenham S, Ravel J, Marrazzo JM. Protection and Risk: Male and Female Genital Microbiota and Sexually Transmitted Infections. *J Infect Dis.* 2021;223(12.2):222-235. DOI: 10.1093/infdis/jiaa762.
- 42 Karadayı S, Arasoglu T, Akmayan İ, Karadayı B. Assessment of the exclusion potential of suspects by using microbial signature in sexual assault cases: A scenario-based experimental study. *Forensic Sci Int.* 2021;325(8):110886. DOI: 10.1016/j.forsciint.2021.110886.
- 43 Mehta SD, Nandi D, Agingu W, Green SJ, Otieno FO, Bhaumik DK, Bailey RC. Longitudinal Changes in the Composition of the Penile Microbiome Are Associated With Circumcision Status, HIV and HSV-2 Status, Sexual Practices, and Female Partner Microbiome Composition. *Front Cell Infect Microbiol.* 2022;(12):916437. DOI: 10.3389/fcimb.2022.916437.
- 44 Mehta SD, Agingu W, Nordgren RK, Green SJ, Bhaumik DK, Bailey RC, Otieno F. Characteristics of Women and Their Male Sex Partners Predict Bacterial Vaginosis Among a Prospective Cohort of Kenyan Women With Nonoptimal Vaginal Microbiota. *Sex Transm Dis.* 2020;47(12):840-850. DOI: 10.1097/OLQ.0000000000001259.
- 45 Onywera H, Williamson AL, Cozzuto L, Bonnin S, Mbulawa ZZA, Coetzee D, Ponomarenko J, Meiring TL. The penile microbiota of Black South African men: relationship with human papillomavirus and HIV infection. *BMC Microbiol.* 2020;20(1):78. DOI: 10.1186/s12866-020-01759-x.
- 46 Onywera H, Williamson AL, Ponomarenko J, Meiring TL. The Penile Microbiota in Uncircumcised and Circumcised Men: Relationships With HIV and Human Papillomavirus Infections and Cervicovaginal Microbiota. *Front Med (Lausanne).* 2020;(7):383. DOI: 10.3389/fmed.2020.00383.
- 47 Mehta SD, Nandi D, Agingu W, Green SJ, Bhaumik DK, Bailey RC, Otieno F. Vaginal and Penile Microbiome Associations With Herpes Simplex Virus Type 2 in Women and Their Male Sex Partners. *J Infect Dis.* 2022;226(4):644-654. DOI: 10.1093/infdis/jiaa529.
- 48 Neckovic A, van Oorschot R, Szkuta B, Durdle A. Investigation of direct and indirect transfer of microbiomes between individuals. *Forensic Science International: Genetics.* 2020;45(3):102212. DOI:10.1016/j.fsigen.2019.102212.
- 49 Hanssen EN, Avershina E, Rudi K, Gill P, Snipen L. Body fluid prediction from microbial patterns for forensic application. *Forensic Science International: Genetics.* 2017;30(9):10-17. DOI: 10.1016/j.fsigen.2017.05.009.
- 50 Schmedes SE, Woerner AE, Novroski NM, Wendt FR, King JL, Stephens KM, Budowle B. Targeted sequencing of clade-specific markers from skin microbiomes for forensic human identification. *Forensic Science International: Genetics.* 2018;32(1):50-61. DOI: 10.1016/j.fsigen.2017.10.004.
- 51 Kumari P, Prakash P, Yadav S, Saran V. Microbiome analysis: An emerging forensic investigative tool. *Forensic Science International.* 2022;340(11):111462. DOI: 10.1016/j.forsciint.2022.111462.
- 52 López CD, Vidaki A, Kayser M. Integrating the human microbiome in the forensic toolkit: Current bottlenecks and future solutions. *Forensic Science International: Genetics.* 2022;56(1):102627. DOI: 10.1016/j.fsigen.2021.102627.
- 53 Liao L, Ye L, Huang L, Yao T, Liang X, Chen L, Shen M. Changes in the microbial community after vaginal fluid exposure in different simulated forensic situations. *Forensic Sci Int.* 2023;349(8):111766. DOI: 10.1016/j.forsciint.2023.111766.
- 54 Yao T, Han X, Guan T, Wang Z, Zhang S, Liu C, Liu C, Chen L. Effect of indoor environmental exposure on seminal microbiota and its application in body fluid identification. *Forensic Sci Int.* 2020;314(9):110417. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110417.
- 55 Karadayı S, Arasoglu T, Akmayan İ, Karadayı B. Assessment of the exclusion potential of suspects by using microbial signature in sexual assault cases: A scenario-based experimental study. *Forensic Sci Int.* 2021;325(8):110886. DOI: 10.1016/j.forsciint.2021.110886.

