Journal of Arak University of Medical Sciences
Volume 25, Issue 5
December & January 2022-2023

Research Article

The Effectiveness of Different Antimicrobials Agents on the Decrease of Microbial Biofilms of Dental unit Waterlines: A Systematic Review

Mojtaba Bayani [1], Shirin Shafiei Lialestani [1], Amir Almasi-Hashiani [2], Seyed Hamed Mirhoseini [2,*]

[1] School of Dentistry, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
[2] School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

*** Corresponding author:** Seyed Hamed Mirhoseini, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak. Iran. E-mail: hmirhossaini@gmail.com

DOI: 10.61186/jams.25.5.20

How to Cite this Article:
Bayani M, Shafiei Lialestani Sh, Almasi-Hashiani A, Mirhoseini SH. The Effectiveness of Different Antimicrobials Agents on the Decrease of Microbial Biofilms of Dental unit Waterlines: A Systematic Review. *J Arak Uni Med Sci*. 2022;**25**(5):20-30. DOI: 10.61186/jams.25.5.20

Received: 13 Aug 2022
Accepted: 10 Feb 2023

Keywords:
Dental Unit Waterline, Biofilm, Antimicrobial Agents, Hydrogen Peroxide, Chlorine Dioxide, Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine

© 2022 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Dental unit water lines (DUWL) are a potential place for the accumulation of microorganisms and the formation of microbial biofilm, which exposes people to infection risk. This study aimed to investigation of the effectiveness of four commonly used substances and selection of most effective disinfectant in DUWLs disinfection.

Methods: This systematic review study was conducted based on PRISMA templates and the PubMed, Scopus and Web of Science databases with a specific search strategy were examined. In this systematic review study, the effectiveness of 4 disinfectants including: hydrogen peroxide, chlorhexidine, chlorine-dioxide, sodium hypochlorite on microbial biofilms in the DUWL was investigated. The study was conducted on July 10, 2021, and finally the data of all studies related to the subject of this systematic review were extracted. This study was approved by the Research Ethics Committee at Arak University of Medical Sciences (Code: IR.ARAKMU.REC.1399.347).

Results: All four disinfectants in sufficient concentration and time can be useful and effective. If the biofilm in DUWL is old and stabilized, it will affect the effectiveness of these materials and it will take longer to remove.

Conclusions: The use of materials in combination can cover all the microbial spectrum present in the biofilm of this area, and even fixed biofilms can be removed with extended and continuous use.

Copyright © *2022 The Author(s); Published by Journal of Arak University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.*

مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک
دوره ۲۵، شماره ۵، آذر و دی ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

اثربخشی مواد مختلف آنتی میکروبیال بر کاهش بیوفیلم های میکروبی سیستم گردش آب یونیت دندانپزشکی: مطالعه مروری نظام مند

مجتبی بیانی [۱]، شیرین شفیعی لیالستانی [۱]، امیر الماسی حشیانی [۲]، سید حامد میرحسینی [۲،*]

[۱] دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
[۲] دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
[*] **نویسنده مسئول:** سید حامد میرحسینی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران. ایمیل: hmirhossaini@gmail.com

DOI: 10.61186/jams.25.5.20

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۹
واژگان کلیدی:
مسیر آبی یونیت دندانپزشکی
بیوفیلم
مواد ضدعفونی کننده
هیدروژن پروکساید
کلرهگزیدین
کلرین دی اکساید
هیپوکلریت سدیم

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

چکیده

مقدمه: مسیرهای آبی یونیت‌های دندانپزشکی یک مکان بالقوه برای تجمع میکروارگانیسم‌ها و تشکیل بیوفیلم میکروبی هستند که می‌تواند افراد را در معرض خطر عفونت قرار دهد. این پژوهش با هدف اثربخشی چهار دسته از موادی است که تا به امروز برای کاهش بار میکروبیال در DUWL ها، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و مؤثرترین عملکرد را نسبت به سایر ضدعفونی کننده‌ها دارا بودند.

روش کار: این مطالعه مرور نظام مند بر اساس الگوهای پرایسما (PRISMA) انجام گرفته و پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus و Web of Science با استراتژی جست وجو ی مشخص، بررسی شدند. در این مطالعه مرور نظام- مند، اثربخشی ۴ ماده ضدعفونی کننده شامل: هیدروژن پروکساید، کلرهگزیدین، کلرین- دی اکساید، سدیم هیپوکلراید بر بیوفیلم های میکروبی موجود در لوله‌های آب یونیت‌های دندانپزشکی مورد بررسی قرار گرفت. جست و جو مطالعات در تیر ماه ۱۴۰۰ انجام شد و در نهایت داده‌های تمام مطالعات مرتبط با موضوع این مرور نظام مند، استخراج شدند.

یافته‌ها: این مطالعه با کد اخلاق IR.ARAKMU.REC.1399.347 به تصویب کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اراک رسیده است. هر ۴ نوع ماده ضدعفونی کننده اگر در غلظت و زمان کافی و روش درست استفاده شوند، می‌توانند مفید و اثربخش باشند. اگر بیوفیلم موجود در مسیرهای آبی یونیت‌های دندانپزشکی قدیمی و تثبیت شده باشد، بر روی اثربخشی این مواد تاثیرگذار خواهد بود و به زمان بیشتری برای از بین بردن آن نیاز است.

نتیجه گیری: استفاده از مواد به صورت ترکیبی می‌تواند تمامی طیف میکروبی موجود در بیوفیلم این ناحیه را پوشش دهد و حتی می‌توان با استفاده طولانی‌تر و مداوم، بیوفیلم های تثبیت شده را نیز حذف کرد.

مقدمه

خطوط لوله آب یونیت دندانپزشکی Dental Unit Waterlines (DUWL)، سیستمی است متشکل از لوله‌های نازک و پلاستیکی که آب را برای مصارف مختلفی مانند کاهش درجه حرارت هنگام کار با هندپیس های با سرعت بالا، جرم گیرهای اولتراسونیک، پوآر آب و هوا و آب مصرفی بیماران به منظور شستشوی دهان و ... در اختیار قرار می‌دهد. در واقع تقریباً برای اکثر کارهایی که روی بیماران انجام می‌شود اعم از معاینه و درمان‌های مختلف دندانپزشکی به نوعی از آب خروجی از DUWL استفاده شده و با حفره‌ی دهان بیمار در ارتباط است (۱-۵). این راه‌های آبی می‌توانند به میکروارگانیسم‌های مختلف (به طور عمده باکتریها و به میزان کمتر قارچها و پروتوزوا) آلوده شوند (۶). میکروارگانیسم‌های موجود در آب عبوری از DUWL ها، توانایی اتصال به سطوح داخلی را داشته، درنتیجه با اتصال و تشکیل میکروکلونی ها، در نهایت بیوفیلم را ایجاد می‌کنند (۷). بخشی از بیوفیلم ها به آئروسل تبدیل می‌شوند، که قابل استنشاق توسط کارکنان مطب دندانپزشکی و بیماران هستند. باکتری‌های آلرژی زا در آئروسل‌ها می‌توانند آسم، رینیت، آلوئولیت آلرژیک، سندرم مسمومیت با گرد و غبار آلی یا سایر بیماری‌های خطرناک‌تر را ایجاد کنند (۸). علاوه بر این، توزیع اندازه ذرات آئروسل‌ها ممکن است عفونت متقاطع SARS۲-Cov-را تسهیل کند (۹). راه‌های آبی یونیت‌ها منبع بالقوه از عفونت هستند که علاوه بر بیماران دندانپزشکی (به ویژه افراد با ضعف سیستم ایمنی)، افراد و کارکنان دندانپزشکی که به طور معمول در ارتباط با آب خروجی از DUWL ها قرار دارند را نیز در معرض خطر ابتلا به عفونت قرارمی دهد (۱۰). شواهد نشان می‌دهد اگرچه این میکروب‌ها برای افراد سالم، غیرپاتوژن می‌باشند اما باعث مرگ و میر قابل ملاحظه‌ای در بیماران مبتلا به نقص سیستم ایمنی و بیماریهای سیستمیک می‌باشد (۱۱) و همچنین باعث عفونتهای فرصت طلبانه در زنان باردار و افراد دریافت کننده پیوند، افراد سالخورده و افراد سیگاری و الکلی می‌شود (۱۲-۱۵). بنابراین آب استفاده شده در یونیت‌ها باید از کیفیت خوبی برخوردار بوده تا باعث مشکل در بیماران نشود. کیفیت آب یک الزام ضروری برای به حداقل رساندن خطر قرارگرفتن در معرض

