

С.Н. Керасов¹,
аспирант кафедры ортопедической
стоматологии и цифровых технологий
М.С. Галстян¹,
ассистент кафедры ортопедической
стоматологии и цифровых технологий
С.Д. Арутюнов¹,
д.м.н., профессор, зав. кафедрой
ортопедической стоматологии и цифровых
технологий

И.П. Балмасова¹,
д.м.н., профессор, зав. лабораторией
патогенеза и методов лечения
инфекционных заболеваний
Е.С. Малова²,
д.м.н., доцент, профессор кафедры
внутренних болезней
Я.Н. Харах¹,
к.м.н., доцент кафедры ортопедической
стоматологии и цифровых технологий

В.Н. Царев¹,
д.м.н., профессор, зав. кафедрой
микробиологии, вирусологии,
имmunологии
М.Ш. Мустафаев³,
д.м.н., профессор, директор Института
стоматологии и челюстно-лицевой
хирургии
Т.Х. Агнокова³,
к.м.н., доцент Института стоматологии
и челюстно-лицевой хирургии

¹ Российский университет медицины,
127006, Москва, Россия

² Медицинский университет
«РЕАВИЗ», 443001, Самара, Россия

³ КБГУ, 360004, Нальчик, Россия

Аннотация. Стоматологическая клиническая практика создает чрезвычайно высокий риск развития и передачи внутрибольничных инфекций и требует особого внимания к их профилактике и контролю. Проведен анализ данных современной литературы, характеризующей особенности проведения мероприятий по обеззараживанию инструментария в стоматологии и способам контроля его эффективности. В системе мероприятий по профилактике перекрестной инфекции среди врачей, пациентов и обслуживающего персонала одно из ведущих мест занимает обеззараживание медицинского инструментария. Необходимость анализа этой системы мероприятий в современной стоматологии связана со значительным совершенствованием технологического обеспечения стоматологической помощи пациенту, ростом уровня знаний в сфере его влияния

на возможность передачи инфекционных агентов, появлением новых способов стерилизации и дезинфекции и контроля их микробиологической эффективности. **Заключение.** Особенности современных подходов к обеззараживанию инструментов в стоматологии определяются инвазивным характером лечебных мероприятий, а также необходимостью адаптации методов стерилизации, дезинфекции, их микробиологического контроля к составу, конструкции и назначению инструментария.

Ключевые слова: инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, стоматологический инструментарий, стерилизация, дезинфекция, микробиологический контроль

S.N. Kerasov¹,
PhD student at the Prosthodontics and digital
technologies Department
M.S. Galstyan¹,
assistant at the Prosthodontics and digital
technologies Department
S.D. Arutyunov¹,
Doctor of Science in Medicine, full professor
of the Prosthodontics and digital technologies
Department

¹ Russian University of Medicine,
127006, Moscow, Russia
² Medical University “REAVIZ”,
443001, Samara, Russia
³ Kabardino-Balkarian State University,
360004, Nalchik, Russia

I.P. Balmasova¹,
Doctor of Science in Medicine, full professor
of the Infectious diseases pathogenesis and
treatment Lab
E.S. Malova²,
Doctor of Science in Medicine, professor
of the Internal medicine Department
Y.N. Kharakh¹,
PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Prosthodontics and digital technologies
Department

V.N. Tsarev¹,
Doctor of Science in Medicine, full professor
of the Microbiology, virology, immunology
department
M.Sh. Mustafaev³,
Doctor of Science in Medicine, professor,
director of the Dentistry and maxillofacial
surgery Institute
T.Kh. Agnokova³,
PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Dentistry and maxillofacial surgery
Institute

The principles of controlling the effectiveness of instrument disinfection in dentistry

Summary. Dental clinical practice creates an extremely high risk of developing and transmitting nosocomial infections and requires special attention to their prevention and control. In this paper we analyze the data of current literature characterizing the features of measures for

instruments disinfection in dentistry and ways to control its effectiveness. Disinfection of medical instruments occupies one of the leading places in the system of measures for the prevention of cross-infection among doctors, patients and service personnel. The need to analyze this system

of measures in modern dentistry is associated with a significant improvement in the technological provision of dental care to the patient, an increase in the level of knowledge in the field of its influence on the possibility of infectious agents transmission, the emergence of new methods of sterilization and disinfection and control of their microbiological effectiveness. **Conclusions.** The peculiarities of modern approaches to instruments disinfection in dentistry are determined by the invasive nature

of therapeutic measures, as well as the need to adapt methods of sterilization, disinfection, and their microbiological control to the composition, design, and purpose of the instruments.

Key words: nosocomial infection, dental instruments, sterilization, disinfection, microbiological control

ВВЕДЕНИЕ

До настоящего времени стоматологическая клиника является медицинским учреждением, подвергающимся чрезвычайно высокому риску развития и передачи инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) и требующим особого внимания к их профилактике и контролю [1, 2].

Дело в том, что основной особенностью стоматологической помощи является практически обязательное использование для лечения зубов таких стоматологических устройств, как высокоскоростные наконечники, ультразвуковые инструменты, шприцы. Когда эти мощные инструменты работают в полости рта во время стоматологической процедуры, образуется большое количество аэрозолей и капель, смешанных со слюной и даже кровью пациента, что значительно увеличивает обсеменение микроорганизмами полости рта пациента воздушной среды, рабочих поверхностей, стоматологического инструментария, медицинского персонала [3–5]. Более того, частицы капель и аэрозолей, образующиеся при лечении зубов, очень часто так малы (<10 мкм), что могут оставаться в воздухе от нескольких минут до 12 часов, прежде чем осесть на поверхности окружающей среды или попасть в дыхательные пути [4, 6, 7].

