



# СТОМАТОЛОГИЯ

## STOMATOLOGY

УДК 616.314

DOI 10.52575/2687-0940-2023-46-4-376-383

Оригинальная статья

### Метод контроля качества и автоматизация этапа предстерилизационной обработки мелкого инструментария

Бавыкина Т.Ю.<sup>1,2</sup> , Гончаров А.А.<sup>1</sup> 

<sup>1)</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85;

<sup>2)</sup> ООО «Семейная стоматология»,  
Россия, 308036, г. Белгород, ул. Щорса, 46

E-mail: [tatianastomatolog@yandex.ru](mailto:tatianastomatolog@yandex.ru)

**Аннотация.** В проведенном исследовании освещена тема метода контроля качества очистки мелкого стоматологического инструментария на предстерилизационном этапе очистки путем применения азопирамовой и фенолфталеиновой пробы. Изложена тема применения ультразвука в медицине и стоматологии, тезисно освещены результаты проведенных ранее исследований. Описана сравнительная характеристика использования ручного и автоматизированного процесса предстерилизационной очистки мелкого стоматологического инструментария, основанного на использовании ультразвуковых колебаний (ванна ультразвуковая). Представлено обоснование предложенного метода с точки зрения безопасности, эргономичности, сокращения рабочего времени и эффективности.

**Ключевые слова:** предстерилизационная очистка инструментов, ультразвук, азопирамовая и амидопириновая проба, лечение зубов

**Для цитирования:** Бавыкина Т.Ю., Гончаров А.А. 2023. Метод контроля качества и автоматизация этапа предстерилизационной обработки мелкого инструментария. *Актуальные проблемы медицины*, 46(4): 376–383. DOI: 10.52575/2687-0940-2023-46-4-376-383

**Финансирование:** Работа выполнена без внешних источников финансирования.

### The Method of Quality Control and Automation of the Stage of Pre-Sterilization Processing of Small Tools

Tatyana Yu. Bavykina<sup>1,2</sup> , Alexey A. Goncharov<sup>1</sup> 

<sup>1)</sup> Belgorod State National Research University,  
85 Pobedy St., Belgorod 308015, Russia;

<sup>2)</sup> Family Dentistry LLC,  
46 Shchors St., Belgorod 308036, Russia

E-mail: [tatianastomatolog@yandex.ru](mailto:tatianastomatolog@yandex.ru)

**Abstract.** The study highlights the topic of the method of quality control of cleaning small dental instruments at the pre-sterilization stage of cleaning by using azopyram and phenolphthalein samples. The topic of the use of ultrasound in medicine and dentistry is presented, the results of previous studies are briefly outlined. The comparative characteristics of the use of manual and automated pre-sterilization

cleaning process of small dental instruments based on the use of ultrasonic vibrations (ultrasonic bath) are described. The justification of the proposed method from the point of view of safety, ergonomics, reduction of working time and efficiency is presented.

**Keywords:** pre-sterilization cleaning of instruments, ultrasound, azopyram and amidopyrine test, dental treatment

**For citation:** Bavykina T.Yu., Goncharov A.A. 2023. The Method of Quality Control and Automation of the Stage of Pre-Sterilization Processing of Small Tools. *Challenges in Modern Medicine*, 46(4): 376–383 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2023-46-4-376-383

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

## Введение

Дезинфекция и стерилизация инструментария является неотъемлемым звеном в ежедневной медицинской практике [Демидов, 2022]. Этот многоступенчатый процесс направлен на полное уничтожение вирусов, микроорганизмов, бактерий, спор [Базикян и др., 2016]. Предстерилизационная обработка – это этап, проводимый перед стерилизацией, он заключается в механическом удалении специальными щетками с поверхности использованных инструментов видимых загрязнений (остатков тканей зубов, пломбировочного материала, крови, химических веществ) после замачивания в дезинфицирующем растворе, для этого используются специальные металлические щетки. Большинство стоматологических инструментов являются достаточно мелкими, колюще-режущими, с различной формой рабочей части (спираль, лопасти, насечки) (рис. 1).