Copyright © 2022 The Author(s); Published by Journal of Arak University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

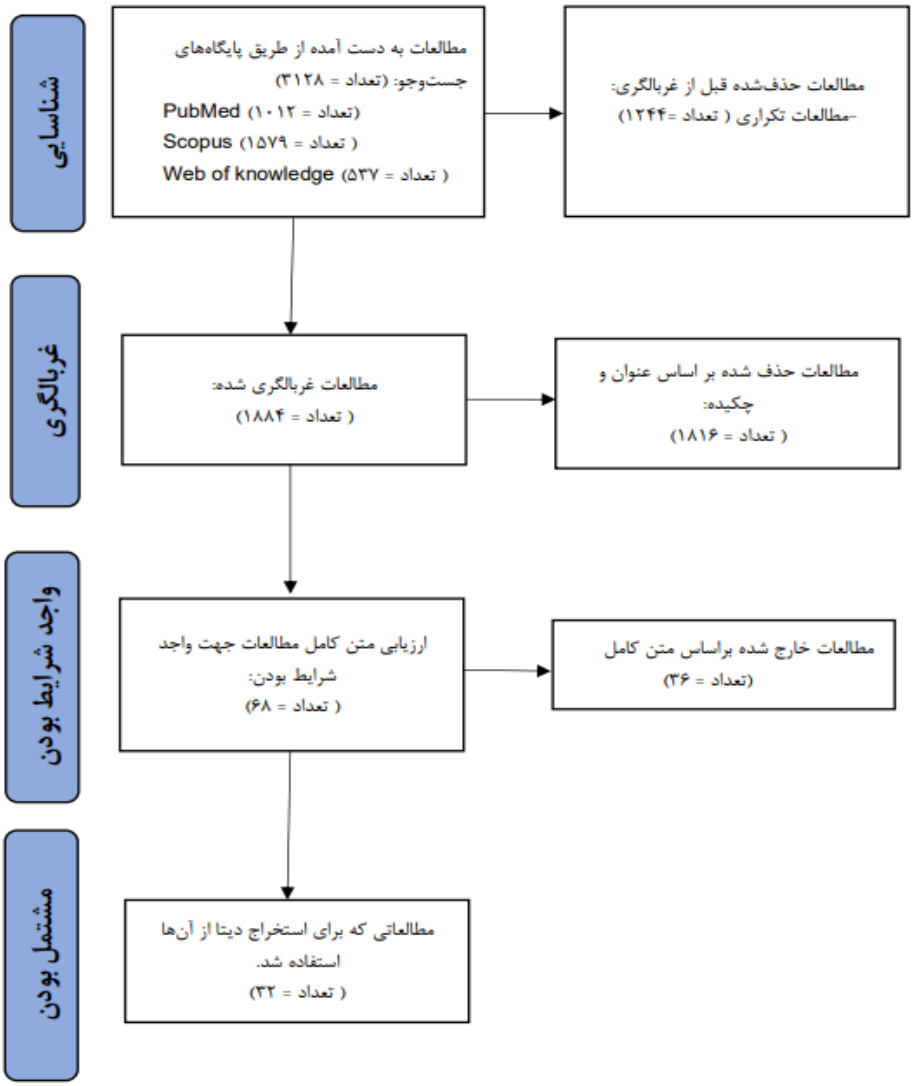
آلودگی و اجتناب از عفونتهای مرتبط با روش‌های مراقبتهای بهداشتی است (۱۰). روش‌های مختلفی جهت کاهش حضور بیوفیلم در راه‌های آبی یونیت‌ها معرفی شده است، که به دو دسته‌ی شیمیایی و غیرشیمیایی تقسیم بندی می‌شوند (۱۶, ۱۷). در این میان استفاده از روش‌های شیمیایی مؤثرتر گزارش شده است (۱۸-۲۱). مطالعات انجام شده در آزمایشگاه و بالین نشان می‌دهند که آنها به طور قابل ملاحظه‌ای در تناسب و کارایی متفاوت می‌باشند (۷). به علت اینکه رشد و جایگزینی دوباره‌ی بیوفیلم در دوره زمانی کوتاهی اتفاق می افتد، روش استفاده‌ی مداوم از عوامل شیمیایی ضروری است (۲۲). بیشترین مطالعات بر روی سدیم هیپوکلریت، دی اکسیدکلر، پرکسید هیدروژن و کلرهگزیدین گلوکونات انجام شده است (۲۳). باتوجه به مراجعه افراد زیادی از جامعه به مراکز دندانپزشکی و قرارگرفتن آن‌ها در معرض آلودگی آب خروجی از DUWL ها، کلینیسین های دندانپزشکی بعد از شناخت و مقایسه میزان مزایا و معایب این مواد، می‌توانند انتخاب و استفاده مناسبی از این مواد داشته باشند تا بار میکروبی راه‌های آبی یونیت‌ها و انتقال بیماری از این طریق، برای آنها و مراجعه کنندگان کاهش یابد. با توجه به تناقضات و عدم وجود یک روش کاملاً تثبیت شده هدف از انجام مطالعه حاضر جمع بندی و معرفی چهار دسته از موادی است که تا به امروز برای کاهش بار میکروبی در DUWL ها، بیشترین مطالعه بر روی آنها انجام شده است و مؤثرترین عملکرد را نسبت به سایر عوامل شیمیایی دارا هستند.

روش کار

در این مطالعه مرور نظام -مند، اثربخشی ۴ ماده ضدعفونی کننده شامل: هیدروژن پروکساید، کلرهگزیدین، کلرین -دی اکساید، سدیم هیپوکلراید بر بیوفیلم های میکروبی موجود در لوله‌های آب یونیت‌های دندانپزشکی مورد بررسی قرار گرفت. مطالعاتی در پژوهش وارد شد که در آنها میزان اثربخشی و درصد کشندگی بیوفیلم های موجود در سیستم گردش آب یونیت دندانپزشکی ارزیابی شده بود. تمام مطالعات ذکر شده بدون در نظر گرفتن تاریخ انتشار مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه به منظور استخراج داده‌های مورد نیاز از مقالات منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعاتی لاتین معتبر یعنیPubMed ، Scopus وISI / WOS تا ۱۹ تیر ماه ۱۴۰۰ استفاده شد. همچنین جستجوی دستی در منابع مطالعات وارد شده صورت گرفت. برای یافتن مطالعات بیشتر لیست مقالات منتخب برای تکمیل منابع و دست یافتن به منابع بیشتر بررسی شدند. مکاتبه با نویسندگان مقالات منتخب برای یافتن مقاله‌های احتمالی که هنوز منتشر نشده بودند نیز صورت گرفت. همچنین جهت بررسی ادبیات/متون خاکستری (Literature (Gray، از پایگاهScholar Google و به صورت جستجوی دستی استفاده شد. کلیدواژه‌های مورد جست وجو به شرح ذیل بودند:

Dental [Text Word] OR "Dental unit"[Text Word] OR "Dental Chair"[Text Word] OR Waterline [Text Word] OR "Water line"[Text Word] OR Waterlines [Text Word] OR "Water lines"[Text Word] OR "Water system"[Text Word] OR DUWL [Text Word] OR DUWLs [Text Word] OR DUW [Text Word] AND "Biofilms"[Mesh] OR "Biofilms"[Text Word] OR "Microbial Biofilm"[Text Word] OR "Bacterial Biofilm"[Text Word] OR "Fungal Biofilm"[Text Word] OR Contamination [Text Word] OR "Microbial Contamination"[Text Word] AND "Chemical Agent" [Text Word] OR "Disinfectants" [Mesh] OR "Disinfectants" [Text Word] OR "Dental Disinfectants" [Mesh] OR "Sodium Hypochlorite" [Mesh] OR "Sodium Hypochlorite" [Text Word] OR NaOCl [Text Word] OR "Hydrogen Peroxide"[Mesh] OR "Hydrogen Peroxide" [Text Word] OR H2O2 [Text Word] OR "chlorhexidine gluconate, lidocaine drug combination" [Supplementary Concept] OR "chlorhexidine gluconate" [Supplementary Concept] OR "chlorhexidine gluconate" [Text Word] OR CHX [Text Word] OR CHG [Text Word] OR "chlorine dioxide" [Supplementary Concept] OR "chlorine dioxide" [Text Word] OR ClO2 [Text Word]