Иными словами, в стоматологической клинике наряду с прямой контактной и воздушно-капельной передачей микробных возбудителей возникает еще и непрямая их передача в составе устойчивых аэрозолей, обеспечивающих вторичное обсеменение оборудования и инструментария, инфицирование персонала и пациентов [8].

В статье приведен анализ публикаций российских и зарубежных научных изданий по проблеме особенностей обеззараживания инструментария в стоматологии, способах контроля эффективности этих процедур и их клинического значения. При проведении обзора использовались текстовая база публикаций в области медицины и биологии PubMed, система цитирования объединенных научных издательств CrossRef, сервисы поиска научной литературы Google Scholar, научные поисковые системы Medline и Sirius, данные Cochrane Library.

1. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗБУДИТЕЛИ ВНУТРИБОЛЬНИЧНЫХ ИНФЕКЦИЙ И САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В СТОМАТОЛОГИИ

Проблема возможности инфицирования пациента и медицинского персонала при выполнении стоматологических процедур наиболее активно изучалась в конце 1990-х – начале 2000-х гг. [9, 10].

Что касается основных возбудителей ИСМП, следует заметить, что полость рта является естественной средой обитания для большого количества микроорганизмов (около 750 видов). Данная экологическая ниша может быть резервуаром и для условно-патогенных, и для патогенных микроорганизмов, которые могут представлять риск перекрестного заражения и инфицирования и даже вызывать системные инфекции, что особенно важно в случае обычной стоматологической практики, поскольку риск заражения микроорганизмами полости рта многократно повышается из-за открытого и инвазивного характера процедур [11].

К числу возбудителей ИСМП, актуальных для стоматологии, наиболее часто причисляют:

- вирусы простого герпеса, реактивацию которых провоцируют манипуляции в полости рта [12];
- герпесвирусы ветряной оспы, вероятность передачи которых в больничной среде связана с возможностью распространения этого возбудителя в составе аэрозолей [13];
- вирус иммунодефицита человека, риск заражения которым коррелирует с объемом контакта с кровью, в то время как передача ВИЧ через слону считается маловероятной [14];
- вирус гепатита В, риск заражения которым медицинских работников сохраняется даже после того, как стала доступной вакцинация против этого вируса [15];
- вирус гепатита С, средняя частота передачи которого после контакта относительно невелика и составляет около 0,5% [16];
- *Mycobacterium tuberculosis*, притом что, несмотря на предполагаемый низкий риск, в стоматологической практике имеются единичные доказательства передачи туберкулеза [17];
- бактерии вида *Pseudomonas aeruginosa*, вызывающие временную колонизацию после стоматологического лечения при контакте с обсемененными водными растворами [18];
- *Legionella pneumophila*, внутрибольничное инфицирование которой представляет потенциальную опасность в стоматологической клинике, где загрязненные системы подачи воды могут служить источником инфекции как для персонала, так и для пациентов [19].

Особая проблема, связанная с организацией работы в медицинских учреждениях стоматологического профиля, возникла во время эпидемической вспышки коронавирусной болезни 2019 г. (COVID-19), которая быстро переросла в чрезвычайную ситуацию международного значения и, наконец, стала пандемией. Оказалось, что стоматологическая практика является одной

из самых уязвимых профессий, связанных необходимостью контакта с высокой концентрацией вируса [20]. Это значительно увеличило и так большой риск распространения вируса SARS-CoV-2 среди персонала стоматологической помощи [21, 22], а общественный массовый спрос на стоматологическую помощь во время пандемии COVID-19 стал актуальной проблемой здравоохранения всего мира [23].

Существует повышенный риск колонизации бактериями, устойчивыми к множественным лекарственным препаратам, особенно пациентов преклонного возраста. В настоящее время наиболее проблемными мультирезистентными видами, ассоциированными в том числе со стоматологическими процедурами, являются метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus*, представители семейства *Enterobacteriaceae*, производящие β -лактамазу расширенного спектра действия (ESBL), грамотрицательные бактерии, производящие карбапенемазу, грибы рода *Candida* [24–26]. Эти микроорганизмы в силу их чрезвычайно широкого распространения в природе, будучи представителями облигатной микрофлоры организма человека, получили название санитарно-показательных [27].

В системе мероприятий по профилактике перекрестной инфекции среди врачей, пациентов и обслуживающего персонала одно из ведущих мест, как уже отмечено, занимает обеззараживание инструментария, для чего применяются методы стерилизации и дезинфекции, а в качестве критерии микробной обсемененности инструментов служат санитарно-показательные микроорганизмы полости рта пациента.

2. ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

Как известно, под стерилизацией понимают уничтожение микроорганизмов всех видов и их спор, а также вирусов с помощью физических или химических воздействий, а под дезинфекцией — комплекс мероприятий, направленных на уничтожение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. В то же время, несмотря на существование общих принципов обеззараживания инструментов в медицине, в стоматологии имеются свои специфические особенности. Так, трудность обработки стоматологического инструментария, особенно мелкого эндодонтического, кроме загрязнения и высокой степени микробной обсемененности, заключается в его сложной конфигурации, наличии ретенционных пунктов и замковых креплений. Перегревание инструментов при стерилизации уменьшает прочность и упругость металла и приводит к перелому инструментов, что может стать причиной неблагоприятного исхода эндодонтического лечения [28].