Рис. 1. Стерильные инструменты

Fig. 1. Sterile instruments

К таким инструментам относятся боры, дрели, фрезы, эндодонтические инструменты (К-файлы, Н-файлы, вращающиеся файлы, каналонаполнители, спредеры). После работы с тканями зуба в мелких лопастях инструментов остается достаточное количество детрита, что является трудоемким для очищения (рис. 2), а некоторые инструменты деформируются после такого вида механического воздействия. Так, каналонаполнитель, инструмент в виде спирали, после механического воздействия металлической щетки для очищения становится непригодным для использования ввиду деформации, раскручивания спирали (рис. 3, 4). Такие инструменты утилизируются, что, в свою очередь, увеличивает расходы на приобретение новых. Кроме того, процесс ручного механического воздействия представляет собой высокий риск травмы кожных покровов и инфицирования. Так Силкина А.С. с соавторами сообщают, что 20 % аварийных ситуаций возникает при уборке и работе с использованным инструментарием [Силкина и др., 2020]. Шалимова Н.А. с коллегами сообщают, что от вида

предстерилизационной обработки возможно снижение режущей активности эндодонтических инструментов [Шалимова и др., 2013]. Важным является и вопрос бактериальной обсемененности в зависимости от типа очистки. Доказано, что ультразвуковая мойка показала высокую эффективность в уничтожении микроорганизмов, аналогично термическому методу очистки [Ван Эллик и др., 2006]. Ультразвуковые волны оказывают губительное влияние на все виды микроорганизмов [Захарян и др., 2020]. Ультразвук – акустические колебания и волны с частотой выше 20 кГц. Источником ультразвука служит электроакустический преобразователь, действие которого основано на явлении магнитострикции или обратного пьезоэлектрического эффекта [Белозеров, 2015; Петров, 2022].



Рис. 2. Инструменты после препарирования тканей зуба. В лопастях дентинные опилки, биологические остатки

Fig. 2. Instruments after tooth tissue preparation. There are dentine sawdust and biological residues in the blades



Рис. 3. Рабочий инструмент, каналонаполнитель  
Fig. 3. Working tool, channel filler



Рис. 4. Каналонаполнитель после механической обработки. Спираль деформирована, растянута  
Fig. 4. Channel filler after machining. The spiral is deformed, stretched

**Цель исследования** – применение автоматизированного способа предстерилизационной очистки, основанного на ультразвуковых колебаниях.

#### **Материалы и методы**

Исследование проводилось на базе стоматологической поликлиники г. Белгорода. При контроле качества очистки руководствовались визуальным осмотром и использовали азопирамовую и фенолфталеиновую пробу. При азопирамовой пробе контролируемое изделие протирали марлевой салфеткой, смоченной реактивом. При постановке пробы при наличии следов крови или белковых загрязнений немедленно или не позднее чем через 1 минуту появлялось фиолетовое окрашивание реактива. При проведении фенолфталеиновой пробы контролируемое изделие протирали марлевой салфеткой, смоченной реактивом. Появление розового окрашивания реактива свидетельствовало о наличии на изделии остаточных количеств щелочных компонентов моющего средства.

#### **Результаты эксперимента**

В ходе эксперимента 100 мелких стоматологических инструментов после использования подвергали очистке: 50 из них обрабатывали вручную и 50 – в ультразвуковой ванне. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.



