

UV-Dekontamination in Gesundheitseinrichtungen

2021 / 01

Lauro Damonti¹, Walter Steiger², Laurence Senn³, Andreas Widmer⁴, Matthias Schlegel⁵ Jonas Marschall² und Swissnoso

Einführung

Nosokomiale Infektionen (oder auch: Spitalinfektionen; Health-care-associated infections, HAI), von denen einige auf multiresistente Organismen (MDRO) zurückzuführen sind, haben negative Auswirkungen auf die Patienten, einschließlich einer längeren Verweildauer im Krankenhaus, sowie höherer Morbidität und Mortalität [1]. Die Rolle des Gesundheitspersonals bei der Übertragung von Krankheitserregern von Patient zu Patient ist hinlänglich bekannt. Es gibt jedoch zunehmend Belege dafür, dass die Krankenhausumgebung eine Quelle für die Übertragung von Krankheitserregern ist [2] und dass Patienten, welche in Zimmer eingewiesen werden, die zuvor von mit MDRO infizierten oder kolonisierten Patienten belegt waren, trotz standardmässiger Endreinigung einem erhöhten Risiko ausgesetzt sind, diese MDRO zu erwerben [3].

Im Jahr 1877 schrieben Downes und Blunt in *Nature*, dass «Licht für die Entwicklung von Bakterien schädlich ist» und dass «es scheint, dass die ursprünglich in der Lösung vorhandenen Keime durch direkte Sonneneinstrahlung zerstört werden» [4], womit sie den ersten Nachweis erbrachten, dass ultraviolette Strahlen (UV) Bakterien abtöten und indirekt eine wirksame Massnahme im Kampf gegen Infektionen sein könnten. Seitdem wurde in einer Vielzahl von Studien die Wirksamkeit von UV-Strahlen bei der Abtötung von Mikroorganismen und damit ihr potenzieller Einsatz bei der Bekämpfung von Infektionen untersucht. Doch erst in den letzten Jahren wurden die potenziellen Auswirkungen

von berührungslosen UV-Systemen in Gesundheitseinrichtungen untersucht, um die Limitationen der standardmässigen Endreinigung zur Prävention von HAI zu überwinden. Es ist jedoch äusserst wichtig zu beachten, dass eine (physische) Reinigung erforderlich ist, bevor die Oberflächen dem UVC ausgesetzt werden: Rückstände von Schmutz und Ablagerungen machen die UV-C-Desinfektion unwirksam.

Wir geben einen Überblick über die Grundsätze, Methoden, technischen Aspekte und Grenzen der ultravioletten keimtötenden Bestrahlung (ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)) (Kapitel 1) und bieten eine Zusammenfassung der aktuellen Belege für die Wirksamkeit der UV-Dekontamination zur Infektionsprävention in Gesundheitseinrichtungen (Kapitel 2). Aktuelle Empfehlungen und Richtlinien sind im Kapitel 3 aufgeführt. Im Kapitel 4 erläutern wir die Vor- und Nachteile der im Handel erhältlichen UV-Produkte, während wir im Kapitel 5 unsere Erfahrungen am Inselehospital mit der Implementierung von UV-Technologien für das Management von VRE-Ausbrüchen beschreiben. Ein Schlusswort und Schlussfolgerungen sind im Kapitel 6 zu finden; im Kapitel 7 sind schliesslich unsere aktuellen Empfehlungen aufgeführt.

1 Grundsätze der ultravioletten keimtötenden Bestrahlung

Die Wellenlänge des UV-Lichts reicht von 380-100 nm und ist in drei Bereiche unterteilt: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) und UV-C (100-280 nm). UV-C mit einer Wellenlänge von 254 nm wird für UVGI verwendet. UV-C zerstört die DNA von Bakterien, Viren und anderen Mikroorganismen und hindert sie daran, sich zu vermehren und beschädigte DNA zu reparieren. In der Praxis werden hauptsächlich zwei Systeme verwendet: gepulstes Xenon-Ultraviolett und

¹ Korrespondierender Autor:

Lauro Damonti, Universitätsklinik für Infektiologie, Inselehospital Bern, Bern

E-Mail: Lauro.Damonti@insel.ch

² Universitätsklinik für Infektiologie, Inselehospital Bern, Bern

³ Service de médecine préventive hospitalière, Centre hospitalier universitaire vaudois