Стоматологический инструментарий являются важным каналом передачи инфекции при неправильном обращении, а также источником образования потенциально загрязненных аэрозолей во время определенных лечебных процедур [29]. Особенno активно аэрозоли производят высокоскоростные стоматологические инструменты [30]. При этом использование врачающегося

или ультразвукового инструмента на этапах препарирования зубов является базовой манипуляцией в стоматологической клинике, что еще больше усугубляет проблему [9].

В связи с этим подобный инструментарий всегда должен подвергаться тщательной стерилизации с использованием автоклавов, сухого нагрева или химических методов, чтобы обеспечить полное уничтожение микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и споры. Инструменты, которые не поддаются стерилизации, требуют тщательной дезинфекции для обеспечения максимальной безопасности. При этом эффективность дезинфекции инструментария существенно зависит от таких факторов, как микробная нагрузка, наличие биопленки, pH среды, температура и время воздействия биоцида [29].

Что касается самих инструментов, большинство современных классификаций, важных для планирования способа обеззараживания, предусматривает их разделение на три категории:

- 1) критические, проникающие в ткани или сосудистую систему (в стоматологии это прежде всего инструменты, контактирующие с эндодонтом);
- 2) полукритические, соприкасающиеся со слизистыми оболочками или с поврежденной кожей (это практически весь остальной инструментарий);
- 3) некритические (соприкасающиеся с неповрежденной кожей, но не со слизистыми оболочками).

Иными словами, в стоматологической клинической практике отчетливо преобладают первые две категории. Для этих инструментов рекомендуется соблюдать абсолютную стерильность [31].

При многоразовом использовании таких инструментов процесс их обеззараживания носит многоэтапный характер и включает:

- предварительную дезинфекцию;
- при необходимости контроль качества дезинфекции;
- предстерилизационную очистку;
- стерилизацию;
- контроль качества стерилизации [32].

Все эти обстоятельства приводят к тому, что процедуры обеззараживания необходимо регулярно контролировать и пересматривать, чтобы обеспечить их эффективность. Это включает в себя регулярные внутренние аудиты установленных протоколов, биологические тесты для проверки стерилизации инструментов, периодический контроль качества дезинфицированных поверхностей и уровня воды в стоматологической установке, а также постоянную обратную связь с персоналом [33].

Строго регламентированное прохождение всех этапов стерилизации необходимо в первую очередь для эндодонтических инструментов, особенно при их повторном использовании. Однако химико-механическая составляющая процедуры очистки и стерилизация могут сильно влиять на механические свойства инструмента. Многие исследователи пишут о негативном влиянии всего процесса стерилизации на режущую способность эндодонтического инструмента и рекомендуют их использовать как одноразовые [34, 35].

DOI: 10.37988/1811-153X.2025.3.170

Дезинфекцией использованных инструментов проводят путем их погружения в емкости из стекла или полимерных материалов, содержащие раствор дезинфектанта. К числу таких средств относятся поверхностно-активные вещества (ПАВ), гуанидины, альдегиды, спирты, кислород- или галогенсодержащие препараты.

Группа поверхностно-активных веществ при этом включает средства на основе четвертичных аммониевых соединений и амфотерные ПАВ. Препараты этой группы обладают моющими свойствами и бактерицидной активностью, а некоторые из них («Deconex dental BB», Borer Chemie, Швейцария; «Дюльбак ДТБ/Л», Nygiene & Nature, Франция) используются одновременно еще и для предстерилизационной очистки. К категории ПАВ относятся и гуанидины — сложные органические соединения, обладающие выраженной бактерицидной активностью в отношении многих грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, но не проявляющие активности в отношении микобактерий туберкулеза, грибов, вирусов и споровых форм. Гуанидины применяются для дезинфекции инструментов благодаря своей способности разрушать клеточные стенки микроорганизмов, приводя к гибели патогенов. К таким средствам относятся хлоргексидин (мономерное производное) и средства на основе полигексаметиленгуанидина гидрохlorида (ПГМГ), которые используются в различных дезсредствах, таких как «Дезин» («Дезиндустирия», Россия), «Гигасент» (Schülke & Mayr, Германия) «Септолит» и «Янилис» («Сателлит», Россия). Для обеззараживания металлических инструментов широко используют средства, основным действующим веществом является уникальная отечественная дезинфекционная субстанция «Велтон» (клатрат четвертичного аммониевого соединения с карбамидом), например, «Велтодез», «Велтосент» (НПО «ВЕЛТ», Россия) и некоторые другие, которые, помимо широкого спектра antimикробной активности, характеризуются также моющими дезодорирующими и антикоррозийными свойствами.

Кислородсодержащие средства, включающие активный кислород (перекись водорода и комбинированные с ней препараты), обладают широким спектром antimикробного действия и спороцидными свойствами, однако их применение ограничено вследствие резко выраженного коррозионного действия. Галогенсодержащие (хлор, бром и йод) препараты при выраженном антибактериальном эффекте имеют ряд негативных свойств, в том числе корродируют металлические инструменты. Альдегидсодержащие средства на основе глутарового или янтарного альдегида, а также препараты на базе этилового, пропилового, изопропилового спиртов, обладают бактерицидными, фунгицидными и вирулицидными свойствами, а к их недостаткам относится способность фиксировать органические соединения на поверхности и в каналах изделий [36].

Таким образом, перечень современных дезинфицирующих средств довольно широк и чрезвычайно разнообразен как по своим химическим, физическим, так и по antimикробным свойствам, что определяет спектр их применения в зависимости от объектов, подвергающихся дезинфекции.