Таблица 1  
 Table 1

Характеристики способа предстерилизационной очистки  
 Characteristics method of pre-sterilization cleaning

	Время, мин.	Наличие повреждений рабочей поверхности	Деформация рабочей поверхности	Наличие белко- вых остатков
Ручной способ	25,45 ± 5,5	30,65 ± 1,8 штук	15,41 ± 2,1 штук	5,2 ± 1,8 штук
Ультразвуковой	5,5 ± 2,8	0	0	0

При проведении очистки инструментов ручным способом были утилизированы 20 % инструментов, так как что щеткой невозможно полностью очистить лопасти твердосплавных боров размера головки 2, 3 и 4, и возникла деформация спирали каналонаполнителей, ручных файлов (30 %). Повреждения рабочей поверхности получили 30 инструментов, что составило 60 %. Утилизация инструментария не запланирована и влечет дополнительные расходы клиники, а использование инструментов, имеющих повреждения рабочей поверхности, отрицательно сказывается на результате лечения. При ручном методе медсестра ручным способом каждый инструмент очищает не менее 0,5 минуты, при очищении 50 штук в среднем затрачивается 25 минут! При использовании ультразвуковой ванны режим для обработки занимает 3–5 минут.

Благодаря колебаниям, создающимся в ультразвуковой ванне, дентинные опилки высвобождаются из лопастей боров и эндодонтических инструментов, не повреждая их поверхностей. Ни один из инструментов после ультразвуковой очистки не окрасился на этапе контрольных проб. Из методов контроля предстерилизационной очистки рабочими являются контрольные пробы (азопирамовая, фенолфталеиновая), дополнительно необходим визуальный контроль состояния инструментов после обработки.

### Обсуждение

Проведя анализ литературы, мы имеем достаточно информации по применению ультразвука в медицине. Ультразвук широко используется в медицине и стоматологии для диагностики, лечения, дезинфекции. Ультразвуковая диагностика претерпевает цифровую трансформацию и активно развивается [Лебедев и др., 2022]. Также новое применение в интервенционной ядерной медицине нашел высокоинтенсивный сфокусированный ультразвук с наведением изображения [Zhang et al., 2020]. Кроме того, широкое применение нашел в спортивной медицине [Tan, Baek, 2021]. В нейрохирургии появилась возможность, применяя ультразвук, проводить операции без открытого вмешательства. Ультразвук безопасен и эффективен при разрушении тромбов [Хрыкин и др., 2021; Скворцова и др., 2023]. Аналогичное применение описано в работе Coiado et al., использование в сердечно-сосудистой терапии [Coiado et al., 2020]. Терапевтическое действие ультразвука обусловлено механическим, тепловым, химическим факторами о применении ультразвука в стоматологической практике [Содиков и др., 2020]. В стоматологии ультразвук применяется во всех отраслях (профилактике, терапии, хирургии, ортопедии) [Шарипова, 2020]. Доказана эффективность пассивного ультразвукового орошения при периапикальном заживлении и дезинфекции корневых каналов [Silva et al., 2019]. Также доказана высокая эффективность ультразвуковых волн при использовании на этапе дезинфекции. Ван Эллик Д.А. установил [Ван Эллик и др., 2006], что при помощи ультразвуковой очистки эндодонтических инструментов удается добиться снижения количества бактерий на 99,88 %, Силкина А.С. сообщает [Силкина, 2020], что ультразвуковой метод менее энергозатратен для медицинского персонала. Нами же фактически установлено время, которое затрачивается на предстерилизационную очистку ручным и автоматизированным способом. Так, на очистку 50 инструментов ручным способом затрачено в среднем 25,45 ± 5,5 минут, при