⁴ Swissnoso

⁵ Klinik für Infektiologie/Spitalhygiene, Kantonsspital St. Gallen, St. Gallen

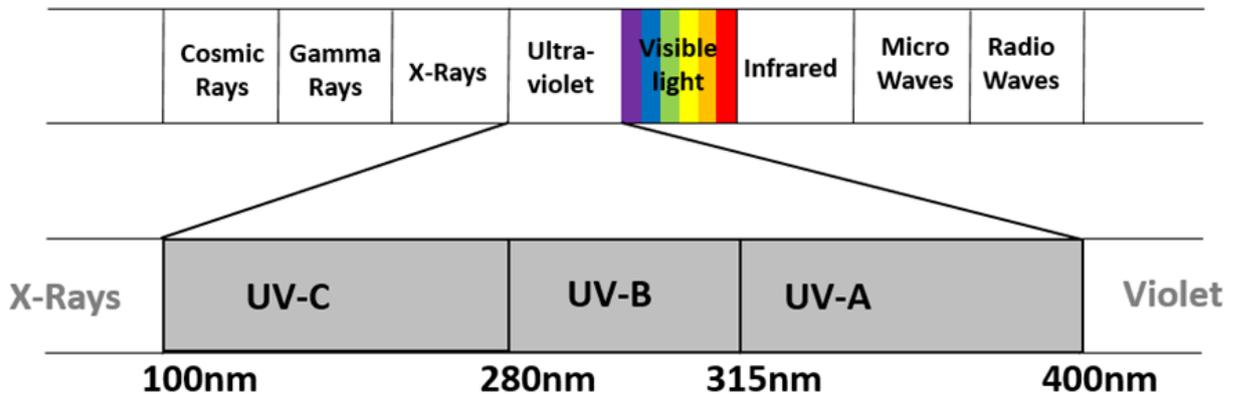


Abbildung 1: Elektromagnetisches und ultraviolettes (UV) Lichtspektrum

Niederdruck-Quecksilberdampflampen mit UV-Strahlung. In jüngster Zeit wurden Systeme auf der Grundlage von Leuchtdioden (LED) – eine dritte Technologie – auf den Markt gebracht. Diese Geräte sind berührungslose, automatisierte Desinfektionssysteme und können als ergänzende Methode zur Verbesserung der Desinfektion eingesetzt werden, nachdem die Oberflächen manuell gereinigt und desinfiziert wurden.

Prinzip des Mechanismus: Nieder- und Mitteldruck-Quecksilberdampflampen (UV-C)

Auch «Quarzlampe» genannt, ist dies eine röhrenförmige Entladungslampe, die einen elektrischen Lichtbogen durch verdampftes Quecksilber zur Lichterzeugung nutzt.

- Vorteile: Hohe Effizienz (bis zu 40 % des emittierten Lichts sind UV-C-Strahlen)
- Nachteile: Enthält Quecksilber

Prinzip des Mechanismus: gepulstes Xenon-Ultraviolet (PX-UV)

Eine Xenon-Lampe enthält zwei Elektroden in einem mit Xenon-Gas gefüllten Kolben. An die Elektroden wird eine Hochspannung (ca. 20 kV) angelegt; diese Energie wird dann freigesetzt, wodurch intermittierend Funken entstehen und ein Lichtblitz erzeugt wird. Der grösste Teil des erzeugten Lichts ist sichtbar, nur 9 % sind UV-Strahlen.

- Vorteile: Hohe Leistung, quecksilberfrei
- Nachteile: Geringer UV-Anteil, keine kontinuierliche Lichtemission, Elektroden unterliegen der Degradation

Prinzip des Mechanismus: Leuchtdioden (UV-C LED)

Leuchtdioden sind Halbleiter, die Photonen freisetzen und Licht emittieren, wenn sie von elektrischem Strom durchflossen werden. Diese Halbleiter können so hergestellt werden, dass sie speziell UV-Licht emittieren, in der Regel mit einer Wellenlänge von 50-300 nm.

- Vorteile: Quecksilberfrei, niedriger Energieverbrauch (kann mit Solarzellen verwendet werden)
- Nachteile: Diese Technologie ist vielversprechend, die Literatur dazu jedoch noch spärlich.

2 Wissenschaftlicher Nachweis

Auch wenn die schädigende Wirkung von Sonnenlicht und UV-Strahlen auf das Wachstum und die Persistenz von Mikroorganismen seit Jahrzehnten bekannt ist, wurden die ersten evidenzbasierten Berichte über die Auswirkungen von UV-Technologien im klinischen Kontext in den frühen 2010er Jahren veröffentlicht - mit Studien, welche die Auswirkungen dieser Technologien in vitro, in situ (d. h. im Krankenhauszimmer) und im Hinblick auf die Inzidenz von HAI bewerten.

Auswirkungen der ultravioletten keimtötenden Bestrahlung: In-vitro-Studien

Sieben in-vitro-Studien zu UV-C und zwei Studien zu PX-UV wurden kürzlich in einem Übersichtsartikel [5] zusammengefasst. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass UV-C eine dosisabhängige Reduktion nosokomialer Pathogene wie VRE, Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA) und *Clostridioides difficile* (CDI)-Sporen um 2 bis 4 log CFU bewirkt. Die Wirksamkeit war gering, wenn sich Mikroorganismen oder Sporen außerhalb der direkten Sichtlinie des Geräts befanden und war in einigen Studien auch vom verwendeten System, der Lage des Raums und der Art des Organismus abhängig. Die Wirksamkeit der UV-Dekontamination in Bezug auf *Candida auris*, einen multiresistenten Hefepilz, der immer wieder für Ausbrüche in Krankenhäusern – vor allem auf Intensivstationen – verantwortlich ist, wurde erst kürzlich bewertet. PX-UV [6] zeigte vielversprechende Ergebnisse mit einer >99%igen Reduzierung der KBE (*koloniebildende Einheiten*) nach einem 5-minütigen Zyklus in 1 m Entfernung. Zwei weitere Studien [7, 8] zeigten, dass C.

auris wirksam durch UV-C abgetötet werden kann, aber die Expositionszeit möglicherweise länger sein muss als die Standardeinstellung, da *Candida* spp. deutlich weniger empfindlich auf die Abtötung durch UV-C reagierten als MRSA.

