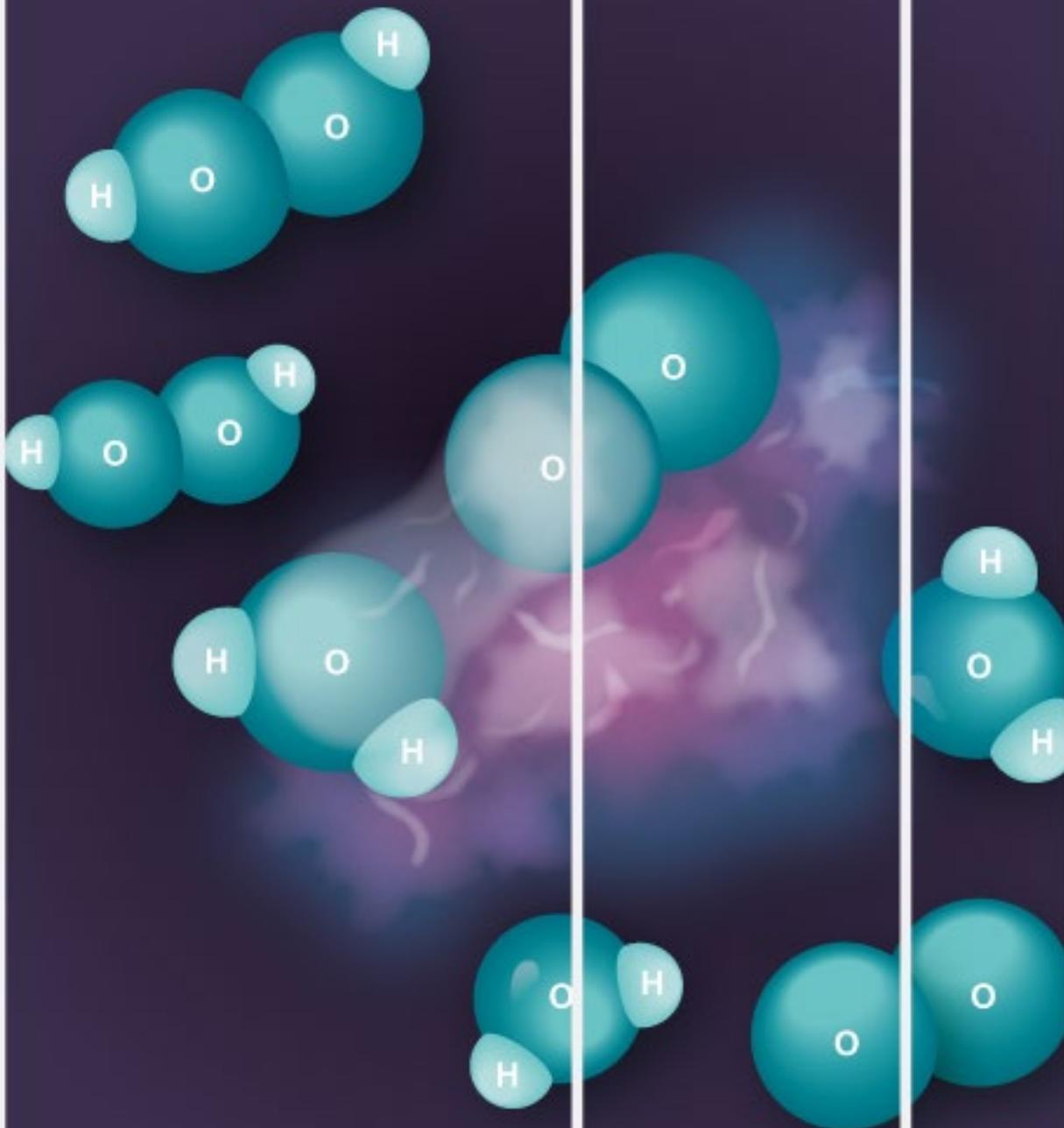


Schutz von Anwendern, Patienten und der Umwelt

ASP Advanced
Sterilization
Products

Zusammenfassung der Risiken und Belastungen häufig
verwendeter Sterilisationsmodalitäten