در این مطالعه معیارهای ورود شامل این موارد بود: مطالعاتی که اثربخشی و یا درصد کشندگی ۴ ماده ضدعفونی کننده را بر بیوفیلم های میکروبی موجود در لوله‌های آب یونیت‌های دندانپزشکی بررسی کرده بودند. مطالعاتی که از نوع مداخله‌ای بودند. مطالعاتی که دسترسی به مقاله کامل وجود داشت و در مجلات و حتی کنگره‌ها منتشر شده بودند. محدودیتی در زمان انجام مطالعه و یا موقعیت جغرافیایی مطالعه انجام شده نبود. معیارهای خروج شامل مطالعات در شرایط آزمایشگاهی، مطالعاتی که داده‌های مرتبط را نداشتند و یا تمرکز نتایج آنها مرتبط با موضوع ما نبود و مطالعاتی که دسترسی به متن کامل مقاله به زبان انگلیسی وجود نداشت. پس از تکمیل جستجوی، با استفاده از نرم افزار Endnote۹ ، مقالات نهایی طی دو مرحله انتخاب شدند. به این منظور ابتدا مقالات تکراری حذف شد، تا از انتخاب صحیح مقالات مرتبط با موضوع پژوهش و منطبق با معیارهای ورود، اطمینان حاصل نمایند. عنوان مطالعات به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و چکیده‌ی مطالعات خوانده شد. در مرحله دوم، متن مقالات باقی مانده از مراحل قبلی، جهت بررسی معیارهای ورود و خروج بررسی شده و مطالعات غیر مرتبط کنار گذاشته شد و مطالعات مناسبی که دارای متغیرهای مورد نظر بودند وارد فرآیند مرور شدند. نمودار ۱ برپایه ی ساختار PRISMA روند شناسایی جستجوی متون، حذف موارد تکراری و غربالگری براساس عنوان، چکیده و متن کامل را نشان می‌دهد. با توجه به جستجوی انجام شده در پایگاه‌های داده در مجموع ۳۱۲۸ مطالعه شامل: ۱۵۷۹ مطالعه درScopus ،۱۰۱۲ مطالعه در PubMedو ۵۳۷ مطالعه درWeb of Science شناسایی و جهت بررسی‌ها دقیق‌تر وارد نرم افزار EndNote ۹ شد. به کمک نرم افزار، موارد تکراری شامل ۱۲۴۴ مطالعه حذف گردید و ۱۸۸۴ مطالعه جهت غربالگری باقی ماند. و در این مرحله غربالگری آغاز گردید، که پس از آن متن کامل ۶۸ مقاله مورد بررسی دقیق‌تر قرار گرفتند. از بین این مطالعات، مطالعاتی را که دسترسی به مقاله کامل آنها نداشتیم و یا نتایج آنها مطابق با هدف ما در این مطالعه نبود حذف شده و در نهایت ۳۲ مطالعه جهت بررسی کیفی انتخاب شدند.



نمودار ۱. روند شناسایی و جستجوی مطالعات بر مبنای ساختار PRISMA

جدول ۱. اطلاعات مطالعات بررسی شده مرتبط با هیدروژن پراکساید

ماده ضدعفونی‌کننده	زمان	غلظت	نوع آلودگی میکروبی	تعداد نمونه	واحد	نوع مطالعه	محل بررسی نمونه	کشور	سال	نویسنده	نتیجه
هیدروژن پراکساید	۱ و ۵ و ۱۰ و ۳۰ دقیقه	۰.۰۳	باکتری	۱	CFU/ml	مداخله‌ای	منبع یونیت	آمریکا	۱۹۸۰	Michael B	غلظت ۳٪ آن در مقیاس ۱/۱۰۰ اثرگذار و ایمن است.
هیدروژن پراکساید-نقره	۲ هفته	-	باکتری	۵	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWL	سوئیس	۲۰۰۱	Filippi, A (۲۴)	ضدعفونی پایه با غلظت بسیار رقیق آن، کیفیت میکروبی را در طولانی مدت تضمین نمی‌کند.
مواد بر پایه‌ی هیدروژن پروکساید	یکبار در هفته برای ۵ هفته	۰.۰۰۵	باکتری	۲۳	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	آمریکا	۲۰۰۱	Linger JB, et al. (25)	این مواد برای دستیابی به استاندارد ADA (CFU/ml<200) موثرند.
هیدروژن پراکساید/نقره	-	۳۰mg/l-۵۰	باکتری	۸	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	سوئیس	۲۰۰۲	Filippi, A (24)	در لوله‌های بسیار آلوده، این ماده اثربخشی ندارد و نمی‌تواند CFU/ml را به صفر برساند.
Sanosil	۸ بار در هفته برای ۲۰ هفته	ml۲۰۰	باکتری هوازی هتروتروفیک	۲۰	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs (سیستم planmeca)	ایرلند	۲۰۰۲	Tuttlebee CM, et al. (26)	-این ماده برای دستیابی به استانداردADA مؤثر است. با قطع ماده بار میکروبی بعد از ۳ هفته به سطح غیر قابل قبولی افزایش یافت.

Sterilex Ultra	۸ بار در هفته برای ۲۰ هفته	٪۶	باکتری هوازی هتروتروفیک	۲۰	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs (سیستم planmeca)	ایرلند	۲۰۰۲	Tuttlebee CM, et al. (26)	-برای دستیابی به استاندارد ADA مؤثر است. -با قطع ماده بار میکروبی بعد از ۳ هفته به سطح غیر قابل قبولی افزایش یافت. -این ماده در برخی از یونیت‌ها باعث گرفتگی خطوط آب شده بود.
Sterilex Ultra	۶ هفته	-	باکتری	۱۵	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	دانمارک	۲۰۰۳	Larsen, T [25]	نه مصرف روزانه نه طولانی مدت این ماده، قادر به حفظ کیفیت آب قابل قبول در یونیت‌های دندانپزشکی قدیمی نبود.
Sterilex Ultra	۱۱ روز	-	باکتری	۱۶	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	آمریکا	۲۰۰۳	Wirthlin MR, et al. (27)	به طور کلی این ماده را در مقایسه با کلرین‌دی‌اکساید پیشنهاد نکرده بود.
هیدروژن پراکساید		۰.۰۳	باکتری (گونه‌های مایکوباکتر، گونه‌های لژیونلا، گونه‌های سودوموناس، گونه‌های استافیلوکوک)	۲۶۴	CFU/mL^-1	مداخله‌ای	DUWLs	ایتالیا	۲۰۰۳	Zanetti F, et al. (28)	اثربخش بودنان ماده به شرط تکرار روزانه
هیدروژن پراکساید	۵۵ هفته	-	باکتری	۱	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs (سیستم planmeca)	ایرلند	۲۰۰۶	O'Donnell MJ, et al. (29)	استفاده از سیستم Planmeca که کاربری آسان‌تری دارد تا ۷ روز کیفیت آب را در حد قابل قبول (زیر ۲۰۰) نگه می‌دارد. لذا نیاز به ضدعفونی مداوم و دوره‌ای هست.
Sterilex Ultra	۸-۶ هفته	٪۵	تعداد کل باکتری‌های زنده (TVCs)، سودوموناس آئروژینوزا	۱۰	log CFU . ml^-1	مداخله‌ای	DUWLs	اتحادیه اروپا (دانمارک، آلمان، یونان، ایرلند، هلند، اسپانیا و بریتانیا)	۲۰۰۶	J. Schel, et al. (۳۰)	اثربخشی این ماده برای رسیدن مناسب CFU/ml<200به است.
Sanosil Super 25	۸-۶ هفته	٪۵	تعداد کل باکتری‌های زنده (TVCs)، سودوموناس آئروژینوزا	۳۰	log CFU . ml^-1	مداخله‌ای	DUWLs	اتحادیه اروپا (دانمارک، آلمان، یونان، ایرلند، هلند، اسپانیا و بریتانیا)	۲۰۰۶	J. Schel, et al. (30)	اثربخشی این ماده برای رسیدن مناسب CFU/ml<200 به است.
Oxygenal 6	۸-۶ هفته	٪۰.۰۲	تعداد کل باکتری‌های زنده(TVCs) ، سودوموناس آئروژینوزا	۱۵	log CFU . ml^-1	مداخله‌ای	DUWLs	اتحادیه اروپا (دانمارک، آلمان، یونان، ایرلند، هلند، اسپانیا و بریتانیا)	۲۰۰۶	J. Schel, et al. (30)	بعد از دنتوسپت اثربخش‌ترین ماده توصیه به استفاده مداوم برای اثربخشی CFU/ml<200بهتر.
Dentosept P	۸-۶ هفته	٪۰.۰۱۴	تعداد کل باکتری‌های زنده(TVCs) ، سودوموناس آئروژینوزا	۱۱	log CFU . ml^-1	مداخله‌ای	DUWLs	اتحادیه اروپا (دانمارک، آلمان، یونان، ایرلند، هلند، اسپانیا و بریتانیا)	۲۰۰۶	J. Schel, et al. (30)	بیشترین اثربخشی بین مواد بر پایه‌ی هیدروژن پروکساید. توصیه به استفاده مداوم برای CFU/ml<200نتایج بهتر.
هیدروژن پراکساید	۴۸ ساعت	٪۳۵	باکتری	۱	CFU/cm^2	مداخله‌ای	DUWLs (tubing samples)	پاکستان (لاهور)	۲۰۰۸	Liaqat I and Sabri (31)	توانایی کاهش بیوفیلم برای این ماده یافت نشد.
هیدروژن پراکساید		٪۳	باکتری			مداخله‌ای	DUWLs (tubing samples)	ایتالیا	۲۰۱۰	Orrù, Germano (32)	توانایی مهار باکتری‌های پلانکتونیک و همچنین بیوفیلم ناشی از آلودگی داخل DUWL را دارد. برخی پاتوژن‌های دهانی وارد شده به DUWL می‌توانند زنده بمانند.
هیدروژن پراکساید	۱۲ هفته	٪۲، ٪۳، ٪۷	باکتری	۴	log 10 CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	آمریکا	۲۰۱۱	Lina SM, et al. (33)	غلظت ۲٪ استفاده شده به عنوان یک ضدعفونی کننده دوره‌ای و غلظت رقیق شده تا ۰.۰۵٪ با آب شهری، برای کنترل بیوفیلم و پلانکتون در