Вращающиеся режущие инструменты, в частности твердосплавные и алмазные боры, обычно стерилизуют в плановом порядке. Однако их многократное использование в значительной степени влияет на эффективность каждого отдельного этапа стерилизации. Было показано, что уже после первого клинического использования в этих инструментах накапливаются структурные повреждения и загрязнения, которые особенно затрудняют этап предстерилизационной обработки и приводят к сбою всего процесса стерилизации [37].

Довольно проблематичным считалось обеззараживание аспирационных систем стоматологических установок удобным, безопасным и эффективным способом. Это связано с тем, что системы отсасывания сильно загрязняются во время использования, а обычная дезинфекция не позволяет адекватно осуществлять контроль. Кроме того, многокомпонентные наконечники отсасывания невозможно эффективно продезинфицировать без разборки, что требует больших затрат времени, персонала и ресурсов. Внедрение новых однокомпонентных наконечников и разработка новой автоматизированной системы очистки аспирационной трубки дезинфекцией под давлением позволили решить эту проблему и фактически устранили загрязнение всей аспирационной системы в целом [38].

В соответствии с этим для инструментов многократного использования особое внимание уделяется предстерилизационной обработке. Это этап, проводимый перед стерилизацией после замачивания в дезинфицирующем растворе, он заключается в механическом удалении специальными щетками с поверхности использованных инструментов видимых загрязнений (остатков тканей зубов, пломбировочного материала, крови, химических веществ). В зависимости от вида предстерилизационной обработки возможно снижение режущей активности эндодонтических инструментов, наличие на их поверхности биологических остатков, а также степени бактериальной обсемененности. С этой точки зрения ультразвуковая обработка показывала гораздо более высокую эффективность по уничтожению микроорганизмов по сравнению с ручной обработкой [32].

Следующий этап, включающий процедуру собственно стерилизации, в первую очередь, требует внимания к выбору наиболее адекватного метода стерилизации. Например, автоклавирование как стерилизация паром под давлением или стерилизация в сухожаровом шкафу сухим воздухом в высокотемпературном режиме инструментов, изготовленных из термочувствительных материалов, может привести к их необратимым повреждениям. В таких случаях рекомендуется прибегать к низкотемпературным методам стерилизации, включая газоплазменные автоклавы или автоклавы с окисью этилена [31]. Одним из таких методов, опубликованных сравнительно недавно, является газодинамическая стерилизация медицинских тканей и оборудования в сверхкритических средах диоксида углерода [39].

Что касается контроля адекватности выбранного способа обеззараживания, в частности эндодонтических инструментов, изготовленных из нержавеющей

стали, к числу таких методов относится исследование коррозийной стойкости при химическом воздействии в ходе стерилизации. Коррозия — это процесс разрушения металла посредством его окисления, при стерилизации возникновению коррозии больше всего способствует погружение инструмента в жидкую среду. Возникновение коррозии при дезинфекции может провоцироваться воздействием веществ-окислителей, а при стерилизации — сочетанием действия пара и высокой температуры [34]. Поскольку при коррозии идет потеря металла в составе инструмента, тест на наличие коррозии основан на точном контроле массы используемых инструментов. Тест основан на взвешивании инструмента на аналитических весах с точностью 0,1 мг до и после проведения процедур дезинфекции и/или стерилизации. По разнице в весе устанавливают антикоррозионную стойкость образцов на единицу их площади [40].

Существует еще один способ контроля эффективности выполнения стерилизационных мероприятий. Он предусматривает применение химических индикаторов, которые представляют собой подложку с нанесенной на ее поверхность меткой индикаторного агента, изменение цвета которого происходит при воздействии температуры в течение времени, необходимого для стерилизации. Контроль осуществляют визуально путем сравнения цвета термоиндикаторной метки с цветом эталонной метки [41].

Однако наиболее важным элементом оценки эффективности дезинфекции и стерилизации инструментов различного назначения и характеристик является микробиологический контроль степени достижения их обеззараживающего воздействия.

3. ПРИНЦИПЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ В СТОМАТОЛОГИИ

Очень важным направлением в получении надежных индикаторов эффективности стерилизации и дезинфекции инструментария в стоматологии является разработка биологических индикаторов, основанных на применении стандартизованных препаратов определенных санитарно-показательных микроорганизмов.

Биологический индикатор обычно представляет собой споры или взвесь тест-микроорганизмов, нанесенных на инертный носитель, например на полоску фильтровальной бумаги, стеклянную пластинку, или помещенных в пластиковую пробирку. Биологические индикаторы имеют ряд общих недостатков: необходимость наличия герметичной емкости для носителя тест-микроорганизмов, необходимость вскрытия упаковки в стерильных условиях, их нельзя использовать в качестве средства оперативного контроля, хотя по информативности результата биологический контроль превосходит методы химического контроля. Если химические индикаторы показывают, имела ли место стерилизационная обработка при заданных режимах, то биологические индикаторы определяют эффективность процесса стерилизации [41].

Бактериологические методы контроля стерилизации инструментов в Российской Федерации регламентируются нормативной документацией и специального обсуждения не требуют. При этом выборочный контроль медицинских изделий, осуществляемый в медицинском учреждении и по его инициативе, когда по отсутствию роста микроорганизмов делают заключение о стерильности изделий, не является абсолютным доказательством надежности стерилизации на уровне 10^{-6} . Более надежным является использование биологических индикаторов. В качестве тест-микроорганизмов для биологических индикаторов, предназначенных для контроля работы паровых стерилизаторов, как у нас в стране, так и за рубежом, применяют споры *Geobacillus stearothermophilus* BKM B-718 [42] или других штаммов этого вида микроорганизмов, обладающих эквивалентными свойствами (ГОСТ ISO 11138-1-2012 «Стерилизация медицинской продукции. Биологические индикаторы»).