Schutz von Anwendern, Patienten und der Umwelt

Risiken und Belastungen im Zusammenhang mit häufig verwendeten Sterilisationsmodalitäten

Die Sterilisation bietet den größten Sicherheitsspielraum für die Aufbereitung von Medizinprodukten, doch herkömmliche Hochtemperaturverfahren wie Dampf sind nicht für alle Geräte geeignet. Die Materialien, aus denen moderne chirurgische Instrumente hergestellt sind, und ihr komplexes Design erfordern die Verwendung von Niedertemperatur-Sterilisation (LTS), um die Integrität des Geräts zu erhalten. Zu den häufig verwendeten LTS-Modalitäten gehören Ethylenoxid (EtO), Formaldehydgas (FO) und Wasserstoffperoxid (H₂O₂). Sie sind jedoch jeweils mit potenziellen Gefahren für Anwender, Patienten und die Umwelt verbunden.

EtO, FO und H₂O₂ sowie deren Rückstände gehen mit akuten und langfristigen Toxizitäten¹⁻³ einher, während die beiden erstgenannten Sterilisationsmittel von der Weltgesundheitsorganisation (WHO)^{4,5} sogar als krebserregend eingestuft werden, wodurch Personal und Patienten einem vermeidbaren Gesundheitsrisiko ausgesetzt sind. Viele Länder haben die Gefahr von EtO und FO erkannt und strenge Vorschriften für ihre Verwendung erlassen – zur Begrenzung der Exposition gegenüber Personal, Patienten und der Umwelt – , die von Sterilisationseinrichtungen einzuhalten sind.⁶⁻¹⁰ Die Verwendung von EtO und FO ist seit Beginn des Jahrhunderts rapide zurückgegangen und in einigen Märkten aufgrund dieser Vorschriften vollständig eingestellt worden.¹¹

Wo sie noch verwendet werden, müssen verschiedene Vorsichtsmaßnahmen wie die Verwendung von Luftüberwachungsgeräten, Alarmanlagen und Sicherheitseinrichtungen durch Sterilisationseinrichtungen getroffen werden. Solche Maßnahmen sind mit erheblichen finanziellen Belastungen verbunden, die sowohl direkt durch Infrastruktur-, Ausrüstungs- und Schulungskosten als auch indirekt durch negative Auswirkungen auf die Effizienz entstehen. So dauert die Aufbereitung mit EtO z.B. in der Regel 16-17 Stunden, die Aufbereitung mit FO ca. 3 Stunden, ein Großteil dieser Zeit wird für die Belüftung der Instrumente zur Entfernung toxischer Rückstände benötigt.¹² Dies wiederum beeinflusst den Instrumentendurchsatz und erfordert eine große Anzahl von Instrumentensätzen, die in den Lagerbeständen der Krankenhäuser aufbewahrt werden müssen, was ebenfalls teuer ist.¹³

Für einige Sterilisationsverfahren wie Dampf und EtO wurde ebenfalls eine schädigende Wirkung auf chirurgische Geräte nachgewiesen, was ihre Reparatur oder ihren Ersatz erforderlich macht und Patienten dem Risiko weiterer Schäden aussetzt.^{14,15} Dampf und EtO sind auch mit einem erheblichen Energie- und Wasserverbrauch verbunden, der erhebliche Kosten verursacht und die natürlichen Ressourcen zusätzlich belastet.^{16,17}

Anwender schützen

Die Exposition gegenüber EtO, FO und H₂O₂ sowie deren Nebenprodukten birgt akute und chronische Gesundheitsrisiken, die eine Gefahr für die Sicherheit des Anwenders darstellen (Tabelle).