										مفید بود. با این DUWL حال، برای حذف بیوفیلم های بسیار تثبیت شده، بیش از دوماه ضدعفونی با این ماده به همراه یک شوک اولیه نیاز است.
ActiDes-Blue	۶ ماه		باکتری (لژیونلا پنوموفیلا و سودوموناس آئروژینوزا)	۶	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs (contaminated cooling water systems in dental units)	آلمان	۲۰۱۲	Kramer A, et al.(۳۴)	در یونیت‌های دندانپزشکی که کمتر در طول روز استفاده می‌شوند و رکود آب در آن‌ها بیشتر است، DUWL مؤثر نیست.
پراستیک اسید و هیدروژن پروکساید	۳ ماه	٪۰,۲۶	باکتری	۵	log 10 CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	ایتالیا	۲۰۱۴	Dallolio J, et al.(۲۳)	نتایج نشانگر اثرگذارتر بودن این ماده با استفاده پیوسته از آن، نسبت به حالت تناوبی بود.
هیدروژن پروکساید و نقره	۳ ماه	٪۰,۲۶	باکتری	۵	log 10 CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	ایتالیا	۲۰۱۴	Dallolio J, et al(۲۳)	نتایج نشانگر اثرگذارتر بودن این ماده با استفاده پیوسته از آن، .نسبت به حالت تناوبی بود.
Oxygenal 6	۱۵ دقیقه و ۱-۷ روز مداوم	٪۶	باکتری و قارچ	۱	CFU/cm^2	مداخله‌ای In Vitro	DUWL	فرانسه	۲۰۱۶	Costa D, et al. (۳۵)	این ماده در حذف کامل گونه کاندیدیا موفق عمل نکرد. تا حدی در برابر میکروارگانیسم‌های بی‌تحرک مؤثر بود. با این حال می‌توان از غلظت‌های مناسب‌تری برای افزایش کارایی آن استفاده کرد. استفاده از آن به صورت پیشگیرانه و نه درمانی توصیه شد.
Oxygenal 6	۸-۱۲ سال	٪۰,۳۰	باکتری و قارچ	۱	-	مداخله‌ای	DUWL	فرانسه	۲۰۱۶	Costa D, et al.(۳۵)	این ماده کارایی کافی برای ضدعفونی DUWL را ندارد.
هیدروژن پراکساید-نقره	-	۶۰۰ppm	لژیونلا	۲ منبع آب	-	مداخله‌ای	In vitro و DUWL شبیه‌سازی شده	ایتالیا	۲۰۱۶	Ditommaso S, et al. (36)	این ماده برای استفاده مداوم در ایمن DUWLسیستم‌های است و می‌تواند به تنهایی یا در ترکیب با سایر موارد در این راستا استفاده شود.
هیدروژن‌پروکساید	۴ هفته	۱٪,۲ استفاده مداوم و ۲٪ استفاده مداوم و ۲۵٪ شوک	باکتری	۵	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	هندوستان	۲۰۱۶	Pawar A, et al. (32)	در صورت استفاده مداوم هر دو غلظت و هر دو روش طی مدت ۴ هفته، میزان آلودگی را به حد می‌رساند.ADAاستاندارد
Oxygenal 6	-	٪۵-۰	باکتری و قارچ و آمیب	۱	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	فرانسه	2017	Costa D, et al. (35)	انجام مطالعات بیشتر برای بررسی عمیق‌تر طیف ضد میکروبی ضدعفونی‌کننده‌های تجاری نیاز است. چرا که نتایج رضایت بخشی با هیچ یک از آین مواد استفاده شده در مطالعه حاصل نشد.
هیدروژن پراکساید	از اکتبر ۲۰۱۶ تا آپریل ۲۰۱۷	٪۱	-	۵	-	مداخله‌ای	DUWL	عراق	2018	Alwaried, et al. (37)	اثربخش گزارش شد، با این حال چون در این مطالعه زمان استفاده به درستی مشخص نشده شاید نتوان به درستی در .این مورد قضاوت کرد
هیدروژن پراکساید	۱۰ ماه	٪۳	باکتری (استافیلوکوک اورئوس، سودوموناس آئروژینوزا)	۳	CFU/ml^-1	مداخله‌ای	DUWL وin vitro	ایتالیا	2018	Ditommaso S, et al. (36)	در این مطالعه از هیدروژن پروکساید در درمان شوک استفاده شد. و ضدعفونی مداوم انجام شد. ICXتوسط قرص نشان داد که مصرف مداوم در حفظ تعداد کم ICX باکتری‌های هتروتروف در آب خروجی دستگاه‌های دندان‌پزشکی مؤثر نیست و ممکن درمان شوک در فواصل زمانی کوتاه‌تر و نه یک ماهه نیاز باشد.
هیدروژن پراکساید	حدود ۴ هفته	٪۶-۳	باکتری (لژیونلا، گونه‌های سودوموناس)	۱۹	LOG CFU/mL	مداخله‌ای	DUWL	ایتالیا	2020	Tuvo B, et al.(۳۸)	شوک درمانی با هیدروژن پروکساید ۳ درصد اثرات کنترلی محدودی را نشان داد. P. در حالی که aeruginosa پس از ضدعفونی با شوک سوم محلول ۴ درصد هیدروژن پروکساید و سورفکتانت های زیست تخریب .پذیر ریشه کن شد