Auswirkungen der keimtötenden Ultraviolettbestrahlung: Räume, Fussböden und/oder häufig berührte Oberflächen

Anfang 2010 zeigten experimentelle Studien [9, 10], dass die Zahl der MRSA-, VRE- und CDI-Kontaminationen zurückging, wenn UV-C-Systeme in zuvor nicht gereinigten Räumen eingesetzt wurden, wobei zur Beseitigung von CDI-Sporen eine höhere Dosis und Dauer erforderlich waren. Eine signifikante Verringerung der mikrobiellen Belastung durch VRE wurde in einer Studie mit PX-UV in einem onkologischen Zentrum nachgewiesen [11]. In jüngerer Zeit wurden in Einzelstudien die Auswirkungen von UV-C [12, 13] und PX-UV [14-16] auf die Kontamination von Fußböden und/oder «High-Touch-Oberflächen» in Räumen untersucht, in denen sich zuvor Patienten aufgehalten hatten und die manuell gereinigt worden waren. Eine geringere Kontamination wurde für MRSA [12, 13, 15], VRE [13, 14] und CDI [13, 16] nachgewiesen. In zwei weiteren Studien war PX-UV dem Natriumhypochlorit (Bleichmittel) in der Fähigkeit, die Kontamination mit CDI-Sporen zu verringern, nicht unterlegen [17] und der normalen Zimmerreinigung bei MRSA-Kontamination überlegen [18].

Vielversprechende Ergebnisse lieferten Studien, die speziell die PX-UV-Dekontamination im Operationssaal zusätzlich zur standardmässigen manuellen Reinigung am Tagesende [19, 20] oder mit einem kurzen Desinfektionszyklus zwischen den Operationen [21] untersuchten. Im direkten Vergleich zeigte UV-C einen signifikanten Vorteil gegenüber PX-UV bei der Beseitigung von CDI-Sporen, MRSA und VRE [22, 23].

Auswirkungen der ultravioletten keimtötenden Bestrahlung: Häufigkeit von Infektionen im Zusammenhang mit Gesundheitseinrichtungen

In den letzten Jahren wurden die klinischen Auswirkungen von UV-Systemen untersucht, insbesondere in Einrichtungen mit hoher Prävalenz von MDRO. Im Jahr 2018 kam eine Meta-Analyse [24] mit dreizehn Studien zu dem Schluss, dass die UV-Desinfektion die Raten von healthcare-assoziierten Infektionen aufgrund von CDI und VRE signifikant reduziert, nicht aber die Raten von MRSA oder gramnegativen MDRO. Allerdings wurden alle diese Studien bis auf eine ([25], s. unten) in einzelnen Einrichtungen durchgeführt, mit quasi-experimentellen Studiendesigns, ohne Berücksichtigung potenzieller Störfaktoren (Confounders) und ohne adäquate Kontrollen. Weitere Studien mit einem Vorher-Nachher-Design bewerteten die UV-Desinfektion in einer Knochenmarktransplantationseinheit [26], einer Intensivstation [27], einer herzchirurgischen

Intensivstation [28] und in einem lokalen Krankenhaus [29] mit gemischten Ergebnissen. Eine ähnliche Studie [30] über die Infektionsraten nach 5980 Gelenkersatzoperationen im Zeitraum von 1986 bis 2005 ergab eine signifikante Verringerung der postoperativen Wundinfekte nach einer Knie-Totalendoprothese (aber nicht nach Hüft-Totalendoprothese), wenn in den Operationssälen UV-Geräte installiert waren.

2017 wurden die Ergebnisse der Studie «*Benefits of Enhanced Terminal Room Disinfection*» veröffentlicht, einer cluster-randomisierten, kontrollierten Interventionsstudie, die über zwei Jahre in neun Spitälern durchgeführt wurde. Die Autoren verglichen die standardmässige Desinfektion von Krankenzimmern (quartäre Ammoniumverbindungen für MDRO bzw. Natriumhypochlorit für CDI) mit drei verbesserten Desinfektionsstrategien: Natriumhypochlorit allein, Natriumhypochlorit mit UV-C und quartäre Ammoniumverbindungen -ein Desinfektionsmittel auf niedrigem Niveau- mit UV-C (außer bei CDI, für die Natriumhypochlorit und UV-C verwendet wurden). Im ersten Bericht [25] verringerte der Zusatz von UV-C zu quartären Ammoniumverbindungen die kumulative Inzidenz sowohl von Infektionen als auch von Besiedlung mit pathogenen Organismen (MRSA, VRE, multiresistente *Acinetobacter* und CDI). Die Zugabe von UV-Licht zur Natriumhypochlorit-Desinfektion -einem hochwirksamen Desinfektionsmittel- hatte keinen Einfluss auf die CDI-Infektionen und die Besiedlung der nachfolgenden Patienten in dem betreffenden Zimmer. In Sekundäranalysen [31] führte der auf diese Zimmer ausgerichtete Einsatz von UV-Strahlung zu einem Rückgang der CDI- und VRE-Inzidenz in der gesamten Krankenhauspopulation. In einer anderen Studie wurde die PX-UV-Dekontamination mit einem Rückgang der CDI-Infektionen und gleichzeitig mit einem Rückgang des VRE-Erwerbs in Verbindung gebracht [32].