➡ Eine akute Exposition gegenüber EtO kann zu Erbrechen und Bronchitis infolge von Reizungen des Gastrointestinalsystems bzw. der Lunge und neurologischen Erkrankungen aufgrund einer Depression des Zentralnervensystems führen.¹ Langfristige, wiederholte Exposition ist nachweislich mit Fortpflanzungsstörungen, Katarakten und neurologischen Erkrankungen verbunden.¹ Darüber hinaus wird EtO von vielen Aufsichtsbehörden als krebserregend eingestuft.⁴ Von einer Kohorte von mehr als 18.000 Mitarbeitern, die EtO ausgesetzt waren, wurden erhöhte Krebsraten und Mortalität berichtet, vor allem bei Sterilisationsprozessen.¹⁸

➡ Eine akute Exposition gegenüber FO reizt Haut, Augen und Atemwege stark.² Selbst geringe Konzentrationen von FO können schnell reizen und Husten, Brustschmerzen, Kurzatmigkeit und Keuchen verursachen. Höhere Konzentrationen können zu einer schwerwiegenden Entzündung führen, die wiederum Schwellungen des Rachens und Flüssigkeitsansammlungen in der Lunge zur Folge haben können und mögliche Lungenverletzungen hervorrufen. Eine wiederholte Exposition kann bei sensibilisierten Personen schwere allergische Reaktionen hervorrufen, die sich als Asthma oder Kontaktdermatitis manifestieren.²

FO wird auch von der WHO als krebserregend eingestuft und beim Menschen ist die Exposition gegenüber FO mit einem erhöhten Risiko für Nasenkrebs verbunden.⁵

➡ H₂O₂ ist weniger toxisch als EtO und FO und gilt nicht als krebserregend, dennoch ist die Exposition gegenüber dem Sterilisationsmittel mit Gesundheitsrisiken verbunden.³ Eine akute Exposition kann zu Reizungen der oberen Atemwege, Entzündungen der Nase und Kurzatmigkeit führen. Da H₂O₂ im Körper rasch abgebaut wird, ist eine chronische Toxizität unwahrscheinlich. Eine wiederholte Exposition gegenüber H₂O₂-Dampf kann chronische Reizungen der Atemwege verursachen.

EtO, FO und H₂O₂ sind mit akuten und langfristigen Toxizitäten verbunden, die das Gesundheitsrisiko der Anwender erhöhen.

Durch EtO verursachte Explosionen haben bereits zu Todesfällen, schweren Verletzungen und Schäden an Sterilisationseinrichtungen geführt.¹⁹




Auch bei der Dampfsterilisation kann es zu Explosionen kommen, Druck und Hitze in der Kammer können schnell entweichen und möglicherweise schwere Verletzungen verursachen.²⁰

Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit EtO, FO und H₂O₂

Sterilisationsmittel	EtO	FO	H ₂ O ₂
Akute Exposition	Reizung, depressorische Wirkung auf das zentrale Nervensystem	Reizung	Reizung
Langfristige Exposition	Reproduktionsstörungen, neurologische Störungen, Katarakte	Schwere allergische Reaktionen	Chronische Reizung
Karzinogen	✓	✓	x

Maßnahmen zum Schutz von Anwendern beeinträchtigen die ZSVA und Chirurgen

Aufgrund der mit EtO und FO verbundenen Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltbedenken muss die ZSVA strenge Vorschriften einhalten.⁶⁻¹⁰ Luftüberwachung, Alarmanlagen, Sicherheitsausrüstung und spezielle Lagereinrichtungen können erforderlich sein, und das Personal, das EtO oder FO ausgesetzt ist, muss sich regelmäßigen Gesundheitskontrollen unterziehen. In den USA müssen medizinische Überwachungsunterlagen für Mitarbeiter, die EtO ausgesetzt sind, 30 Jahre aufbewahrt werden.²¹

Viele Länder wissen um die Gefahr von EtO und FO und erlassen Vorschriften zur Begrenzung der Exposition gegenüber Personal und Patienten.⁶⁻¹⁰ In vielen Ländern werden EtO und FO aufgrund dieser Vorschriften nicht verwendet.