جدول ۲. اطلاعات مقالات بررسی شده مرتبط با هیپو کلریت سدیم

ماده ضدعفونی کننده	زمان	غلظت	نوع آلودگی میکروبی	تعداد نمونه	واحد	نوع مطالعه	محل بررسی نمونه	کشور	سال	نویسنده	نتیجه
NaOCl	روز ششم و پانزدهم	٪۱۰	باکتری	۱۱	CFU/cm2	مداخله‌ای	DUWLs	آمریکا	۱۹۹۹	Meiller et al. (39)	حتی با درمان دوره‌ای اثر این ماده کافی نیست و نگران‌کننده است.
NaOCl	-	-	باکتری	۱۰	-	-	-	-	۱۹۹۹	Karpay et al. (40)	با توجه به روش و غلظت و نوع ماده استفاده شده، به میزان آلودگی زیر ۲۰۰ CFU/mL دست یافتند.
Alpron BRS Solution	هفته ۸-۶	۲-۱ ، ۷۰	تعداد کل باکتری‌های زنده (TVCs)، سودوموناس آئروژینوزا	۳۷	log CFU · ml^-1	مداخله‌ای	DUWLs	اتحادیه اروپا (دانمارک ،آلمان، یونان ،ایرلند ، هلند ،اسپانیا ،و بریتانیا)	۲۰۰۶	Schel, et al. (30)	کاهش قابل توجه بیوفیلم در صورت استفاده مداوم به مدت ۸ هفته
NaOCl	۴۸ ساعت	۱	باکتری	۱	CFU/cm^2	مداخله‌ای	DUWLs	پاکستان (لاهور)	۲۰۰۸	Liaqat and Sabri (۳۱)	اثربخش بودن ماده توصیه به استفاده از هیپوکلرات سدیم

جدول ۳. اطلاعات مقالات بررسی شده مرتبط با کلرین دی اکساید

ماده ضد عفونی کننده	زمان	غلظت	نوع آلودگی میکروبی	تعداد نمونه	واحد	نوع مطالعه	محل بررسی نمونه	کشور	سال	نویسنده	نتیجه
ClO2	-	۵۰ppm	باکتری	۷	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	انگلستان	۲۰۰۱	Smith, et al. (41)	بصورت کلی حاکی از اثرات کاهنده ولی ناکافی این ماده در طولانی مدت بود.
ClO2	۱۵ هفته	–	باکتری	۳	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	آمریکا	۲۰۰۳	Porteous and Cooley (۴۲)	در گروه مداخله برخلاف گروه کنترل گونه‌های قارچی یافت شد. درصورت استفاده از ضدعفونی کننده‌ها، تغییر فلور نرمال در لوله‌ها اتفاق میفتد و رشد قارچ‌ها افزایش می‌یابد.
Freshly mixed ClO2 Buffered ClO2	۱۱ روز	–	باکتری	۱۶	CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	آمریکا	۲۰۰۳	Wirthlin, et al. (27)	هردو نوع مؤثر بودند و استفاده از آنها پیشنهاد شد buffered-ولی مزایای بیشتر chlorinedioxide بود.
ClO2	۳ ماه	٪۰,۲۲	باکتری	۵	log 10 CFU/mL	مداخله‌ای	DUWLs	ایتالیا	۲۰۱۴	Dallolio J, et al. (23)	-توصیه به استفاده از این ماده-توصیه به استفاده مداوم و نه متناوب، از این ماده
ClO2	–	–	استاف اورئوس، انتروکوک فکالیس، استاف موتانس	۲۷	CFU/mL	In vitro	DUWL	آفریقای جنوبی	۲۰۱۶	Patel et al. (43)	- توصیه به استفاده از این ماده

جدول ۴. اطلاعات مقالات بررسی شده مرتبط با کلرهگزیدین

ماده ضدعفونی کننده	نویسنده	سال	کشور	محل بررسی نمونه	نوع مطالعه	واحد	تعداد نمونه	نوع آلودگی میکروبی	غلظت	زمان	نتیجه
کلرهگزیدین	Epstein, et al. (۴۴)	۲۰۰۲	کانادا	DUWLs بیمارستانی	مداخله‌ای	CFU/ml	۳ تا یونیت همراهبا ۱۱ تاDUWL	باکتری	۲	۸ هفته	در این مطالعه اثرات مثبت این ماده ضدعفونی‌کننده بیان شده است. به علت نبود گروه کنترل ممکن است نتایج قابل استناد نباشند.
BioBlue	Schel, et al. (۳۰)	۲۰۰۶	اتحادیه اروپا (دانمار ک، آلمان.	DUWLs	مداخله‌ای	log CFU · ml^-1	۲۶	تعداد کل باکتری‌های زنده (TVCsو) سودوموناس آئروژینوزا	۰,۱۲	۸-۶ هفته	در صورت استفاده مداوم مؤثر بود.

			یونان، ایرلند، هلند، اسپانیا و بریتانیا)								
کلرهگزیدین	Liaqat and Sabri (۳۱)	۲۰۰۸	پاکستان (لاهور)	DUWLs	مداخله‌ای	CFU/cm^2	۱	باکتری	۰،۲	۴۸ ساعت	در بین مواد بررسی شده در این مطالعه، کلرهگزیدین یکی از موثرترین ها گزارش شد. این ماده در از بین بردن باکتری‌های پلاکتونیک مؤثر است اما بر بیوفیلم خیر.
کلرهگزیدین	Mungara, et al. (۴۵)	۲۰۱۳	هندوستان	DUWLs	مداخله‌ای	CFU/cm	۴۰	باکتری	٪۰،۲۰	۳، ۵ و ۷ روز	استفاده روزانه از این ماده به همراه استفاده از پوویدین‌یودین بصورت ۳ روز یکبار را توصیه کرده است.
کلرهگزیدین	Pawar, et al. (۳۲)	۲۰۱۶	هندوستان	DUWLs	مداخله‌ای	CFU/mL	۵	باکتری	متفاوت	۴ هفته	در غلظت ۰/۱۲ درصد و به مدت ۴ هفته اثر آنتی باکتریال قوی دارد و به استاندارد CDC و ADA می‌رسد.

یافته‌ها

نتایج مطالعات بر اساس استاندارد انجمن دندانپزشکی آمریکا (ADA) با میزان باکتریهای هوازی هتروتروف حداکثر ۲۰۰ CFU/ml، رهنمود مرکز کنترل و پیشگیری بیماریهای آمریکا (CDC) با میزان باکتریهای هتروتروف حداکثر ۵۰۰ CFU/ml، استاندارد آب خروجی از یونیت مربوط به کشور مد نظر و استاندارد اتحادیه اروپا با میزان باکتری هتروتروف حداکثر ۱۰۰CFU/ml مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. از چهار ماده مورد بررسی، ۶۳ درصد مقالات مربوط به هیدروژن پرکساید، ۱۳ درصد کلرین دی اکساید، ۱۳ درصد کلر هگزیدین و ۱۱ درصد سدیم هیپوکلریت بودند. در بین ۲۴ مطالعه‌ی مربوط به هیدروژن پروکساید،۱۲ مطالعه استفاده از آن را در غلظتهای مختلف، فواصل گوناگون و روش‌های خاصی مؤثر بر آلودگیهای میکروبی یافتند. ۱۰ مطالعه استفاده از این ماده را برای ضدعفونی DUWL ها توصیه نکردند.۲ مقاله به صورت مقایسه‌ای هیدروژن پروکساید را مؤثرتر از الکل یا کم اثرتر از ستیل پرینیدیم کلرید دانستند. در بین این مطالعات ۸ مقاله اثربخشی موادی بر پایه‌ی هیدروژن پروکساید مانند اکسیژنال، دنتوسپت، سانوسیل و... را بررسی کرده بودند.۴ مطالعه استفاده از هیدروژن پروکساید را توسط سیستم‌های تمیزکننده (نظیر Planmeca، BIOSTER و ...) مؤثر یافتند. در ۲ پژوهش اثربخشی هیدروژن پروکساید در شرایط آزمایشگاهی و در ۷ مطالعه اثربخشی هیدروژن پروکساید در ترکیب با نقره ارزیابی شده بود. اطلاعات و نتایج مربوط به این مقالات در جدول ۱ ضمیمه آورده شده است.