Гораздо сложнее решается вопрос, когда речь идет о контроле эффективности вновь предлагаемых методов стерилизации или проведении дезинфекции. С этой точки зрения обеззараживание стоматологических инструментов в последнее время стало предметом значительных дебатов [43]. При использовании микробиологического контроля отдельную проблему составляет поиск наиболее адекватных санитарно-показательных тест-штаммов микроорганизмов, которые могут служить биологическими индикаторами, особенно если речь идет о дезинфекции инструментов. Видовой перечень таких микроорганизмов и наиболее эффективный способ их использования для контроля дезинфекции зависит от той патологии, которая подвергается лечебным стоматологическим мероприятиям. В этих случаях не ограничиваются простым обнаружением санитарно-показательных микроорганизмов на использованных или даже новых инструментах, а прибегают к искусственно обсеменению этих медицинских изделий соответствующими тест-штаммами.

В стоматологии с этой целью обычно используют факультативно анаэробные бактерии, ассоциированные с ИСМП в этой области медицины: *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, а также анаэробные бактерии с пародонтопатогенными свойствами — *Porphyromonas gingivalis*. Например, в ряде работ по контролю дезинфекции и предстерилизационной очистки новых и использованных никель-титановых боров с алмазным покрытием проводилось их 24-часовое инкубирование в аэробных или анаэробных условиях (в зависимости от вида) с инокулятами одной из указанных бактериальных культур. После инокуляции инструменты подвергали дезинфекции и/или очистке, а затем были культивированы в соответствующей питательной среде на предмет бактериального загрязнения [42, 43]. В ряде случаев спектр использованных для инокуляции тест-культур может быть расширен добавлением *Candida albicans* [44].

Для контроля эффективности дезинфекции инструментов и предметов, используемых персоналом стоматологической клиники, можно осуществлять их бактериологический контроль без искусственной инокуляции

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_172
микроорганизмами, а—путем определения наличия санитарно-показательных бактерий и грибов микроорганизмов, попавших на объект исследования после возможного контакта с пациентом. В одной из публикаций приводится методика такого исследования, которая предполагает асептический сбор образцов стерильными тампонами, смоченными пептонной водой, их помещение в бульон с сердечно-мозговым экстрактом, инкубацию при 37°C в аэробных условиях в течение ночи. В дальнейшем субкультуры высеваются на кровяной агар и идентифицируются по биохимическим свойствам. Такой подход позволил установить, что в стоматологической клинике с наибольшей частотой регистрируется обсеменение образцов видами из рода *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, видами, принадлежащими к родам *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*, реже грибами [45].

Степень обсемененность микроорганизмов различных объектов в стоматологии может устанавливаться не только качественно, но и количественно. В частности, для количественной характеристики антимикробного воздействия некоторых дезинфицирующих средств на эндодонтические инструменты после воздействия дезинфектанта на тестируемое медицинское изделие на соответствующую плотную среду (кровяной агар для бактерий или среду Сабуро для грибов) высевалась аликвота объемом 0,1 мл с распределением по поверхности среды. После инкубирования подсчитывалось число выросших колоний бактерий *E. coli*, *S. aureus*, *B. atropheus*, а также грибов *C. albicans* [46].

Для количественной оценки бактериального обсеменения эндодонтических инструментов также используется метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) [47]. При этом отмечено, что использование количественной ПЦР в реальном времени обеспечивает более точную оценку уровней дезинфицирующего воздействия по сравнению с традиционным подходом с использованием культивирования на питательных средах [48].

Метод ПЦР применялся и для обнаружения вирусов Эпштейна–Барр на использованных твердосплавных никель–титановых и алмазных борах до очистки, после ручной и ультразвуковой очистки с контролем смывов до и после дезинфекции [49].

Отмеченное совершенствование методов микробиологического контроля эффективности обеззараживания стоматологического инструментария позволяет отметить следующий аспект. Перекрестное инфицирование остается одной из основных проблем в стоматологической практике. Возможность передачи вирусных гепатитов В и С, вируса иммунодефицита человека (ВИЧ) в ходе оказания стоматологической помощи вызывает серьезную обеспокоенность и у врачей, пациентов и медицинского персонала. В то же время эти риски можно устранить с помощью эффективных методов

дезинфекции и стерилизации. Автоклавирование инструментов приводит к полному уничтожению жизнеспособных микроорганизмов, но, как уже обсуждалось, оно применимо не всегда. Что касается использования дезинфекции для максимального снижения микробной нагрузки, в одном исследовании было показано, что после дезинфекции с помощью перекиси водорода, за которой следовали применение глутаральдегида, этилового спирта и дистиллированной воды, наблюдалось значительное снижение общего числа жизнеспособных микроорганизмов, но ни одно из дезинфицирующих средств не смогло их уничтожить полностью [50]. Это не позволяет ограничиваться только дезинфекцией и очисткой, а требует выполнения полного цикла стерилизационных мероприятий.

Таким образом, придерживаясь строгих и научно обоснованных методов обеззараживания инструментов, стоматологические учреждения могут эффективно защищать здоровье как пациентов, так и медицинских работников, укрепляя доверие людей, вовлеченных в процесс стоматологической помощи. Более того, результаты, представленные в данной работе, подчеркивают важность проводимых исследований и распространение передового опыта по способам обеззараживания инструментов, который по-прежнему имеет решающее значение для укрепления общественного здравоохранения в контексте стоматологической помощи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеззараживание инструментов в стоматологии является важной частью системы мероприятий по профилактике и контролю развития и передачи инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в медицинских учреждениях и требует особого подхода к его осуществлению в связи со спецификой выполнения лечебных манипуляций и характера инструментария при оказании стоматологической помощи.