**Вклад авторов.** Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

**Конфликт интересов** – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами. При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами. Финансирование – не проводилось.

**Авторлардың үлесі.** Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

**Мүдделер қақтығысы** – мәлімделген жоқ.

Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ. Қаржыландыру жүргізілмеді.

**Authors' Contributions.** All authors participated equally in the writing of this article.

**No conflicts of interest** have been declared.

This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers. There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work. Funding - no funding was provided.

#### Сведения об авторах

1. **Мусабекова Сауле Амангельдиевна**, кандидат медицинских наук, профессор кафедры патологии НАО «Медицинский университет Караганды», MusabekovaS@qmu.kz, +7(701)6221762. Scopus Author ID: 57210185201. Web of Science Researcher ID: AFW-6507-2022. ORCID: 0000-0001-9622-8218. <https://orcid.org/0000-0001-9622-8218>
2. **Мхитарян Ксения Эдуардовна** (корреспондирующий автор), кандидат медицинских наук, ассоциированный профессор кафедры информатики и биostatистики, Mhitarian@qmu.kz, +7(701)7636947. ORCID: 0000-0002-7142-7656 <https://orcid.org/0000-0002-7142-7656>
3. **Абдикадирова Хаида Рахимовна**, кандидат медицинских наук, ассоциированный профессор кафедры патологии НАО «Медицинский университет Караганды», Abdikadirova@qmu.kz, +7(707)2495766. ORCID: 0000-0003-0413-2396 <https://orcid.org/0000-0003-0413-2396>
4. **Мулдашева Балжан Смаиловна**, заместитель директора по судебно-медицинским вопросам Института судебных экспертиз по Карагандинской области, mail@cse.kz, +7(700)4109491. ORCID: 0009-0001-4819-2596 <https://orcid.org/0009-0001-4819-2596>

#### Авторлар туралы мәліметтер

1. **Мусабекова Сауле Амангельдиевна**, медицина ғылымдарының кандидаты, ҚМУ КЕАҚ патология кафедрасының профессоры, MusabekovaS@qmu.kz, +7(701)6221762. Scopus Author ID: 57210185201. Web of Science Researcher ID: AFW-6507-2022. ORCID: 0000-0001-9622-8218. <https://orcid.org/0000-0001-9622-8218>
2. **Мхитарян Ксения Эдуардовна** (корреспондент автор), медицина ғылымдарының кандидаты, ҚМУ КЕАҚ информатика және биostatистика кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Mhitarian@qmu.kz, +7(701)7636947. ORCID: 0000-0002-7142-7656 <https://orcid.org/0000-0002-7142-7656>
3. **Абдикадирова Хаида Рахимовна**, медицина ғылымдарының кандидаты, ҚМУ КеАҚ патология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Abdikadirova@qmu.kz, +7(707)2495766. ORCID: 0000-0003-0413-2396 <https://orcid.org/0000-0003-0413-2396>
4. **Мулдашева Балжан Смаиловна**, Караганды облысы бойынша сот сараптамалары Институты директорының сот-медициналық мәселелер жөніндегі орынбасары, mail@cse.kz, +7(700)4109491. ORCID: 0009-0001-4819-2596 <https://orcid.org/0009-0001-4819-2596>

#### Information about authors

1. **Saule Amangeldiyevna Mussabekova**, Candidate of Medical Sciences, Professor of the Department of Pathology of Non-profit joint stock company Medical University of Karaganda, MusabekovaS@qmu.kz, +7(701)6221762. Scopus Author ID: 57210185201 Web of Science Researcher ID: AFW-6507-2022. ORCID: 0000-0001-9622-8218. <https://orcid.org/0000-0001-9622-8218>
2. **Xeniya Eduardovna Mhitarian** (corresponding author), Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Department of Informatics and Biostatistics of Non-profit joint stock company Medical University of Karaganda, Mhitarian@qmu.kz, +7(701)7636947 ORCID: 0000-0002-7142-7656 <https://orcid.org/0000-0002-7142-7656>
3. **Khamida Rakhimovna Abdikadirova**, Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Department of Pathology of Non-profit joint stock company Medical University of Karaganda, Abdikadirova@qmu.kz, +7(707)2495766. ORCID: 0000-0003-0413-2396 <https://orcid.org/0000-0003-0413-2396>
4. **Balzhon Smailovna Muldasheva**, Deputy Director for Forensic Medical Issues of the Institute of Forensic Examinations in the Karaganda Region, mail@cse.kz, +7(700)4109491. ORCID: 0009-0001-4819-2596 <https://orcid.org/0009-0001-4819-2596>