۴ مطالعه اثر هیپوکلریت سدیم را بر آلودگی‌های میکروبی DUWL بررسی کرده بودند که ۳ مطالعه هیپوکلریت سدیم را مؤثر بر آلودگی‌های میکروبی DUWL یافتند و توصیه به استفاده آن داشتند، که در یکی از آنها علاوه بر توصیه به استفاده از هیپوکلریت سدیم به تنهایی، توصیه به استفاده ترکیبی آن با فنل شده بود. در یک مطالعه دیگر اثر این ماده ناکافی و نگران کننده بیان شده بود. اطلاعات و نتایج مربوط به این مقالات در جدول ۲ ضمیمه آورده شده است.

اثربخشی کلرین دی اکساید در ۵ مقاله مورد ارزیابی قرار گرفته بود که از بین آنها ۳ مطالعه توصیه به استفاده از این ماده بعنوان ضدعفونی کننده DUWL ها کرده بودند. نتایج یک مطالعه حاکی از اثرات ناکافی این ماده در ضدعفونی DUWL بود. پژوهش دیگر نشان داد که در گروه مداخله برخلاف گروه کنترل، رشد قارچی اتفاق افتاد و اذعان داشتند استفاده از مواد ضدعفونی کننده باعث تغیر در فلورنرمال DUWLها خواهد شد. اطلاعات و نتایج مربوط به این مقالات در جدول ۳ ضمیمه آورده شده است.

نتایج ۵ مطالعه، در مورد اثربخشی کلرهگزیدین بر آلودگیهای میکروبی DUWLبود. در این بین ۳ مطالعه آن را اثربخش یافتند که در یکی از آنها با تأکید بر استفاده مداوم از آن، اثربخشی این ماده را تأیید کردند. یک مطالعه نیز اثر ضدمیکروبی آن را بر ذرات پلانکتونیک گزارش کردند ولی این ماده را بر بیوفیلم ها اثربخش نیافتند .یک مطالعه نیز استفاده‌ی روزانه از کلرهگزیدین را به همراه پوویدین یودین هر سه روز یک بار مؤثر یافتند. اطلاعات و نتایج مربوط به این مقالات در جدول ۴ ضمیمه آورده شده است.

بحث

در بررسی‌هایی که از مطالعات دردسترس و مرتبط با چهار ماده مورد نظر این مطالعه انجام شد، می‌توان به این نتیجه رسید که با افزایش غلظت و استفاده مداوم اثربخشی مواد ضدعفونی کننده بیشتر است. در این میان فاکتورهایی دخیل هستند که باعث کاهش اثر یا بی تأثیر شدن مواد ضدعفونی کننده در DUWL ها می‌شوند. به طور مثال سن یونیت‌ها و میزان بیوفیلمی که در آنها تشکیل و تثبیت شده است بر میزان کارایی مواد ضدعفونی کننده مؤثر است. در این مرور نظام مند، از ۲۴ مطالعه مرتبط با اثربخشی هیدروژن پروکساید، نتایج ۱۲ مطالعه حاکی از اثربخش بودن این ماده و ۱۰ مطالعه استفاده از آن را توصیه نکردند. تفاوت نتایج این مقالات می‌تواند به علت خواص این ماده باشد. اثربخشی پراکسید هیدروژن چند عاملی است و بستگی به غلظت، pH، دما، زمان واکنش و استفاده در ترکیب با عوامل فیزیکی دارد علاوه بر این به عوامل دیگری نیز بستگی دارد مانند: غلظت باکتری/ویروس، گونه‌های میکروبی مورد بررسی و فاز بیولوژیکی آنها به عنوان مثال، وضعیت هاگ یا رویشی و وجود مواد آلی. ماهیت سطوحی که قرار است ضدعفونی شود وجود منافذ، ریز ترک‌ها و خواص ژنتیکی باکتری‌ها نیز نقش عمده‌ای در کارایی هر ضد عفونی کننده‌ای دارند. Filippi و همکاران (۲۰۰۰) در سوییس، هیدروژن پروکساید و نقره را درغلظت ۳۰-۵۰ mg/l برای ضدعفونی DUWL در هشت یونیت استفاده کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که این ماده در لوله‌های بسیار آلوده،

اثربخشی ندارد (۲۴). همچنین Larsen و همکاران در دانمارک (۲۰۰۳) پس از استفاده از این ماده به مدت ۶ هفته نتیجه گرفتند که مصرف روزانه و طولانی مدت از این ماده قادر به حفظ کیفیت مناسب آب در DUWL یونیت‌های قدیمی نیست (۴۶). در مقابل Lin SM و همکاران سال ۲۰۱۱ در آمریکا، به منظور حذف بیوفیلم بسیار تثبیت شده در DUWL توسط این ماده، بیش از دو ماه استفاده‌ی مداوم از این ماده را همراه با شوک اولیه پیشنهاد کردند (۳۳). علاوه بر این طبق مطالعه‌ی A Kramer و همکاران سال ۲۰۱۲ در آلمان، در یونیت‌های دندانپزشکی هرچقدر میزان رکود آب در DUWL ها بیشتر باشد، میزان تشکیل بیوفیلم نیز بیشتر و شدیدتر است و این ماده ممکن است مؤثر نباشد و به زمان بیشتری برای اثربخشی نیاز داشته باشد (۳۴). تعدادی از مطالعات استفاده از این ماده به همراه سیستم‌های پاک کننده را اثربخش‌تر می‌دانستند. در مطالعاتی که هیدروژن پروکساید در ترکیب با ماده دیگری مثل نقره و یا توسط سیستمهای ضدعفونی کننده، مورد بررسی قرار گرفته بود نتایج بهتری را نشان داد.

کلرهگزیدین شناخته شده ترین دهانشویه با بار کاتیونی قوی است و دارای طیف وسیعی از فعالیت ضد باکتریایی است. در این مرور نظام مند، در هر ۵ مطالعه‌ای که بررسی شد، اثرات مثبت این ماده ضدعفونی کننده را بیان کردند، که در یکی از آنها اثربخشی این ماده در ترکیب با اتانول و در صورت استفاده مداوم بود. در یک مطالعه این ماده را علی رغم مؤثر بودن بر ذرات پلانکتونیک، بر بیوفیلم مؤثر نیافتند، که ممکن است به علت غلظت ناکافی و یا تثبیت بسیار زیاد بیوفیلم در داخل DUWLباشد که زمان بیشتری برای ضدعفونی نیاز بوده است. در مطالعه‌ای دیگر استفاده روزانه کلرهگزیدین را در ترکیب با استفاده سه روز یکبار از پوویدین یودین اثربخش یافتند. دی اکسید کلر به عنوان جایگزینی برای کلر، به طور گسترده در تصفیه آب استفاده شده است . همچنین به طور موفقیت آمیزی برای کنترل لژیونلا در منابع آب بیمارستانی استفاده شده است. کلر آزاد و دی اکسید کلر ممکن است در تمام قسمت‌های یک بیوفیلم نفوذ نکنند. از ۵ مطالعه مورد بررسی در این مرور نظام مند، یک مطالعه که در آن AJ Smith و همکاران (۴۱) اثرات دی اکسید کلر را با غلظت ۵۰ ppm به چهار شیوه مختلف بسته به زمان شتشو با این ماده و زمان خیساندن بعد از آن در ۷ واحد دندانپزشکی و در دو دمای ۲۲ درجه و ۳۷ درجه به منظور تولید آب با کیفیت آشامیدنی بررسی کرده بودند که در هر ۴ روش آب با کیفیت مورد نظر را فراهم نکردند و نتایج به صورت کلی حاکی از اثرات ناکافی این ماده در ضدعفونی واحدهای دنداپزشکی بود که می‌تواند به این علت باشد که در این مطالعه تصفیه مداوم و طولانی مدت نبود و در هر ۴ روش، نمونه‌ها بعد از ۴۸ ساعت گرفته شدند هیپوکلریت سدیم با وجود افزایش دسترسی به سایر ضدعفونی کننده‌ها، پرمصرف‌ترین ضدعفونی کننده در صنایع غذایی است. هیپوکلریت سدیم به عنوان یک ضدعفونی کننده ایده آل نیازهای بسیاری را برآورده می‌کند و علاوه بر این دارای خاصیت پاک کنندگی عالی است. اثربخشی هیپوکلریت سدیم در فرآیندهای پاکسازی و ضد عفونی به غلظت کلر موجود و pH محلول بستگی دارد. در این مرور نظام مند ۴ مطالعه در رابطه با این ماده در دسترس بود که در ۳ تا از آنها این ماده را مؤثر بر آلودگی میکروبی DUWL یافتند. این ماده ممکن است با لایه سطحی بیوفیلم واکنش داده و خاصیت نفوذپذیری خود را از دست بدهد. یکی از محصولات جانبی این واکنش ماده سرطانزای تری هالومتان است و در آب خروجی از DUWL یافت شده است (۴۷). در یکی از مطالعاتی که آن را مؤثر دانستند، این ماده قبل از استفاده مجدداً کلرینه شده بود و در مطالعه دیگر این ماده همراه با سیتریک اسید استفاده شده بود وهمچنین در پژوهش دیگر علاوه بر توصیه به استفاده از این ماده به صورت تک، استفاده از این ماده به همراه فنول را نیز توصیه کرده بود (۴۸-۵۰).