Обеззараживание инструментов в стоматологии — многоэтапный процесс, включающий дезинфекцию, очистку и стерилизацию и ориентированный не только на полное уничтожение микроорганизмов, но и на предварительное снижение микробной нагрузки на инструмент санитарно-показательными микроорганизмами.

При внедрении новых методов стерилизации, дезинфекции, очистки стоматологического инструментария, а также в ходе совершенствования организационных мероприятий по оказанию стоматологической помощи населению важную роль играет эффективность способов и подходов к их микробиологическому контролю.

Поступила/Received: 03.02.2025

Принята в печать/Accepted: 01.09.2025

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Volgenant C.M.C., de Soet J.J. Cross-transmission in the dental office: does this make you ill? — *Curr Oral Health Rep.* — 2018; 5 (4): 221—228. [PMID: 30524929](#)
2. Conway D.I., et al. SARS-CoV-2 positivity in asymptomatic-screened dental patients. — *J Dent Res.* — 2021; 100 (6): 583—590. [PMID: 33779355](#)
3. Matys J., Grzech-Leśniak K. Dental aerosol as a hazard risk for dental workers. — *Materials (Basel).* — 2020; 13 (22): 5109. [PMID: 33198307](#)
4. Kumar P.S., Subramanian K. Demystifying the mist: Sources of microbial bioload in dental aerosols. — *J Periodontol.* — 2020; 91 (9): 1113—1122. [PMID: 32662070](#)
5. Dudding T., Sheikh S., Gregson F., Haworth J., Haworth S., Main B.G., Shrimpton A.J., Hamilton F.W., AERATOR group, Ireland A.J., Maskell N.A., Reid J.P., Bzdek B.R., Gormley M. A clinical observational analysis of aerosol emissions from dental procedures. — *PLoS One.* — 2022; 17 (3): e0265076. [PMID: 35271682](#)
6. Tang J.W., et al. Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). — *J Hosp Infect.* — 2021; 110: 89—96. [PMID: 33453351](#)
7. Xu R., Cui B., Duan X., Zhang P., Zhou X., Yuan Q. Saliva: potential diagnostic value and transmission of 2019-nCoV. — *Int J Oral Sci.* — 2020; 12 (1): 11. [PMID: 32300101](#)
8. Yang X., Liu R., Zhu J., Luo T., Zhan Y., Li C., Li Y., Yu H. Evaluating the microbial aerosol generated by dental instruments: addressing new challenges for oral healthcare in the hospital infection. — *BMC Oral Health.* — 2023; 23 (1): 409. [PMID: 37344797](#)
9. Толегенова Ж.Ж., Токанова Ш.Е., Байбусинова А.Ж., Хисметова З.А. Вопросы обеспечения инфекционной безопасности медицинского персонала и пациентов при оказании стоматологической помощи. Обзор литературы. — *Наука и здравоохранение.* — 2021; 1: 30—41.
[Tolegenova Zh.Zh., Tokanova Sh.E., Baibussinova A.Zh., Hismetova Z.A. Issues of ensuring the infectious safety of medical personnel and patients in the provision of dental care. Literature review. — *Science and Healthcare.* — 2021; 1: 30—41 (In Russian)]. [eLibrary ID: 45423029](#)
10. Khan H.A., Baig F.K., Mehboob R. Nosocomial infections: Epidemiology, prevention, control and surveillance. — *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* — 2017; 7 (5): 478—482. [DOI: 10.1016/j.apjtb.2017.01.019](#)
11. Siani H., Maillard J.Y. Best practice in healthcare environment decontamination. — *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* — 2015; 34 (1): 1—11. [PMID: 25060802](#)
12. Browning W.D., McCarthy J.P. A case series: herpes simplex virus as an occupational hazard. — *J Esthet Restor Dent.* — 2012; 24 (1): 61—6. [PMID: 22296698](#)
13. Suzuki K., et al. Detection of aerosolized varicella-zoster virus DNA in patients with localized herpes zoster. — *J Infect Dis.* — 2004; 189 (6): 1009—12. [PMID: 14999603](#)
14. McCarthy G.M., Ssali C.S., Bednarsh H., Jorge J., Wangrangsimakul K., Page-Shafer K. Transmission of HIV in the dental clinic and elsewhere. — *Oral Dis.* — 2002; 8 Suppl 2: 126—35. [PMID: 12164646](#)