Spezielle Betrachtung: Viren

Da viele Atemwegsviren jahreszeitlich bedingt sind - im Winter treten mehr Fälle auf, im Sommer weniger - kann man davon ausgehen, dass die UV-Strahlung des natürlichen Lichts Viren wirksam abtötet. Dies ist jedoch nicht umfassend untersucht worden. Die Belege für den Nutzen von UVGI bei Viren sind spärlich und stammen aus experimentellen Studien, die sich auf die Dekontamination von zuvor verwendeten Masken in bestimmten Situationen, wie z. B. einer Grippepandemie, konzentrieren [33]. Erst kürzlich wurde aufgrund des Mangels an N95-Masken bei der COVID-19-Pandemie erstmals UV-C zur Dekontaminierung solcher Masken eingesetzt. Es bleibt zu hoffen, dass die COVID-19-Pandemie die Forschung auf diesem Gebiet fördern und in naher Zukunft bessere Erkenntnisse liefern wird [34].

Spezielle Betrachtung: Tuberkulose

Die UV-Luftdesinfektion oder «keimtötende Ultraviolettstrahlung im oberen Raum» (germicidal UV disinfection,

GUV) in Verbindung mit einer angemessenen Luftdurchmischung hat in experimentellen Studien gezeigt, dass sie *Mycobacterium tuberculosis* abtötet [35, 36] und gilt in Ländern mit niedrigem Einkommen und hohem Übertragungsrisiko als kosteneffizient [37]. Diese Massnahme wird nun von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) mit «mässiger Sicherheit in den Schätzungen hinsichtlich Wirkung» empfohlen, um «die Übertragung von *M. tuberculosis* auf Beschäftigte im Gesundheitswesen, auf Personen, welche Gesundheitseinrichtungen besuchen, oder andere Personen in Umgebungen mit hohem Übertragungsrisiko zu reduzieren» [38]. Die Umsetzung dieser Technologie ist jedoch eine Herausforderung und kann andere etablierte Massnahmen wie Unterdruckräume, HEPA-Filter im Belüftungssystem und – im Allgemeinen – eine angemessene persönliche Schutzausrüstung wie filterierenden Atemschutzmasken (FFP2) nicht ersetzen.

3 Aktuelle Empfehlungen und Leitlinien

Die Beweise für die Wirksamkeit von UV-Technologien zur Verhinderung von Infektionskrankheiten sind nach wie vor gering, entwickeln sich aber rasch weiter. Es überrascht daher nicht, dass ihre Anwendung von nationalen oder internationalen Agenturen (wie den amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC), dem Europäischen Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (ECDC), dem deutschen Robert-Koch-Institut (RKI) oder der Weltgesundheitsorganisation (WHO)) oder von führenden epidemiologischen Gesellschaften im Gesundheitswesen (wie der Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA)) nur selten erwähnt wird. Tatsächlich geben diese Behörden und Gesellschaften mit wenigen Ausnahmen keine Empfehlungen oder Leitlinien zu diesem Thema heraus.

Wie bereits erwähnt, stellt die von der WHO empfohlene Verwendung von UV zur Verringerung der Übertragung von *M. tuberculosis* in Ländern mit niedrigem Einkommen und hohem Übertragungsrisiko eine dieser Ausnahmen dar [38]. Die CDC hält UV für eine nützliche Zusatzmassnahme zur Tuberkulosebekämpfung, aber nicht für einen Ersatz für Unterdruck oder HEPA-Filter. Insgesamt ist der Nutzen von UV zur Verhinderung der Übertragung von Tuberkulose in Ländern mit hohem Einkommen, in denen etablierte Präventionsmassnahmen zur Verfügung stehen, fraglich und daher nicht Teil der aktuellen Empfehlungen. Im Jahr 2018 wurde in der Leitlinie von Health Quality Ontario empfohlen, tragbare Oberflächendesinfektionsgeräte mit ultraviolettem Licht zur Prävention von im Gesundheitswesen erworbenen Infektionen nicht zu finanzieren, da die Qualität der Evidenz gering bis sehr gering ist.

Vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie erwähnt das ECDC in einem Bericht über COVID-19 zwar UV-Technologien, jedoch ohne eine spezifische Empfehlung,

während die CDC eine Empfehlung zur Verwendung von UVGI für die Wiederverwendung von FFP Atemschutzmasken veröffentlichte.