نتیجه گیری

ناهمگنی بین فاکتورهایی که در مطالعات در نظر گرفته می‌شوند مانند زمان و فواصل استفاده از ماده، غلظت ماده، مدت زمان تشکیل بیوفیلم پاکسازی نشده نشان از میزان تثبیت و مقاومت بیوفیلم دارد. میزان استفاده از یونیت‌ها در طول روز و درنتیجه‌ی آن میزان شکل گیری بیوفیلم در DUWL آن‌ها، سن یونیت‌ها، استفاده یا عدم استفاده از سیستم‌های کمک کننده به پاکسازی، استفاده مد اوم یا دوره‌ای و بررسی در محیط آزمایشگاهی یا بر روی لوله‌های خود یونیت، همگی باعث تفاوت در نتایج و هتروژن بودن داده‌ها شده است .به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت تمامی مواد ضدعفونی کننده می‌توانند اثربخش باشند در صورتی که با غلظت مناسب و به صورت مداوم با روش درست و ترجیحاً با سیستم‌های شست و شو استفاده شوند. با بررسی‌های میکروبی‌ای که تاکنون بر روی بیوفیلم های موجود در DUWL انجام شده است، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مواد به صورت ترکیبی و مداوم برای مقابله با تمامی طیف میکروبی موجود در بیوفیلم ضروری است. از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به گستردگی مواد ضدعفونی کننده مورد استفاده با نام های تجاری مختلف، عدم دسترسی به متن کامل بعضی از مطالعات و عدم گزارش اطلاعات کافی نظیر غلظت ماده ضدعفونی کننده یا زمان دقیق استفاده از آن اشاره کرد. در نهایت لازم به ذکر است که مطالعات بیشتری باید در این حوزه انجام شود و بیشتر مداخلات با ترکیبی از مواد ضدعفونی کننده باشد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه با کد اخلاق IR.ARAKMU.REC.1399.347 به تصویب کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اراک رسیده‌است.

حامی مالی

این مقاله بر گرفته از طرح تحقیقاتی تأیید شده در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک (کد: ۶۳۰۵) می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از حمایت‌های معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک تقدیر و تشکر می‌شود.

تضاد منافع

نویسندگان تصریح می‌کنند که تضاد منافعی برای پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Stanley HR. Pulpal response to dental techniques and materials. *Dent Clin North Am*. 1971;**15**(1):115-126. **pmid:** 4923229
2. Langeland K. Prevention of pulpal damage. *Dent Clin North Am*. 1972;**16**(4):709-732. **pmid:** 4560186
3. Siegel SC, von Fraunhofer JA. The effect of handpiece spray patterns on cutting efficiency. *J Am Dent Assoc*. 2002;**133**(2):184-188. **doi:** 10.14219/jada.archive.2002.0142 **pmid:** 11871401
4. Coleman DC, O'Donnell MJ, Shore AC, Swan J, Russell RJ. The role of manufacturers in reducing biofilms in dental chair waterlines. *J Dent*. 2007;**35**(9):701-711. **doi:** 10.1016/j.jdent.2007.05.003 **pmid:** 17576035
5. Ireland R. Clinical textbook of dental hygiene and therapy: Blackwell Munksgaard2006.
6. Walker JT, Marsh PD. Microbial biofilm formation in DUWS and their control using disinfectants. *J Dent*. 2007;**35**(9):721-730. **doi:** 10.1016/j.jdent.2007.07.005 **pmid:** 17714847
7. Pankhurst CL. Risk assessment of dental unit waterline contamination. *Prim Dent Care*. 2003;**10**(1):5-10. **doi:** 10.1308/135576103322504030 **pmid:** 12621854
8. Ho SW, Lue KH, Ku MS. Allergic rhinitis, rather than asthma, might be associated with dental caries, periodontitis, and other oral diseases in adults. *PeerJ*. 2019;**7**:e7643. **doi:** 10.7717/peerj.7643 **pmid:** 31565570
9. Polednik BJB. Environment. Exposure of staff to aerosols and bioaerosols in a dental office. 2021;**187**:107388. **doi:** 10.1016/j.buildenv.2020.107388
10. Lizzadro J, Mazzotta M, Girolamini L, Dormi A, Pellati T, Cristino S. Comparison between Two Types of Dental Unit Waterlines: How Evaluation of Microbiological Contamination Can Support Risk Containment. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;**16**(3). **doi:** 10.3390/ijerph16030328 **pmid:** 30682855
11. Szymańska J. Control methods of the microbial water quality in dental unit waterlines. *Ann Agric Environ Med*. 2003;**10**:1-4.
12. Mills SE. The dental unit waterline controversy: defusing the myths, defining the solutions. *J Am Dent Assoc*. 2000;**131**(10):1427-1441. **doi:** 10.14219/jada.archive.2000.0054 **pmid:** 11042982
13. Ajami B, Ghazvini K, Movahhed T, Ariaee N, Shakeri M, Makarem S. Contamination of a dental unit water line system by legionella pneumophila in the mashhad school of dentistry in 2009. *Iran Red Crescent Med J*. 2012;**14**(6):376.
14. Oleiwi R. Bacterial contamination of dental unity water lines (DUWL) in Baghdad city. *IOSR J Dent Med Sci*. 2017;**16**:47-50.
15. Fotedar S, Ganju S. Microbial contamination of dental unit water lines in HP Government Dental College, Shimla. *Saudi J Dental Res*. 2015;**6**(2):129-132. **doi:** 10.1016/j.sjdr.2014.11.002
16. O'Donnell MJ, Boyle MA, Russell RJ, Coleman DC. Management of dental unit waterline biofilms in the 21st century. *Future Microbiol*. 2011;**6**(10):1209-1226. **doi:** 10.2217/fmb.11.104 **pmid:** 22004039
17. Garg SK, Mittal S, Kaur P. Dental unit waterline management: historical perspectives and current trends. *J Investig Clin Dent*. 2012;**3**(4):247-252. **doi:** 10.1111/j.2041-1626.2012.00135.x **pmid:** 22927105
18. Coan LL, Hughes EA, Hudson JC, Palenik CJ. Sampling water from chemically cleaned dental units with detachable power scalers. *America Dental Hygien Associat*. 2007;**81**(4):80.
19. Zhang W, Onyango O, Lin Z, Lee SS, Li Y. Evaluation of Sterilox for controlling microbial biofilm contamination of dental water. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995). 2007;**28**(11):586-588.
20. Montebugnoli L, Dolci G, Spratt D, Puttaiah R. Failure of anti-retraction valves and the procedure for between patient flushing: a rationale for chemical control of dental unit waterline contamination. *America J Dentist*. 2005;**18**(4):270-274.
21. Lin SM, Svoboda KK, Giletto A, Seibert J, Puttaiah R. Effects of hydrogen peroxide on dental unit biofilms and treatment water contamination. *Europe J Dentist*. 2011;**5**(1):47. **doi:** 10.1055/s-0039-1698858
22. Kadaifciler DG, Cotuk A. Microbial contamination of dental unit waterlines and effect on quality of indoor air. *Environ Monit Assess*. 2014;**186**(6):3431-3444. **doi:** 10.1007/s10661-014-3628-6 **pmid:** 24469014
23. Dallolio L, Scuderi A, Rini MS, Valente S, Farruggia P, Sabattini MA, et al. Effect of different disinfection protocols on microbial and biofilm contamination of dental unit waterlines in community dental practices. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;**11**(2):2064-2076. **doi:** 10.3390/ijerph110202064 **pmid:** 24552789
24. Filippi A. The Disinfecting Action of Ozonated Water and of Hydrogen Peroxide/Silver Ions In Vitro. *Ozone Sci Engineer*. 2000;**22**(4):441-445. **doi:** 10.1080/01919510009408786
25. Linger JB, Molinari JA, Forbes WC, Farthing CF, Winget WJ. Evaluation of a hydrogen peroxide disinfectant for dental unit waterlines. *J Am Dent Assoc*. 2001;**132**(9):1287-1291. **doi:** 10.14219/jada.archive.2001.0374 **pmid:** 11665356
26. Tuttlebee CM, O'Donnell MJ, Keane CT, Russell RJ, Sullivan DJ, Falkiner F, et al. Effective control of dental chair unit waterline biofilm and marked reduction of bacterial contamination of output water using two peroxide-based disinfectants. *J Hosp Infect*. 2002;**52**(3):192-205. **doi:** 10.1053/jhin.2002.1282 **pmid:** 12419272
27. Wirthlin MR, Marshall GW, Jr., Rowland RW. Formation and decontamination of biofilms in dental unit waterlines. *J Periodontol*. 2003;**74**(11):1595-1609. **doi:** 10.1902/jop.2003.74.11.1595 **pmid:** 14682656
28. Zanetti F, De Luca G, Tarlazzi P, Stampi S. Decontamination of dental unit water systems with hydrogen peroxide. *Lett Appl Microbiol*. 2003;**37**(3):201-206. **doi:** 10.1046/j.1472-765x.2003.01378.x **pmid:** 12904220
29. O'Donnell MJ, Shore AC, Coleman DC. A novel automated waterline cleaning system that facilitates effective and consistent control of microbial biofilm contamination of dental chair unit waterlines: a one-year study. *J Dent*. 2006;**34**(9):648-661. **doi:** 10.1016/j.jdent.2005.12.006 **pmid:** 16442201
30. Schel AJ, Marsh PD, Bradshaw DJ, Finney M, Fulford MR, Frandsen E, et al. Comparison of the efficacies of disinfectants to control microbial contamination in dental unit water systems in general dental practices across the European Union. *Appl Environ Microbiol*. 2006;**72**(2):1380-1387. **doi:** 10.1128/AEM.72.2.1380-1387.2006 **pmid:** 16461690
31. Liaqat I, Sabri AN. Effect of biocides on biofilm bacteria from dental unit water lines. *Curr Microbiol*. 2008;**56**(6):619-624. **doi:** 10.1007/s00284-008-9136-6 **pmid:** 18322732
32. Orru G, Del Nero S, Tuveri E, Laura Ciusa M, Pilia F, Erriu M, et al. Evaluation of antimicrobial-antibiofilm activity of a hydrogen peroxide decontaminating system used in dental unit water lines. *Open Dent J*. 2010;**4**:140-146. **doi:** 10.2174/1874210601004010140 **pmid:** 21113279
33. Lina SM, Svobodab KH, Gilettoc A, Seibertd J, Puttaiah R. Effects of Hydrogen Peroxide on Dental Unit Biofilms and Treatment Water Contamination. *Europe J Dentist*. 2011;**5**:47-59.
34. Kramer A, Koburger T, Taube LD, Menzel M, Meyer G, Assadian O. Evaluation of the PotoClean(®) decontamination technology for reprocessing of water supply lines in dental units during routine work. *GMS Krankenhhyg Interd*. 2012;**7**(1).
35. Costa D, Girardot M, Bertaux J, Verdon J, Imbert C. Efficacy of dental unit waterlines disinfectants on a polymicrobial biofilm. *Water Res*. 2016;**91**:38-44. **doi:** 10.1016/j.watres.2015.12.053 **pmid:** 26773487
36. Ditommaso S, Giacomuzzi M, Ricciardi E, Zotti CM. Efficacy of a Low Dose of Hydrogen Peroxide (Peroxy Ag(+)) for Continuous Treatment of Dental Unit Water Lines: Challenge Test with Legionella pneumophila Serogroup 1 in a Simulated Dental Unit Waterline. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;**13**(5). **doi:** 10.3390/ijerph13070745 **pmid:** 27455299
37. Alwarid RJ, Mohammed E, Wehab W. Study the Effects of Two Types of Microbial Disinfectants on Contamination of Dental Unit Water Lines. *Res J Pharmac Technol*. 2018;**11**(2):604-607. **doi:** 10.5958/0974-360X.2018.00111.7
38. Tuvo B, Totaro M, Cristina ML, Spagnolo AM, Di Cave D, Profeti S, et al. Prevention and Control of Legionella and