15. Redd J.T., Baumbach J., Kohn W., Nainan O., Khristova M., Williams I. Patient-to-patient transmission of hepatitis B virus associated with oral surgery. — *J Infect Dis.* — 2007; 195 (9): 1311—4. [PMID: 17397000](#)
16. Jagger J., Puro V., De Carli G. Occupational transmission of hepatitis C virus. — *JAMA.* — 2002; 288 (12): 1469; author reply 1469—71. [PMID: 12243628](#)
17. Cadmus S.I., Okoje V.N., Taiwo B.O., van Soolingen D. Exposure of dentists to Mycobacterium tuberculosis, Ibadan, Nigeria. — *Emerg Infect Dis.* — 2010; 16 (9): 1479—81. [PMID: 20735939](#)
18. Barben J., Kuehni C.E., Schmid J. Water quality in dental chair units. A random sample in the canton of St. Gallen. — *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* — 2009; 119 (10): 976—85. [PMID: 19954129](#)
19. Pankhurst C.L., Coulter W.A. Do contaminated dental unit water-lines pose a risk of infection? — *J Dent.* — 2007; 35 (9): 712—20. [PMID: 17689168](#)
20. Zhang L., et al. Retrospective study on the effectiveness of a prevention strategy in a dental hospital during the COVID-19 pandemic. — *Clin Oral Investig.* — 2021; 25 (10): 5815—5822. [PMID: 33738652](#)
21. Ahmed M.A., et al. Fear and practice modifications among dentists to combat novel coronavirus disease (COVID-19) outbreak. — *Int J Environ Res Public Health.* — 2020; 17 (8): 2821. [PMID: 32325888](#)
22. Persoon I.F., Volgenant C.M.C., van der Veen M.H., Opdam N.J.M., Manton D.J., Bruers J.J.M. Impact of the coronavirus on providing oral health care in the Netherlands. — *Int Dent J.* — 2022; 72 (4): 545—551. [PMID: 34706826](#)
23. Guo H., Zhou Y., Liu X., Tan J. The impact of the COVID-19 epidemic on the utilization of emergency dental services. — *J Dent Sci.* — 2020; 15 (4): 564—567. [PMID: 32296495](#)
24. bKoukos G., Sakellaris D., Arsenakis M., Tsalikis L., Slini T., Konstantinidis A. Prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in the oral cavity. — *Arch Oral Biol.* — 2015; 60 (9): 1410—5. [PMID: 26151200](#)
25. Le M.N., Kayama S., Yoshikawa M., Hara T., Kashiyama S., Hisatsune J., Tsuruda K., Onodera M., Ohge H., Tsuga K., Sugai M. Oral colonisation by antimicrobial-resistant Gram-negative bacteria among long-term care facility residents: prevalence, risk factors, and molecular epidemiology. — *Antimicrob Resist Infect Control.* — 2020; 9 (1): 45. [PMID: 32131899](#)
26. Rapala-Kozik M., et al. Living together: The role of *Candida albicans* in the formation of polymicrobial biofilms in the oral cavity. — *Yeast.* — 2023; 40 (8): 303—317. [PMID: 37190878](#)
27. Рахманин Ю.А., Шибанов С.Э., Козуля С.В. Выбор санитарно-показательных микроорганизмов для оценки безопасности сплит-систем. — *Гигиена и санитария.* — 2016; 3: 296—301.
[Rakhmanin Yu.A., Shibanov S.E., Kozulya S.V. Choice of sanitary-indicative microorganisms for the assessment of the safety of split-systems. — *Hygiene and Sanitation, Russian Journal.* — 2016; 3: 296—301 (In Russian)]. [eLibrary ID: 25843027](#)
28. Шалимова Н.А., Севбитов А.В., Филатов Н.Н., Золотова Е.В., Кузнецова М.Ю. Критерии выбора методов предстерилизационной очистки и стерилизации эндодонтического инструментария. — *Сеченовский вестник.* — 2013; 1 (11): 20—23.
[Shalimova N.A., Sevbitov A.V., Filatov N.N., Zolotova E.V., Kuznetsova M.Yu. Selection criteria of methods of disinfection and sterilization of endodontic instruments. — *Sechenov Medical Journal.* — 2013; 1 (11): 20—23 (In Russian)]
29. Triggiano F., Veschetti E., Veneri F., Montagna M.T., De Giglio O. Best practices for disinfection in dental settings: insights from Italian and European regulations. — *Ann Ig.* — 2025; 37 (2): 292—301. [PMID: 39698866](#)