использовании ультразвуковой мойки среднее время режима равно в среднем 5 минут ( $5,5 \pm 2,8$ ). Н.А. Шалимова с коллегами установили [Шалимова и др., 2013], что режущая активность эндодонтических инструментов снижается после всех видов обработки, наиболее сильно после стерилизации сухим горячим воздухом, а наименее – после химической. Нами впервые был проведен сравнительный анализ ручного и автоматизированного способа предстерилизационной очистки стоматологических инструментов разного вида (боров, эндодонтических ручных, вращающихся файлов и др.), в результате которого мы определили процент инструментов, которые деформируются и утилизируются в результате ручного метода (10 % от общего количества). Из 50 инструментов, очищенных в ультразвуковой ванне, очищены полностью 100 % (все прошли контрольные пробы), ни один не деформировался, не окрасился (не имел на своей поверхности биологических остатков). Результаты показали, что при ручном методе обработки все инструменты (боры, рунные файлы, вращающиеся эндодонтические инструменты, каналонаполнители и другие мелкие инструменты) в равной степени недостаточно очищаются. Так, из 50 инструментов 10 % имели повреждения режущей поверхности в виде царапин, деформации, 10 % содержали остатки биологических загрязнений. Полученные данные об эффективности ультразвукового метода очистки аналогично подтвердили исследования Taran et al. о применении специально разработанного ультразвукового устройства для очистки медицинского оборудования от органических соединений, эффективность которого подтверждена фенолфталеиновым тестом [Taran et al., 2014].

### Выводы

В результате проведенного исследования мы проанализировали два способа предстерилизационной очистки мелкого стоматологического инструментария и пришли к выводу, что ручной способ для этого не является приемлемым. Инструменты деформируются, царапаются и имеют на своей поверхности биологические остатки, что влечет риск инфицирования пациентов, снижения режущей способности, ухудшения качества лечения. Автоматизированный способ значительно сокращает рабочее время предстерилизационной обработки мелкого инструментария, безопасен (исключен риск травмы медицинского персонала). Инструменты в процессе ультразвуковой чистки не повреждаются (не деформируются, не царапаются), что благоприятно влияет на результат лечения. Очищение инструментов со сложной формой рабочей поверхности ультразвуковым методом происходит на 100 %. Проведенный эксперимент позволяет отметить преимущество автоматизированного метода предстерилизационной очистки инструментария, которое заключается в высоком качестве результата, безопасности и эргономичности.

### Список литературы

- Базикян Э.А., Волчкова Л.В., Лукина Г.И., Мамедов С.С., Духовская Н.Е., Базикян О.А., Карпова В.М. 2016. Особенности дезинфекции и стерилизации в стоматологии. Методическое пособие для студентов. 112 с.
- Ван Эллик Д.А., Зилм П.С., Роджерс А.Г., Мартин П.Д. 2006. Исследование микробиологической среды эндодонтических файлов, подвергшихся процедурам очистки и стерилизации. Проблемы стоматологии. № 6: 23–31.
- Демидов П.А. 2022. Предстерилизационная очистка медицинских изделий в центральном стерилизационном отделении многопрофильного стационара. Медицинский алфавит. Эпидемиология, гигиена, инфекционные болезни. № 18(1): 13–16.
- Захарян А.А., Мещерякова О.В., Шепеленко В.Д., Шумара А.А., Сапко К.Р., Карпенко Ю.С. 2020. Применение ультразвука в стоматологии. № 6: 151–154.
- Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Шадеркина А.И. 2022. Цифровая трансформация ультразвуковой диагностики российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. № 4(8): 21–45. doi: 10.29188/2712-9217-2022-8-4-21-45.