In Frankreich darf die EtO-Sterilisation nur angewendet werden, wenn es keine geeignete Alternative gibt.⁶ In den USA dürfen Teilladungen nicht mit EtO sterilisiert werden, es sei denn, das Leitungspersonal begründet dies als medizinische Notwendigkeit.⁹



Die FO-Sterilisation wurde von der US-amerikanischen Arzneimittelbehörde FDA aufgrund ihrer toxischen Wirkung nicht zur Verwendung in Gesundheitseinrichtungen in den USA zugelassen.¹⁰

Auch wenn es Lösungen für die mit der EtO- und FO-Sterilisation verbundenen Risiken gibt, können sich diese Methoden nachteilig auf die ZSVA und Chirurgen auswirken.

Eine längere Belüftungsdauer, die zur Entfernung toxischer Rückstände nach der Sterilisation mit EtO erforderlich ist, führt zu einem niedrigen Durchsatz der Instrumente, was den Betrieb verzögern und die Nachfrage nach großen und kostspieligen Gerätebeständen erhöhen kann.¹³

Die EtO- und FO-Sterilisation macht Lüftungs- und Reinigungssysteme erforderlich, und das Personal muss umfassend geschult und regelmäßig gesundheitlich untersucht werden, was erhebliche Kosten verursacht.²²

Trotz der geringeren Toxizität von H₂O₂ im Vergleich zu EtO und FO ist es auch streng reguliert.²³ Bei der Sterilisation mit H₂O₂ muss die Ladung üblicherweise nicht vor der Handhabung belüftet werden. Trotzdem hat sich gezeigt, dass bei Sterilisatormodellen, die die Entfernung von Sterilisationsmittel und Rückständen nicht vollständig bewerkstelligen, die H₂O₂-Emissionen über dem Wert liegen, der von der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH™) als sicher eingestuft wird. 24 STERIS V-PRO™ Sterilisatoren haben momentane H₂O₂-Spitzenwerte bis zu 20 ppm auf Atemhöhe des Anwenders gemessen, was zu einer gefährlicheren Arbeitsumgebung beiträgt.²⁴

Patientenschutz

Sterilisationsmittel, einschließlich EtO, FO und H₂O₂ können trotz Belüftung toxische oder reizende Rückstände auf medizinischen Geräten hinterlassen.²⁵⁻²⁹ Durch die Exposition gegenüber diesen Sterilisationsmitteln oder ihren Nebenprodukten besteht für Patienten das Risiko schwerwiegender gesundheitlicher Komplikationen wie allergische Reaktionen, Verbrennungen und das toxische Syndrom am vorderen Augenabschnitt (TASS).²⁶

Die Konzentration von unverändertem EtO wurde auf sterilisierten Medizinprodukten gemessen.²⁵



1-2% EtO

TASS trat infolge von EtO-sterilisierten Vitrektomiepackungen auf. Bei Packungen, die nicht mit EtO sterilisiert wurden, wurden keine TASS-Fälle beobachtet.²⁶



Bei 19/893 Augen trat TASS auf

Instrumente, die durch die Sterilisation beschädigt werden, können auch Patienten gefährden. Chirurgische Geräte zeigen nach der Sterilisation mit EtO und Dampf Anzeichen von Verschleiß.^{14,15}

Bei einer Begutachtung von arthroskopischen Rasierklingen, die mit EtO sterilisiert wurden, wiesen alle wiederaufbereiteten Klingen ein gewisses Maß an Beschädigung oder Abnutzung auf.¹⁴ Darüber hinaus waren die Kanten der Gewebeschnitte, die mit EtO-sterilisierten Klingen vorgenommen wurden, rauer als bei Gewebeschnitten mit neuen Klingen. In der klinischen Praxis kann dies den Erfolg bestimmter chirurgischer Verfahren beeinträchtigen, insbesondere wenn die Lebensfähigkeit von Geweberändern für den Heilungsprozess entscheidend ist.