4 Vorteile, Nachteile und praktische Fragen

Die Einführung und Nutzung von UV-Technologien in die tägliche Routine scheint die Standarddekontamination von Terminaloberflächen zu verbessern und kann die Zahl, der durch MDRO verursachten Infektionskrankheiten verringern. Sie ist relativ einfach und kann von einer einzigen Person durchgeführt werden. Sie benötigt wenig Zeit und erfordert weder die Versiegelung von Türen noch besondere Vorsichtsmassnahmen vor, während oder nach der Anwendung. Da UV-Strahlen Glas nicht durchdringen, sind für Fenster und Glastüren keine besonderen Vorsichtsmassnahmen erforderlich. Ausserdem ist ein zusätzlicher Nutzen zu erwarten, wenn Patienten mit mehr als einem MDRO kolonisiert sind.

Allerdings sind auch einige Nachteile zu nennen. Vor der UV-Dekontamination ist eine Standard-Raumreinigung erforderlich, da organische Stoffe die Wirksamkeit der UV-Dekontamination herabsetzen. UV-Strahlen sind in Schattenbereichen weniger wirksam und ihre Intensität nimmt mit dem Quadrat der Entfernung von der Quelle ab (in der Praxis ist die Wirksamkeit auf eine Entfernung von 2,4 m von der Quelle begrenzt). Daher sind in grösseren Räumen mehrere (2-4) Zyklen und/oder eine längere Anwendungsdauer erforderlich. Dies kann die Anwendung in Bereichen einschränken, die grösser sind als einzelne Patientenzimmer, wie z. B. Intensivstationen, wo die Prävalenz von MDRO deutlich höher ist. Um einen Ausbruch zu bekämpfen, müssen unter Umständen Stationen geschlossen und Patienten anderswo untergebracht werden, was organisatorisch aufwändig ist und das Risiko einer Ausbreitung erhöht.

Ausserdem können logistische Probleme den Nutzen beeinträchtigen. In der oben zitierten Studie [31] wurden UV-Geräte aufgrund von Verzögerungen bei der Bewertung der mikrobiologischen Ergebnisse nur in 60 % der Räume eingesetzt; in der Praxis dürfte dieser Anteil noch geringer sein. Die Räume müssen für etwa 60 Minuten verschlossen werden; der gesamte Prozess, von der Reinigung bis zur abschliessenden Belüftung (UV-C-Geräte erzeugen einen unangenehmen, aber harmlosen Geruch), kann jedoch etwa zwei Stunden dauern, was für das Management der Patientenaufnahme eine Herausforderung darstellen kann.

Ultravioletengeräte sind teuer (ein einziges Gerät kann in der Schweiz bis zu 50'000 CHF kosten); leider wurden bisher keine Studien zur Kostenwirksamkeit veröffentlicht und die langfristigen Auswirkungen sind nicht bekannt.

Abschliessend sei darauf hingewiesen, dass UV-Strahlung in mehrfacher Hinsicht gefährlich ist. Schon zwei

Minuten direkter Exposition reichen aus, um eine Bindehautentzündung zu verursachen, und eine längere Exposition ohne angemessenen Schutz kann zur Erblindung, zu Rötungen und sogar zu Hautkrebs führen.

Selbst wenn diese Nachteile jedoch derzeit den Einsatz der ultravioletten keimtötenden Bestrahlung einschränken, könnten neue Technologien die Durchführbarkeit und Sicherheit für Patienten und medizinisches Personal verbessern. Bewegungssensoren, tragbare Geräte oder reflektierende Farbe sind bereits verfügbar, ihr Nutzen muss jedoch im klinischen Umfeld noch validiert werden. UV-Systeme mit lichtemittierenden Dioden (LED) werden zunehmend in Betracht gezogen. Die LED-Technologie bietet viele Vorteile, da sie quecksilberfrei ist und weniger Strom verbraucht, was die Einsatzmöglichkeiten in Bereichen erhöht, in denen die Verfügbarkeit von Strom eine Einschränkung darstellt.