Pseudomonas spp. Colonization in Dental Units. *Pathogens*. 2020;**9**(4). **doi:** 10.3390/pathogens9040305 **pmid:** 32326140
39. Meiller TF, Depaola LG, Kelley JI, Baqui AA, Turng BF, Falkler WA. Dental unit waterlines: biofilms, disinfection and recurrence. *J Am Dent Assoc*. 1999;**130**(1):65-72. **doi:** 10.14219/jada.archive.1999.0030 **pmid:** 9919033
40. Karpay RI, Plamondon TJ, Mills SE, Dove SB. Combining periodic and continuous sodium hypochlorite treatment to control biofilms in dental unit water systems. *J Am Dent Assoc*. 1999;**130**(7):957-965. **doi:** 10.14219/jada.archive.1999.0336 **pmid:** 10422399
41. Smith AJ, Bagg J, Hood J. Use of chlorine dioxide to disinfect dental unit waterlines. *J Hosp Infect*. 2001;**49**(4):285-288. **doi:** 10.1053/jhin.2001.1085 **pmid:** 11740878
42. Porteous NB, Cooley RL. Reduction of bacterial levels in dental unit waterlines. *Quintessence Int*. 2004;**35**(8):630-634.
43. Patel M, Desai J, Owen PC. The efficacy of disinfectants in the decontamination of dental unit water lines: an in vitro laboratory study. *BDJ Open*. 2016;**2**:16003. **doi:** 10.1038/bdjopen.2016.3 **pmid:** 29607064
44. Epstein JB, Dawson JR, Buivids IA, Wong B, Le ND. The effect of a disinfectant/coolant irrigant on microbes isolated from dental unit water lines. *Spec Care Dentist*. 2002;**22**(4):137-141. **doi:** 10.1111/j.1754-4505.2002.tb01177.x **pmid:** 12449456
45. Mungara J, Dilna NC, Joseph E, Reddy N. Evaluation of microbial profile in dental unit waterlines and assessment of antimicrobial efficacy of two treating agents. *J Clin Pediatr Dent*. 2013;**37**(4):367-371. **doi:** 10.17796/jcpd.37.4.l6851n9g01223450 **pmid:** 24046983
46. Larsen T, Fiehn NE. The effect of Sterilex Ultra for disinfection of dental unit waterlines. *Int Dent J*. 2003;**53**(4):249-254. **doi:** 10.1111/j.1875-595x.2003.tb00753.x **pmid:** 12953894
47. Correia-Sousa J, Tabaio AM, Silva A, Pereira T, Sampaio-Maia B, Vasconcelos MJRPdE. Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial. The effect of water and sodium hypochlorite disinfection on alginate impressions. 2013;**54**(1):8-12. **doi:** 10.1016/j.rpemd.2012.12.003
48. Fukuzaki S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Sci*. 2006;**11**(4):147-157. **doi:** 10.4265/bio.11.147 **pmid:** 17190269
49. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J*. 2008;**58**(6):329-341. **doi:** 10.1111/j.1875-595x.2008.tb00354.x **pmid:** 19145794
50. Pereira SS, Oliveira HM, Turrini RN, Lacerda RA. [Disinfection with sodium hypochlorite in hospital environmental surfaces in the reduction of contamination and infection prevention: a systematic review]. *Rev Esc Enferm USP*. 2015;**49**(4):681-688. **doi:** 10.1590/S0080-623420150000400020 **pmid:** 26353107