Bei Gewebeschnitten mit EtO-sterilisierten Klingen wurde ein höherer Prozentsatz an Unregelmäßigkeiten beobachtet.¹⁴



5,8-20,0%

vs. 3,3-7,1 % für neue Klingen

Hochtemperatur-Aufbereitungsmethoden wie z.B. Dampf beschädigen nicht nur wärme- und feuchtigkeitsempfindliche Geräte, sondern auch wärme- und feuchtigkeitsstabile Geräte im Laufe der Zeit.

Eine mikrochirurgische Schere weist nach 30 Dampfsterilisationszyklen Anzeichen einer Korrosion der Schneidfläche aus rostfreiem Stahl auf, was auf eine starke Oxidation hindeutet.¹⁵ Beschädigte Oberflächen sind weitaus anfälliger für die Bildung von Biofilm und können zu Krankenhausinfektionen (HAI) führen, wodurch Patienten einem weiteren Schadensrisiko ausgesetzt sind.³⁰

Flüssigsterilisation ist kein direkter Ersatz für die terminale Sterilisation.³¹ Auf diese Weise wiederaufbereitete Geräte müssen innerhalb kurzer Zeit verwendet werden. Andernfalls bergen sie bei Anwendung am Patienten ein Infektionsrisiko. Wenn sie nicht verwendet werden, muss die Aufbereitung wiederholt werden, was nicht nur Geld und Zeit vergeudet, sondern auch größere Bestände erforderlich macht, um die Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Es gibt einen zunehmenden Druck seitens der Operationssäle (ORs), die Verfügbarkeit medizinischer Geräte für geplante und ungeplante Verfahren aufrechtzubehalten und gleichzeitig die Patientensicherheit zu gewährleisten.³² Einige Wiederaufbereitungsmodalitäten, wie EtO und FO, sind jedoch aufgrund langer Zykluszeiten langsam im Sinne des Instrumentendurchsatzes, wobei ein Großteil der Zeit auf die Belüftung der Ladung entfällt, um toxische Rückstände zu entfernen.¹² Langwierige Durchlaufzeiten können die Operationspläne aufgrund der Nichtverfügbarkeit chirurgischer Instrumente verzögern und die Patientensicherheit beeinträchtigen.³³

Umweltschutz

Häufig verwendete LTS-Modalitäten, einschließlich H₂O₂, EtO und FO, können die Umwelt schädigen.

EtO ist ein Luftschadstoff und wird mit einem Abbau der Ozonschicht in Verbindung gebracht.^{34,35} H₂O₂ kann, nachdem es zu hochreaktiven freien Radikalen abgebaut wurde, eine toxische Wirkung auf das Meeresleben haben.³⁶ Obwohl FO leicht biologisch abbaubar ist, zerfällt es im Sonnenlicht zu Kohlenmonoxid und Ameisensäure; ersteres ist ein Treibhausgas und letztere trägt zu saurem Regen bei,³⁷ was schädliche Auswirkungen auf Pflanzen, Meerestiere und unsere Infrastruktur haben kann.³⁸

EtO- und FO-Emissionen werden streng reguliert, um ihre Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren.⁶⁻¹⁰ Sterilisationseinrichtungen müssen daher diese Vorschriften einhalten. Die Sterilisation mit EtO erfordert beispielsweise den Einsatz von Luftüberwachungsgeräten, Warnsystemen, Sicherheitseinrichtungen und speziellen Lagerräumen. Solche Maßnahmen können sich negativ auf die ZSVA und Chirurgen auswirken, wie oben beschrieben.

Einige Aufbereitungsmodalitäten wie Dampf, EtO und FO sind auch mit einem erheblichen Wasser- und Stromverbrauch verbunden, was sich wiederum auf die Umwelt auswirkt und gleichzeitig hohe Kosten verursacht.^{16,17}

Kosten durch Wasserverbrauch



Eine Prüfung des Wasserverbrauchs durch das Veteran Affairs Hospital in Oregon (USA) ergab, dass die EtO-Sterilisation weit mehr Wasser verbrauchte als andere Geräte im Krankenhaus (14 Millionen Liter pro Jahr).¹⁷ Aufgrund dieser Prüfung errechnete das Krankenhaus, dass allein durch den Wegfall der EtO-Sterilisation jedes Jahr voraussichtlich 9.000 US-Dollar eingespart werden könnten.