5 Erfahrungen am Inselehospital: VRE-Ausbruch

Im Jahr 2018 haben wir im Rahmen eines Ausbruchs von Vancomycin-resistenten Enterokokken (VRE) am Universitätsspital Bern eine erweiterte Standard-Endraumdekontamination mit UV-Technologie in Zimmern implementiert, die zuvor von mit VRE kolonisierten oder infizierten Patienten belegt waren, als Teil eines vielschichtigen Ansatzes. Zu diesem Zeitpunkt waren in der Schweiz zwei etablierte UV-C-Systeme kommerziell erhältlich: UVDI-360 Room Sanitizer (UVDI®) und Surfacide (Helios®), hergestellt in den USA. Beide Systeme wurden mit vergleichbaren Ergebnissen getestet: Zunächst wurden in den Räumen vor und nach der Standard-Endreinigung Proben für Bakterienkulturen genommen. Die Ergebnisse stimmten mit denen der oben erwähnten Studien überein und zeigten, dass die bakterielle Belastung trotz der Standardreinigung bestehen bleibt. Wir fanden vor allem sporenbildende Bakterien und *Bacillus cereus*. Anschliessend führten wir die UVGI durch und entnahmen erneut Proben für Bakterienkulturen in den Räumen. Diese Kulturen zeigten praktisch keine bakterielle Belastung. Daraufhin kauften wir zwei Geräte (UVDI-360 Room Sanitizer) und führten UVGI ein, um den VRE-Ausbruch zu bekämpfen. Im Jahr 2019 haben wir in der Insel Gruppe mehr als 600 UVGI in Patientenzimmern, Bädern und Toiletten durchgeführt. Die Rückmeldungen waren grösstenteils positiv; der problematischste Punkt ist nach wie vor die Notwendigkeit, das Zimmer für 60-120 Minuten zu verschliessen, was oft die Durchführung der Patientenaufnahmen beeinträchtigt. Zusammen mit anderen Präventivmassnahmen könnte der Einsatz von UVGI zum Ausbruchsende beigetragen haben, der am 31. Juli 2020 gemeldet wurde.

Aufgrund dieser positiven Erfahrungen haben wir im Jahr 2020 den Einsatz von UVGI auf Räume mit Patienten

mit COVID-19 während der COVID-19-Pandemie ausgeweitet.

Etwa zur gleichen Zeit begannen auch andere akademische Zentren in der Schweiz, den zusätzlichen Nutzen der UV-Raumdekontamination zu evaluieren.

6 Überlegungen und Schlussfolgerung

Insgesamt kann ein bescheidener, aber relevanter Nutzen von UV-Technologien zur Verringerung der Oberflächenkontamination mit MDRO und der damit verbundenen HAI-Raten erwartet werden. Allerdings sind die Belege für den Einsatz von UV-Technologien in klinischen Einrichtungen zum Zweck der Infektionsprävention nach wie vor begrenzt. In den zitierten Studien wurden häufig unterschiedliche Methoden und Interventionsprotokolle verwendet, die nicht einheitlich in die standardisierte Raumreinigungspraxis integriert wurden. Folglich sind keine prägnanten Leitlinien verfügbar. Zudem wurden diese Studien hauptsächlich in Einrichtungen mit einer hohen Prävalenz von MDRO durchgeführt, so dass ihre Schlussfolgerungen in der Schweiz möglicherweise nicht reproduzierbar sind.

Insgesamt sind qualitativ hochwertige und standardisierte Studien mit einem angemessenen Design sowie Kostenwirksamkeitsstudien dringend erforderlich, um den tatsächlichen Nutzen der Anwendung von UV-Technologien besser zu verstehen und die Ergebnisse angemessen zu validieren, insbesondere für die neuere UV-C-LED-Technologie. Darüber hinaus sind evidenzbasierte Leitlinienprotokolle zwingend erforderlich, die Empfehlungen zu Indikation, Dauer und Sicherheit enthalten sollten. Schliesslich muss ihre Anwendung von der zuständigen Behörde geregelt und überwacht werden.

7 Wann UVGI zu erwägen ist und aktuelle Empfehlungen von Swisnoso

In Anbetracht der aktuellen Erkenntnisse und unter Berücksichtigung der oben erwähnten zahlreichen praktischen Probleme kann die Umsetzung von UVGI-Strategien auf bestimmte Bereiche beschränkt werden, z. B. auf Stationen oder Einrichtungen mit hoher Prävalenz von MDRO oder im Falle eines laufenden Ausbruchs (wie z. B. VRE), wenn Standardreinigungsmassnahmen nicht als ausreichend angesehen werden. Natürlich sollte der Einsatz von UV-Technologien immer als Teil von «Infektionspräventionsbündeln» zusammen mit anderen Massnahmen zur Eindämmung eines Ausbruchs integriert werden.

Swissnoso Empfehlung

Zweck:

Das Hauptziel der UVGI im Gesundheitswesen besteht darin, die Zahl der Erreger zu verringern, welche die Umgebung sowie nachfolgende Patienten kontaminieren, bzw. kolonisieren können und welche schliesslich zu nosokomialen Infektionen führen können. Die UVGI muss immer und unbedingt als eine von mehreren Komponenten eines Infektionskontrollpakets betrachtet werden.

1 Empfohlene Verwendung für UVGI

Verstärkte Desinfektion von Räumen und Bädern, die von infizierten oder kolonisierten Patienten genutzt werden, um einen Ausbruch eines bestimmten Erregers, wie z. B. Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE) oder *C. auris*, zu bekämpfen, wenn die Standardreinigungsmassnahmen nicht ausreichen, sowie für die Schlussdesinfektion.

2 Optionaler Einsatz für UVGI (je nach örtlicher Durchführbarkeit)

Verstärkte Desinfektion von Zimmern und Bädern, die von mit multiresistenten (und Umgebungskontamination einhergehenden) Erregern kolonisierten oder infizierten Patienten genutzt werden sind, wie z. B.:

- *Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus* (MRSA)
- VRE
- Multiresistente gramnegative Organismen (MDRO)
- *Clostridioides (Clostridium) difficile* (CDI)
- *Candida auris*

wenn die Standard-Reinigungsmassnahmen als nicht ausreichend erachtet werden.