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_174

- 30.Zemouri C., et al. Dental aerosols: microbial composition and spatial distribution. — *J Oral Microbiol.* — 2020; 12 (1): 1762040. [PMID: 32537096](#)
- 31.Rutala W.A., Weber D.J. Disinfection and sterilization in health care facilities: An overview and current issues. — *Infect Dis Clin North Am.* — 2021; 35 (3): 575—607. [PMID: 34362535](#)
- 32.Бавыкина Т.Ю., Гончаров А.А. Метод контроля качества и автоматизация этапа предстерилизационной обработки мелкого инструментария. — *Актуальные проблемы медицины.* — 2023; 4: 376—383.
- [Bavykina T.Yu., Goncharov A.A. The method of quality control and automation of the stage of pre-sterilization processing of small tools. — *Challenges in Modern Medicine.* — 2023; 4: 376—383 (In Russian)]. [eLibrary ID: 60378738](#)
- 33.Vinh R., Azzolin K.A., Stream S.E., Carsten D., Eldridge L.A., Estrich C.G., Lipman R.D. Dental unit waterline infection control practice and knowledge gaps. — *J Am Dent Assoc.* — 2024; 155 (6): 515—525.e1. [PMID: 38839239](#)
- 34.Dioguardi M., et al. Influence of sterilization procedures on the physical and mechanical properties of rotating endodontic instruments: a systematic review and network meta-analysis. — *Front Biosci (Landmark Ed).* — 2021; 26 (12): 1697—1713. [PMID: 34994183](#)
- 35.Дунаев С.А., Прохорова Е.В., Афанасьева А.В., Уляшева Ж.А., Борисов В.В., Пустохина И.Г. Негативное влияние процессов стерилизации на режущую способность эндодонтического ротационного инструмента (обзорная статья). — *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание.* — 2023; 1: 7—11.
- [Dunaev S.A., Prokhorova E.V., Afanasyeva A.V., Ulyasheva Z.A., Borisov V.V., Pustokhina I.G. Negative effect of sterilization processes on the cutting ability of endodontic rotary instruments (review article). — *Journal of New Medical Technologies, EEdition.* — 2023; 1: 7—11 (In Russian)]. [eLibrary ID: 50389862](#)
- 36.Stawarz-Janeczek M., Kryczyk-Poprawa A., Muszyńska B., Opołka W., Pytko-Polończyk J. Disinfectants used in stomatology and SARS-CoV-2 infection. — *Eur J Dent.* — 2021; 15 (2): 388—400. [PMID: 33694135](#)
- 37.Uchoa-Junior F.A., Barata T.J.E., Leão-Vasconcelos L.S.N.O., Ribeiro E.L., Tipple A.F.V. Biofilm on and structural damage of rotary cutting instruments after 5 cycles of clinical use and processing. — *J Am Dent Assoc.* — 2023; 154 (6): 495—506. [PMID: 37115139](#)
- 38.Boyle M.A., et al. Overcoming the problem of residual microbial contamination in dental suction units left by conventional disinfection using novel single component suction handpieces in combination with automated flood disinfection. — *J Dent.* — 2015; 43 (10): 1268—79. [PMID: 26248229](#)
- 39.Янушевич О.О., Арutyunov С.Д., Бузин С.В., Подпорин М.С., Романенко И.И., Царев В.Н. Устройство для газодинамической стерилизации медицинских тканей и оборудования в сверхкритических средах диоксида углерода. — Патент RU №2826520, действ. с 22.00.2023.
- [Yanushevich O.O., Arutyunov S.D., Buzin S.V., Podporin M.S., Romanenko I.I., Tsarev V.N. Device for gas-dynamic sterilization of medical tissues and equipment in supercritical media of carbon dioxide. — Patent RU #2826520, effective from 22.00.2023 (In Russian)]. [eLibrary ID: 69916020](#)
- 40.Дешев А.В., Мустафаев М.Ш., Гветадзе Р.Ш., Царева Т.В., Антипов М.С., Бажин П.М., Арутюнов С.Д. Влияние щелочных дезинфектантов на микробную адгезию и антикоррозионные свойства медицинских инструментов из нержавеющей стали с металлокерамическими покрытиями. — *Клиническая стоматология.* — 2024; 4: 89—97.
- [Deshev A.V., Mustafayev M.Sh., Gvetadze R.Sh., Tsareva T.V., Antipov M.S., Bazhin P.M., Arutyunov S.D. Effect of alkaline disinfectants on microbial adhesion and anticorrosion properties of stainless steel medical instruments with cermet coatings. — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2024; 4: 89—97 (In Russian)]. [eLibrary ID: 75204855](#)
- 41.Котченко Р.Г. Химико-биологический индикатор контроля стерилизации изделий медицинского назначения. — Патент RU №201570, действ. с 12.10.2020.
- [Kotchenko R.G. Chemical and biological indicator for controlling the sterilization of medical devices. — Patent RU #201570, effective from 12.10.2020 (In Russian)]. [eLibrary ID: 44621667](#)
- 42.Wirth N.M., Henrichs L.E., Savett D., Lien W., Crabtree M., Vandewalle K.S. Efficacy of various decontamination methods and sterilization on contaminated and inoculated diamond-coated burs. — *Gen Dent.* — 2022; 70 (1): 56—60. [PMID: 34978992](#)
- 43.Chan H.W.A., Tan K.H., Dashper S.G., Reynolds E.C., Parashos P. Sterilization of rotary NiTi instruments within endodontic sponges. — *Int Endod J.* — 2016; 49 (9): 850—857. [PMID: 26280766](#)
- 44.Williams D.W., Chamary N., Lewis M.A., Milward P.J., McAndrew R. Microbial contamination of removable prosthodontic appliances from laboratories and impact of clinical storage. — *Br Dent J.* — 2011; 211 (4): 163—6. [PMID: 21869790](#)
- 45.Umar D., Basheer B., Husain A., Baroudi K., Ahamed F., Kumar A. Evaluation of bacterial contamination in a clinical environment. — *J Int Oral Health.* — 2015; 7 (1): 53—5. [PMID: 25709369](#)
- 46.Kuştarcı A., Akpinar K.E., Sümer Z., Er K., Bek B. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. — *Int Endod J.* — 2008; 41 (12): 1066—71. [PMID: 19133095](#)
- 47.Zahran S., Patel S., Koller G., Mannocci F. The impact of an enhanced infection control protocol on molar root canal treatment outcome — a randomized clinical trial. — *Int Endod J.* — 2021; 54 (11): 1993—2005. [PMID: 34352123](#)
- 48.Dutil S., Veillette M., Mériaux A., Lazure L., Barbeau J., Duchaine C. Aerosolization of mycobacteria and legionellae during dental treatment: low exposure despite dental unit contamination. — *Environ Microbiol.* — 2007; 9 (11): 2836—43. [PMID: 17922766](#)
- 49.Соломай Т.В., Семененко Т.А. Предотвращение передачи в медицинских организациях инфекции, вызванной вирусом Эпштейна—Барр (обзор литературы). — *Гигиена и санитария.* — 2021; 1: 36—41.
- [Solomay T.V., Semenenko T.A. Measures aimed at preventing in medical institutions the transmission of Epstein—Barr virus infection (review). — *Hygiene and Sanitation, Russian Journal.* — 2021; 1: 36—41 (In Russian)]. [eLibrary ID: 44655033](#)
- 50.Ganavadiya R., Chandra Shekar B.R., Saxena V., Tomar P., Gupta R., Khandelwal G. Disinfecting efficacy of three chemical disinfectants on contaminated diagnostic instruments: A randomized trial. — *J Basic Clin Pharm.* — 2014; 5 (4): 98—104. [PMID: 25316989](#)