In einer weiteren Analyse wurde gezeigt, dass für die Dampfsterilisation 26,5 Liter Wasser pro Betriebsminute verbraucht werden und ein einzelner Dampfsterilisator 180.000 Liter Wasser pro Jahr benötigt.¹⁶

Hoher Energieverbrauch

EtO und FO benötigen auch Abluftgebläse, um die Kammer und den Betriebsbereich über längere Zeit zu belüften (8–12 Stunden bei 50–60 °C), was zu einem großen Stromverbrauch führt.¹⁰

Eine Analyse schätzt, dass ein einzelner Dampfsterilisator jährlich 32 kWh Strom verbraucht.¹⁶



STERRAD™ Systeme schützen Anwender, Patienten und die Umwelt

STERRAD™ Sterilisationssysteme sterilisieren Medizinprodukte und -materialien schnell und sicher, sodass Anwender und Patienten nicht unnötigen Gesundheitsrisiken ausgesetzt werden. Es wird eine Kombination aus nicht krebserregendem H₂O₂ und Gas-Plasma, das H₂O₂-Rückstände entfernt, verwendet, sodass nur Wasser und Sauerstoff übrig bleiben.

Ohne toxische Emissionen besteht bei STERRAD™ Systemen kein Bedarf an teuren Belüftungs- und Abluftreinigungssystemen sowie der Einhaltung strenger regulatorischer Richtlinien im Zusammenhang mit der Vorbeugung und Erkennung von Expositionen, wie z. B. für EtO und FO.²² Darüber hinaus reduzieren STERRAD™ Systeme die Exposition gegenüber potenziell schädlichen Rückständen auf sichere Werte, indem sie die Gasplasmatechnologie zur Entfernung von H₂O₂ verwenden.²⁴

Die H₂O₂-Emissionen der Sterilisationssysteme auf Atemhöhe des Anwenders sind bis zu **67 Mal niedriger** als für STERIS V-PRO Sterilisatoren.²⁴

Der V-PRO™ maX zeigte Konzentrationsspitzen von 7 ppm bis zu 20 ppm.

Die Systeme STERRAD™ 100NX und STERRAD NX™ registrierten nie einen Wert über 0,3 ppm.



Die H₂O₂-Emissionen von STERRAD™ Sterilisationssystemen auf Atemhöhe des Anwenders sind bis zu 67 Mal niedriger als für STERIS V-PRO Sterilisatoren.²⁴

STERRAD™ Sterilisationssysteme verbrauchen außerdem weniger Energie und Wasser als alternative Sterilisationsmethoden, schonen damit natürliche Ressourcen und senken die Kosten.^{16,17}

Im Vergleich zur Dampfsterilisation verbraucht STERRAD™ jedes Jahr weniger natürliche Ressourcen, was sich einer geringeren wirtschaftlichen Belastung niederschlägt.¹⁶

68–87% weniger Energie



180.000 Liter weniger Wasser



8.700 € Kostenersparnis pro Jahr und Sterilisator



STERRAD™ Sterilisationssysteme ermöglichen einen schnelleren Geräteumsatz, da sie keine lange Belüftung benötigen und einen schnellen Sterilisationszyklus (24–60 Minuten) bieten, was Zeit spart und die Effizienz erhöht. Das bedeutet, dass Instrumente viel früher wiederverwendet werden können, was die Kosten für die Lagerung einer großen Anzahl von Instrumentensätzen verringert.¹³

Darüber hinaus sind EtO-Kammern üblicherweise recht groß, und da die Beschränkungen in einigen Ländern Teilbeladungen verbieten,⁹ kann die Durchlaufzeit sogar noch länger sein, wenn auf eine Vollbeladung gewartet wird. Im Gegensatz dazu sind STERRAD™ Sterilisationssysteme in verschiedenen Größen erhältlich, so dass sie effizient betrieben werden können, ohne darauf warten zu müssen, dass viele Geräte zur Wiederaufbereitung abgegeben werden.