3 Allgemeine Empfehlung

1. UVGI immer erst nach Abschluss der Standard-Terminalreinigung starten
2. Verwenden Sie nur bewährte Systeme und vorzugsweise UV-C-Technologien.
3. Halten Sie sich strikt an die Anweisungen und Empfehlungen des Herstellers
4. Während der UVGI ist das laufende Verfahren deutlich zu signalisieren. Niemandem ist es erlaubt, den Raum zu betreten

Sobald die Beweise für den Einsatz von Systemen mit LED-Technologie solider geworden sind, soll die Verwendung von LED anstelle von Quecksilberdampfampfen gefördert werden.

Referenzen

- Magill, S.S., et al., *Multistate point-prevalence survey of health care-associated infections*. N Engl J Med, 2014. **370**(13): p. 1198-208.
- Otter, J.A., S. Yezli, und G.L. French, *The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2011. **32**(7): p. 687-99.
- Mitchell, B.G., et al., *Risk of organism acquisition from prior room occupants: a systematic review and meta-analysis*. J Hosp Infect, 2015. **91**(3): p. 211-7.
- Downes, A. und T. Blunt, *The influence of light upon the development of bacteria*. 1877, Nature Publishing Group.
- Otter, J., et al., *An overview of automated room disinfection systems: When to use them and how to choose them, in Decontamination in Hospitals and Healthcare*. 2020, Elsevier. S. 323-369.
- Maslo, C., M. du Plooy, und J. Coetzee, *The efficacy of pulsed-xenon ultraviolet light technology on Candida auris*. BMC Infect Dis, 2019. **19**(1): p. 540.
- Cadnum, J.L., et al., *Relative Resistance of the Emerging Fungal Pathogen Candida auris and Other Candida Species to Killing by Ultraviolet Light*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2018. **39**(1): p. 94-96.
- de Groot, T., et al., *Killing of Candida auris by UV-C: Importance of exposure time and distance*. Mycoses, 2019. **62**(5): p. 408-412.
- Nerandzic, M.M., et al., *Evaluation of an automated ultraviolet radiation device for decontamination of Clostridium difficile and other healthcare-associated pathogens in hospital rooms*. BMC Infect Dis, 2010. **10**: p. 197.
- Rutala, W.A., M.F. Gergen, und D.J. Weber, *Room decontamination with UV radiation*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2010. **31**(10): p. 1025-9.
- Stibich, M., et al., *Evaluation of a pulsed-xenon ultraviolet room disinfection device for impact on hospital operations and microbial reduction*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2011. **32**(3): p. 286-8.
- Mustapha, A., et al., *Efficacy of manual cleaning and an ultraviolet C room decontamination device in reducing health care-associated pathogens on hospital floors*. Am J Infect Control, 2018. **46**(5): p. 584-586.
- Wong, T., et al., *Postdischarge decontamination of MRSA, VRE, and Clostridium difficile isolation rooms using 2 commercially available automated ultraviolet-C-emitting devices*. Am J Infect Control, 2016. **44**(4): p. 416-20.
- Beal, A., et al., *First UK trial of Xenex PX-UV, an automated ultraviolet room decontamination device in a clinical haematology and bone marrow transplantation unit*. J Hosp Infect, 2016. **93**(2): p. 164-8.
- Zeber, J.E., et al., *Effect of pulsed xenon ultraviolet room disinfection devices on microbial counts for methicillin-resistant Staphylococcus aureus and aerobic bacterial colonies*. Am J Infect Control, 2018. **46**(6): p. 668-673.
- Casini, B., et al., *Evaluation of an Ultraviolet C (UVC) Light-Emitting Device for Disinfection of High Touch Surfaces in Hospital Critical Areas*. Int J Environ Res Public Health, 2019. **16**(19).
- Ghantaji, S.S., et al., *Non-inferiority of pulsed xenon UV light versus bleach for reducing environmental Clostridium difficile contamination on high-touch surfaces in Clostridium difficile infection isolation rooms*. J Med Microbiol, 2015. **64**(Pt 2): p. 191-4.
- Jinadatha, C., et al., *Evaluation of a pulsed-xenon ultraviolet room disinfection device for impact on contamination levels of methicillin-resistant Staphylococcus aureus*. BMC Infect Dis, 2014. **14**: p. 187.
- Simmons, S.E., et al., *Using pulsed xenon ultraviolet to decrease contamination in operating rooms during terminal cleaning*. American Journal of Infection Control, 2013. **41**(6): p. S34-S35.
- Fridman, A., et al., *Decreasing operating room contamination of surfaces and air with pulsed xenon ultraviolet disinfection*. American Journal of Infection Control, 2013. **41**(6): p. S36.
- El Haddad, L., et al., *Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet disinfection system to decrease bacterial contamination in operating rooms*. BMC Infect Dis, 2017. **17**(1): p. 672.
- Nerandzic, M.M., et al., *Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet disinfection system for reduction of healthcare-associated pathogens in hospital rooms*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2015. **36**(2): p. 192-7.
- Cadnum, J.L., et al., *A comparison of the efficacy of multiple ultraviolet light room decontamination devices in a radiology procedure room*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2019. **40**(2): p. 158-163.
- Marra, A.R., M.L. Schweizer, und M.B. Edmond, *No-Touch Disinfection Methods to Decrease Multidrug-Resistant Organism Infections: A Systematic Review and Meta-analysis*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2018. **39**(1): p. 20-31.
- Anderson, D.J., et al., *Enhanced terminal room disinfection and acquisition and infection caused by multidrug-resistant organisms and Clostridium difficile (the Benefits of Enhanced Terminal Room Disinfection study): a cluster-randomised, multicentre, crossover study*. Lancet, 2017. **389**(10071): p. 805-814.
- Brite, J., et al., *Effectiveness of ultraviolet disinfection in reducing hospital-acquired Clostridium difficile and vancomycin-resistant Enterococcus on a bone marrow transplant unit*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2018. **39**(11): p. 1301-1306.
- Ethington, T., et al., *Cleaning the air with ultraviolet germicidal irradiation lesser contact infections in a long-term acute care hospital*. Am J Infect Control, 2018. **46**(5): p. 482-486.
- Heredia-Rodriguez, M., et al., *Impact of an ultraviolet air sterilizer on cardiac surgery patients, a randomized clinical trial*. Med Clin (Barc), 2018. **151**(8): p. 299-307.
- Raggi, R., et al., *Clinical, operational, and financial impact of an ultraviolet-C terminal disinfection intervention at a community hospital*. Am J Infect Control, 2018. **46**(11): p. 1224-1229.
- Ritter, M.A., E.M. Olberding und R.A. Malinzak, *Ultravioletes Licht bei orthopädischen Operationen und die Infektionsrate*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(9): p. 1935-40.
- Anderson, D.J., et al., *Effectiveness of targeted enhanced terminal room disinfection on hospital-wide acquisition and infection with multidrug-resistant organisms and Clostridium difficile: a secondary analysis of a multicentre cluster randomised controlled trial with crossover design (BETR Disinfection)*. Lancet Infect Dis, 2018. **18**(8): p. 845-853.
- Sampathkumar, P., et al., *A trial of pulsed xenon ultraviolet disinfection to reduce Clostridioides difficile infection*. Am J Infect Control, 2019. **47**(4): p. 406-408.
- Ulfa, M., et al., *Inaktivierung von Extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-produzierenden Escherichia coli durch UVA-LED-Bestrahlungssystem*. J Med Invest, 2020. **67**(1.2): p. 163-169.
- Cadnum, J.L., et al., *Effectiveness of Ultraviolet-C Light and a High-Level Disinfection Cabinet for Decontamination of N95 Respirators*. Pathog Immun, 2020. **5**(1): p. 52-67.
- Escombe, A.R., et al., *Upper-room ultraviolet light and negative air ionization to prevent tuberculosis transmission*. PLoS Med, 2009. **6**(3): p. e43.
- Mphahlele, M., et al., *Institutional Tuberculosis Transmission. Controlled Trial of Upper Room Ultraviolet Air Disinfection: A Basis for New Dosing Guidelines*. Am J Respir Crit Care Med, 2015. **192**(4): p. 477-84.
- Holmes, K.K., et al., *Major infectious diseases: key messages from disease control priorities*. 2017.
- in WHO-Leitlinien zur Tuberkuloseprävention und -kontrolle: Aktualisierung 2019. 2019: Genf.