- Петров А.С. 2022. Ультразвук в медицине. Сборник трудов конференции, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета. 178–180.
- Силкина А.С. 2020. Вопросы асептики в ортопедическом отделении. Дезинфекция и стерилизация инструментария в современном аспекте. Выпускная квалификационная работа. 1–5.
- Скворцова В.И., Белоусов В.В., Джафаров В.М., Сенько И.В., Крылов В.В. 2023. Транскраниальный фокусированный ультразвук в нейрохирургии: терапевтические возможности и экспериментальные исследования. *Нейрохирургия*. № 2(25): 140–147. doi: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-140-147
- Содииков Н.О., Содииков М.Н. 2020. Ультразвук в медицине. *Клиническая медицина*. 60–64.
- Хрыкин А.П., Орлов А.В. 2021. Ультразвуковая технология разрушения тромбов. инновационные научные исследования. № 1(3): 37–42. doi: 10.5281/zenodo.4459051.
- Шалимова Н.А., Севбитов А.В., Филатов Н.Н., Золотова Е.В., Кузнецова М.Ю. 2013 г. Критерии выбора методов предстерилизационной очистки и стерилизации эндодонтического инструментария. *Биотехнологии в медицине*. 2218–7332.
- Шарипова З.Д. 2020. Использование ультразвука в стоматологии. Сборник трудов конференции. 221–222.
- Tan Q., Baek S.S. 2021. Musculoskeletal ultrasound and its application in sports medicine. 27(8): 764–766. doi:10.1590/1517-8692202127082021\_0349
- Zhang X., Landgraf L., Unger M., Bailis N., Jochimsen T.H., Melzer A. 2021. Image-guided high-intensity Focused ultrasound, a novel application for interventional nuclear medicine. 62(9): 1181–1888. doi: 10.2967/jnumed.120.256230.
- Coiado O.C., Lowe J., O'brien W.D. 2020. Therapeutic. Ultrasound in cardiovascular medicine. doi: 10.1002/jum.15493
- Silva E.J.N.L., Rover G., Belladonna F.G., Herrera D.R., De-Deus G., Da Silva Fidalgo T.K. 2019. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation on periapical healing and root canal disinfection: a systematic review. 227(3): 228–234. doi:10.1038/s41415-019-0532-z
- Taran V.S., Krasnyj V.V., Schebetun A.V., Lozina A.S. 2014. Devices for pre-sterilization treatment of endoscopes by ozone and ultrasound. 94(6): 230–232.

## References

- Bazikyan E.A., Volchkova L.V., Lukina G.I., Mamedov S.S., Duhovskaya N.E., Bazikyan O.A., Karpova V.M. 2016. Osobennosti dezinfekcii i sterilizacii v stomatologii [Features of Disinfection and Sterilization in Dentistry]. *Metodicheskoe posobie dlya studentov*. 112 s.
- Van Ellik D.A., Zilm P.S., Rodzhers A.G., Martin P.D. 2006. Issledovanie mikrobiologicheskoy sredy endodonticheskikh fajlov, podvergnutyykh k proceduram ochistki i sterilizacii [Investigation of the Microbiological Environment of Endodontic Files Subjected to Cleaning and Sterilization Procedures]. *Problemy stomatologii*. № 6: 23–31.
- Demidov P.A. 2022. Predsterilizacionnaya ochistka medicinskih izdelij v central'nom sterilizacionnom otdelenii mnogoprofil'nogo stacionara [Pre-Sterilization Cleaning of Medical Devices in the Central Sterilization Department of a Multidisciplinary Hospital]. *Medicinskij alfavit. Epidemiologiya, gigiena, infekcionnye bolezni*. (1). № 18, S: 13–16.
- Zaharyan A.A., Meshcheryakova O.V., Shepelenko V.D., Shumara A.A., Sapko K.R., Karpenko Yu.S. 2020. Primenenie ul'trazvuka v stomatologii [The Use of Ultrasound in Dentistry]. № 6: 151–154.
- Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Shaderkina A.I. 2022. Cifrovaya transformaciya ul'trazvukovoj diagnostiki [Digital Transformation of Ultrasound Diagnostics]. *Rossijskij zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdavoohraneniya*. № 4(8): 21–45. doi: 10.29188/2712-9217-2022-8-4-21-45
- Petrov A.S. 2022. Ul'trazvuk v medicine [Ultrasound in Medicine]. *Sbornik trudov konferencii, Sterlitamakskij filial Bashkirskogo gosudarstvennogo universiteta*. 178–180.
- Silkina A.S. 2020. Vypusknaya kvalifikacionnaya rabota na temu: «Voprosy aseptiki v ortopedicheskom otdelenii. Dezinfekciya i sterilizaciya instrumentariya v sovremennom aspekte» [Issues of Asepsis in the Orthopedic Department. Disinfection and Sterilization of Instruments in a Modern Aspect] *Sankt-Peterburg*. 1–5.
- Skvorцова V.I., Belousov V.V., Dzhafarov V.M., Sen'ko I.V., Krylov V.V. 2023. Transkraniyal'nyj fokusirovannyj ul'trazvuk v nejrohirurgii: terapevticheskie vozmozhnosti i eksperimental'nye issledovaniya [Transcranial Focused Ultrasound in Neurosurgery: Therapeutic Possibilities and