STERRAD™ Systeme sind in der Lage, mehr als 10 Mal so viele Instrumente wie EtO in einer bestimmten Zeit wiederaufzubereiten, was bedeutet, dass die Instrumente viel schneller wiederverwendet werden können.³⁹



STERRAD™ Systeme können bestimmte Materialien weniger beschädigen als EtO und Dampf,^{15,40} was Reparatur und Austausch beschädigter Geräte und damit verbundene Kosten reduziert.

58% Schadensminderung⁴¹

50% Reduzierung der Austauschrate⁴²

33% Reduzierung der Reparaturkosten⁴³

im Vergleich zur Dampfsterilisation.



Zusammenfassung

Häufig verwendete Sterilisationsmodalitäten, einschließlich H₂O₂, EtO und FO gehen mit akuten und langfristigen Toxizitäten einher und können Rückstände auf medizinischen Geräten hinterlassen, wodurch Anwender und Patienten einem Gesundheitsrisiko ausgesetzt sind.

Aufgrund der mit EtO und FO verbundenen Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltbedenken muss die ZSVA strenge Vorschriften einhalten, was zu langen Zykluszeiten und erheblichen Kosten führt.

STERRAD™ Sterilisationssysteme ermöglichen eine schnelle und sichere Sterilisation medizinischer Geräte, ohne Anwender und Patienten unnötigen Gesundheitsrisiken auszusetzen. Zusätzlich senken sie die Kosten für Infrastruktur, Ausrüstung und Schulungen sowie die Kosten, die durch beschädigte Geräte entstehen.

Quellen

1. Agency for Toxic Substances & Disease Registry. Medical Management Guidelines for Ethylene Oxide.
2. Agency for Toxic Substances & Disease Registry. Medical Management Guidelines for Formaldehyde.
3. Agency for Toxic Substances & Disease Registry. Medical Management Guidelines for Hydrogen Peroxide.
4. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Ethylene Oxide. Chemical Agents and Related Occupations. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 100F., 2012.
5. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Formaldehyde. Chemical Agents and Related Occupations. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 100F., 2012.
6. AFNOR. FD S98-135. Stérilisation des dispositifs médicaux. Guide pour la maîtrise des traitements appliqués aux dispositifs médicaux réutilisables, 2005.
7. Segurança do Paciente. Portaria Interministerial No 482, de 16 de Abril de 1999.
8. ZENCİROĞLU D. ETİLEN OKSİT STERİLİZASYONU, 2005.
9. Environmental Protection Agency. National Emission Standards for Hospital Ethylene Oxide Sterilizers. Vol 72; December 28, 2007.
10. Centers for Disease Control and Prevention. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2019.
11. Advanced Sterilization Products. Voice of Customer. Urologists.
12. Kanemitsu K, Imasaka T, Ishikawa S, et al. A comparative study of ethylene oxide gas, hydrogenperoxide gas plasma, and low-temperature steamformaldehyde sterilization. Infection control and hospital epidemiology 2005;26:486-489.
13. Chobin NG. Cost analysis of three low-temperature sterilization systems at Saint Barnabas Medical Center. JHealthc Mater Manage 1994;12:29, 32-4.
14. King JS, Pink MM, Jobe CM. Assessment of reprocessed arthroscopic shaver blades. Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery: official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association 2006;22:1046-1052.
15. Timm D, Gonzales, D. Effect of sterilization on microstructure and function of microsurgical scissors. Surgical Services Management 1997;3:47-49.
16. Advanced Sterilization Products. Assessment of Operating Costs Due to Energy and Water Use During Terminal Sterilization with STERRAD™ Systems Compared to a Steam Sterilizer.
17. U.S. Department of Energy. Federal Energy Management Program. Water Efficiency Case Study-Veteran Affairs Hospital. 2007.
18. Steenland K, Stayner L, Deddens J. Mortality analyses in a cohort of 18 235 ethylene oxide exposed workers: follow up extended from 1987 to 1998. Occupational and environmental medicine 2004;61:2-7.
19. American Chemistry Council. Ethylene Oxide. Product Stewardship Manual - 3rd Edition.
20. Lab Manager. Safe Use of Autoclave Sterilizers, 2018.
21. Environmental Protection Agency. Evaluation of the Inhalation Carcinogenicity of Ethylene Oxide, 2016.
22. Adler S, Scherrer M, Daschner FD. Costs of low-temperature plasma sterilization compared with other sterilization methods. Journal of Hospital Infection 1998;40:125-134.
23. ACGIH®. Hydrogen Peroxide: TLV® Chemical Substances 7th Edition Documentation.
24. Advanced Sterilization Products. Comparison Study of Environmental Hydrogen Peroxide Levels of STERRAD™ Systems and STERIS V-PRO® Low Temperature Sterilizers Reveals Striking Differences.
25. World Health Organization. Ethylene Oxide.
26. Ari S, Caca I, Sahin A, et al. Toxic anterior segment syndrome subsequent to pediatric cataract surgery. Cutan Ocul Toxicol 2012;31:53-7.
27. Kanemitsu K, Kunishima H, Saga T, et al. Residual formaldehyde on plastic materials and medical equipment following low-temperature steam and formaldehyde sterilization. J Hosp Infect 2005;59:361-4.
28. Ikarashi Y, Tsuchiya T, Nakamura A. Cytotoxicity of medical materials sterilized with vapour-phase hydrogenperoxide. Biomaterials 1995;16:177-183.
29. Vink P. Residual formaldehyde in steam-formaldehyde sterilized materials. Biomaterials 1986;7:221-224.
30. Kovaleva J, Peters FTM, van der Mei HC, et al. Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. Clinical microbiology reviews 2013;26:231-254.
31. U.S. Food and Drug Administration. Liquid Chemical Sterilization.
32. Swenson D, Wilder JA, Hancock CO. Steam sterilization validation for implementation of parametric release at a healthcare facility. Biomed Instrum Technol 2010;44:166-74.
33. McIsaac DI, Abdulla K, Yang H, et al. Association of delay of urgent or emergency surgery with mortality and use of health care resources: a propensity score-matched observational cohort study. Cmaj 2017;189:E905-e912.
34. Environmental Protection Agency. Hazardous Air Pollutants: Ethylene Oxide, 2020.
35. Joint Service Pollution Prevention Opportunity Handbook. Low Temperature Oxidative Sterilization Methods for Sterilizing Medical Devices. 2004.
36. Lesser MP. OXIDATIVE STRESS IN MARINE ENVIRONMENTS: Biochemistry and Physiological Ecology. Annual Review of Physiology 2006;68:253-278.
37. Toxics Use Reduction Institute. Formaldehyde Fact Sheet.
38. Environmental Protection Agency. Effects of Acid Rain.
39. Advanced Sterilization Products. Now is the Right Time to Go EtO Free.
40. Lerouge S, Guignot C, Tabrizian M, et al. Plasma-based sterilization: Effect on surface and bulk properties and hydrolytic stability of reprocessed polyurethane electrophysiology catheters. Journal of Biomedical Materials Research 2000;52:774-782.
41. McCreanor V, Graves N. An economic analysis of the benefits of sterilizing medical instruments in low-temperature systems instead of steam. Am J Infect Control 2017;45:756-760.
42. Advanced Sterilization Products. A STELLAR Study: Steam Reprocessing of Reusable Laryngoscopes and the Potential Extension of Laryngoscope Lifetimes Through a STERRAD™ Systems Alternative.
43. Advanced Sterilization Products. Let Your STERRAD™ System Do More for You.

AD-200077-03-CT_A-MDR 

0123

asp.com