Swissnoso Bulletin

wird mit der Unterstützung des Bundesamtes für Gesundheit (BAG), der Schweizerischen Gesellschaft für Spitalhygiene (SGSH) und der Schweizerischen Gesellschaft der Infektiologie (SGInf) veröffentlicht.

Redaktion

Carlo Balmelli (Lugano), Jonas Marschall (Bern), Alexander Schweiger (Zug), Laurence Senn (Lausanne), Rami Sommerstein (Luzern), Danielle Vuichard-Gysin (Thurgau), Andreas F. Widmer (Basel), Giorgio Zanetti (Lausanne)

Layout

Tobias Ryser, Swissnoso

Korrespondenz Internet

PD Dr. Laurence Senn, CHUV, CH-1011 Lausanne VD
bulletin@swissnoso.ch
www.swissnoso.ch

Swissnoso kontrolliert die publizierten Texte sehr sorgfältig, um sicherzustellen, dass die Auswahl und Dosierung von Medikamenten und anderen Produkte zur Zeit der Publikation mit den offiziellen Empfehlungen und Gepflogenheiten übereinstimmen. Aufgrund des Fortschritts in der Forschung und dem Stand der Wissenschaft, und eventuellen Veränderungen von Reglementen, lehnt Swissnoso jede Verantwortung für die eventuellen Konsequenzen im Zusammenhang mit Fehlern in der Dosierung oder Anwendung von Medikamenten oder anderen Produkten ab.