- Experimental Studies]. Zhurnal: neyrohirurgiya. № 2(25), 140–147. doi: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-140-147
- Sodikov N.O., Sodikov M.N. 2020. Ul'trazvuk v medicine [Ultrasound in Medicine]. Tekst nauchnoj stat'i po special'nosti «Klinicheskaya medicina». 60–64. ISSN: 2312-8267
- Hrykin A.P., Orlov A.V. 2021. Ul'trazvukovaya tekhnologiya razrusheniya trombov [Ultrasound Technology for the Destruction of Blood Clots]. Zhurnal: innovacionnye nauchnye issledovaniya nomer. № 1–1(3). doi: 10.5281/zenodo.4459051
- Shalimova N.A., Sevbitov A.V., Filatov N.N., Zolotova E.V., Kuznecova M.Yu. 2013. Kriterii vybora metodov predsterilizacionnoj ochistki i sterilizacii endodonticheskogo instrumentariyatekst nauchnoj stat'i po special'nosti [Criteria for Choosing Methods of Pre-Sterilization Cleaning and Sterilization of Endodontic Instruments]. «Biotekhnologii v medicine». 2218–7332.
- Sharipova Z.D. 2020. Ispol'zovanie ul'trazvuka v stomatologii [The Use of Ultrasound in Dentistry]. Stat'ya v sbornike trudov konferencii, Bashkiriya. 221–222.
- Tan Q., Baek S.S. 2021. Musculoskeletal ultrasound and its application in sports medicine. 27(8): 764–766. doi:10.1590/1517-8692202127082021\_0349
- Zhang X., Landgraf L., Unger M., Bailis N., Jochimsen T.H., Melzer A. 2021. Image-guided high-intensity Focused ultrasound, a novel application for interventional nuclear medicine. 62(9): 1181–1888. doi: 10.2967/jnumed.120.256230.
- Coiado O.C., Lowe J., O'brien W.D. 2020. Therapeutic. Ultrasound in cardiovascular medicine. doi: 10.1002/jum.15493
- Silva E.J.N.L., Rover G., Belladonna F.G., Herrera D.R., De-Deus G., Da Silva Fidalgo T.K. 2019. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation on periapical healing and root canal disinfection: a systematic review. 227(3): 228–234. doi:10.1038/s41415-019-0532-z
- Taran V.S., Krasnyj V.V., Schebetun A.V., Lozina A.S. 2014. Devices for pre-sterilization treatment of endoscopes by ozone and ultrasound. 94(6): 230–232.

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 03.10.2023

Поступила после рецензирования 15.11.2023

Принята к публикации 17.11.2023

Received October 3, 2023

Revised November 11, 2023

Accepted November 17, 2023

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бавыкина Татьяна Юрьевна**, ассистент кафедры стоматологии общей практики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, врач – стоматолог-терапевт, заместитель главного врача по лечебной работе ООО «Семейная стоматология», г. Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0001-6874-2647](https://orcid.org/0009-0001-6874-2647)

**Гончаров Алексей Анатольевич**, аспирант института инженерных и цифровых технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0008-1438-876X](https://orcid.org/0009-0008-1438-876X)

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Tatyana Yu. Bavykina**, Assistant of the Department of General Practice Dentistry, Belgorod State National Research University, Dentist-Therapist, Deputy Chief Physician for Medical Work of Family Dentistry LLC, Belgorod, Russia

**Alexey A. Goncharov**, Postgraduate Student of the Institute of Engineering and Digital Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia