

Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet light-emitting no-touch, portable device for disinfection of surfaces in operating rooms in the Policlinico University Hospital of Foggia, Italy, 2019. Preliminary results

Efficacia di un sistema di trattamento no-touch con unità mobile a luce UV pulsata allo Xeno per la disinfezione delle superfici nelle sale operatorie: risultati preliminari nel Policlinico Riuniti di Foggia, 2019

Martinelli D.^{1,2}, Villone G.¹, Fortunato F.^{1,2}, Fiorino G.³, Laurieri N.³, Prato R.^{1,2}, Dattoli V.¹

¹ Policlinico Riuniti University Hospital of Foggia, Foggia, Italy

² Department of Medical and Surgical Sciences, University of Foggia, Foggia, Italy

³ Item Oxygen S.R.L., Altamura (Ba), Italy

Keywords: Pulsed-xenon ultraviolet device; Environmental contamination; Operating rooms; Disinfection

Parole chiave: Luce UV pulsata allo Xeno; Contaminazione ambientale; Sale operatorie; Disinfezione

Abstract

Objectives: To evaluate the effectiveness and the frequency of use of a pulsed xenon ultraviolet light-emitting no-touch portable device (PX-UV), applied after perform current cleaning, in reducing environmental bacterial burden and the presence of pathogens on surfaces in the operating rooms at the Policlinico University Hospital of Foggia.

Design: Prospective before-and-after study with a follow up duration of four months, from May to August 2019.

Setting and participants: Two operating rooms of an Orthopaedic and a Neurosurgical ward in a 780-bed university hospital in the District of Foggia, Italy (about 600,000 inhabitants).

Main outcome measures: According to the hygienic standards proposed by the Italian Workers Compensation Authority (ISPESL), the total and the average bacterial load and the presence of six pathogens were evaluated between pre- and post- PX-UV use combined with routine manual cleaning.

Results: The PX-UV system was applied at five distinct time points: t1: start of the experiment, t2: after 28 days, t3: after 13 days, t4: after 7 days, and t5: after 8 days (t2-t5: 28 days in total). About 16-min of PX-UV cycle showed significant reduction in the level of environmental contamination by decreasing the mean colony count by 87.5%, compliant with the standard ($5 < X \leq 15$ CFU per plat). *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter baumannii* that had been isolated in some of the samplings before PX-UV were no longer detected after t1, t2 and t5 treatments. Before PX-UV, the mean colony count was similar between t1 and t2 ($p > 0.05$); after t3 and t4 treatments, it was lower before t5 in both the Orthopaedic and Neurosurgical operating rooms ($= -97\%$ and -75% , respectively; $p < 0,01$).

Conclusions: Implication for practice: PX-UV could supplement the standard cleaning process in reducing the microbial burden in the operating rooms and potentially achieving lower healthcare-associated surgical site infections rates.

Introduzione

Le pratiche essenziali dei Programmi di Prevenzione e Controllo delle Infezioni (IPC) rivestono un'importanza cruciale per garantire il funzionamento dei servizi assistenziali e ridurre la probabilità di infezione nei gruppi di popolazione più a rischio.¹ L'innalzamento dei livelli igienici nelle strutture sanitarie, incluse la decontaminazione, disinfezione, pulizia e sterilizzazione degli ambienti ospedalieri e delle apparecchiature, rappresenta, insieme alla promozione dell'igiene delle mani, la prima tra le cinque best buy riconosciute dall'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) per ridurre considerevolmente il costo economico e in termini di salute delle infezioni correlate all'assistenza (ICA) dovute a microrganismi resistenti agli antibiotici.²

Recenti studi sulla sopravvivenza di microrganismi patogeni nosocomiali hanno mostrato come *Staphylococcus aureus* meticillino-resistente (MRSA), enterococchi vancomicina-resistenti (VRE), *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp. mantengono la loro infettività su superfici inanimate e asciutte per un periodo che può variare da giorni a settimane, o a mesi come nel caso delle spore di *Clostridium difficile*.³⁻⁴ Le procedure di pulizia e disinfezione di routine (uso di detergenti e acqua per le superfici prima dell'applicazione di un disinfettante di uso ospedaliero) sono di norma considerate sufficienti al contenimento della contaminazione microbica degli ambienti. Diversi fattori, come la variabilità "inter-operatore" dell'applicazione delle misure di sanificazione, il tipo di materiale da trattare, il mancato rispetto delle indicazioni d'uso dei prodotti (tempi di applicazione, concentrazioni), possono però ridurre l'efficacia degli interventi o non essere in grado di prevenire i fenomeni di ricontaminazione.⁵⁻⁶ In particolare, la pulizia manuale non sempre è sufficiente ad eliminare agenti patogeni resistenti agli antibiotici responsabili di infezioni del sito chirurgico (SSI),⁷ tra le ICA le terze per frequenza in Italia (16%) secondo i dati dell'ultima indagine nazionale di prevalenza puntuale

2016/2017.⁸ Uno studio del 2012 ha mostrato come in ambienti operatori solo circa il 47% delle superfici del setting operatorio veniva correttamente disinfettato durante la pulizia eseguita tra gli interventi chirurgici o a fine giornata.⁹ Una successiva revisione della letteratura ha evidenziato che anche la contaminazione residua delle superfici delle sale operatorie può rappresentare un importante fattore di rischio per le SSI.¹⁰

Per rispondere a queste criticità, sono già disponibili o sono in sviluppo disinfettanti liquidi che possono integrare i metodi più tradizionali, come quelli potenziati a base di perossido di idrogeno, le combinazioni di acido peracetico e perossido di idrogeno, l'acqua elettrolizzata, il gas-plasma e le guaine polimeriche. Anche gli "auto-disinfettanti" di superficie impiegati per rivestire le apparecchiature con metalli pesanti, come rame o argento dalle innate proprietà antimicrobiche, sono oggetto di attenzione.⁵⁻⁶ Nell'ambito delle tecnologie più innovative, i recenti sistemi di decontaminazione "no-touch" (automatizzati), inclusi la generazione di aerosol o vapori di perossido di idrogeno, i dispositivi mobili che emettono luce ultravioletta continua o pulsata allo Xeno e le lampade a emissione di luce ad alta intensità a spettro ristretto (405 nm), hanno dimostrato un certo livello di efficacia. In particolare, gli strumenti portatili che utilizzano una lampada flash allo Xeno per generare luce ultravioletta ad ampio spettro e ad alta intensità (PX-UV) si stanno rivelando un'alternativa pratica per inattivare e uccidere batteri, spore e virus su superfici ad elevata frequenza di contatto nell'arco di 5 minuti o meno.⁷ Gli effetti germicidi dell'irradiazione UV, più marcati negli apparecchi a luce pulsata, provocano danni cellulari per fotoidratazione, fotosplitting, fotodimerizzazione e fotoreticolazione, inibendo quindi la replicazione microbica.¹¹

Le strutture ospedaliere che hanno integrato la disinfezione a luce UV nei loro protocolli operativi hanno effettivamente osservato una riduzione significativa del rischio di infezione da patogeni opportunisti. Nonostante siano quindi già disponibili prove di efficacia della tecnologia PX-UV in aggiunta alla pulizia manuale nelle aree ad altissimo rischio, con riduzione dei livelli di contaminazione batterica dal 60% a oltre l'80% nei diversi studi,^{7, 12-13} sono ancora pochi i dati real world sulle corrette modalità di impiego degli strumenti portatili PX-UV.

Questo studio ha avuto come obiettivo quello di valutare l'efficacia sul campo di un sistema automatizzato PX-UV applicato dopo sanificazione standard e di stimarne la frequenza d'uso necessaria per azzerare/minimizzare la contaminazione delle superfici nelle sale operatorie ad alto rischio del Policlinico Riuniti di Foggia.

Materiali e metodi

Disegno e modello dello studio

Tra maggio e agosto 2019, è stato condotto uno studio prospettico di tipo pre-post nelle sale operatorie dei reparti di Ortopedia e traumatologia e di Neurochirurgia del Policlinico Riuniti di Foggia, un'Azienda Ospedaliero Universitaria di terzo livello con 780 posti letto, che serve un bacino di utenza di oltre 600.000 persone.

La scelta di testare la tecnologia PX-UV in queste due sale operatorie è stata dettata da ragioni di carattere epidemiologico relative alla frequenza di ICA e al loro impatto sulla

sinistrosità, sui risarcimenti richiesti ed erogati e sui premi assicurativi versati. Le indagini di prevalenza puntuale condotte in Puglia tra il 2009 e il 2018 avevano infatti evidenziato un eccesso di frequenza di ICA nel Policlinico di Foggia, dato in parte attribuibile alla complessità della casistica trattata. In particolare, i reparti di Ortopedia e di Neurochirurgia mostravano tassi costantemente più elevati rispetto alle altre discipline, oltre che una maggiore ricorrenza di infezioni severe. Inoltre, un'analisi di benchmark tra il Policlinico Riuniti e altre e le altre aziende sanitarie clienti di un gruppo di intermediazione assicurativa condotta su dati 2009-2019 aveva evidenziato come il nosocomio foggiano presentava una proporzione di sinistri attribuibili a infezioni ospedaliere pari al 9,6%, a fronte del 5,4% registrato per gli altri enti messi a confronto. Nella medesima classifica, il Policlinico Riuniti occupava il quarto posto per frequenza di ICA e il terzo per indennizzi richiesti. In particolare, il reparto di Ortopedia era al primo posto per frequenza di sinistri denunciati e per entità dell'importo richiesto, mentre, complessivamente, le discipline di Ortopedia e di Neurochirurgia rendevano conto del 25% del totale delle richieste di risarcimento.

PX-UV device

È stata utilizzata una unità mobile PX-UV collegata in modalità wireless a una piattaforma digitale che consentiva di integrare da remoto le informazioni su volumi, tipologia di superfici presenti e frequenza di impiego negli ambienti da decontaminare con i dati relativi agli interventi chirurgici effettuati e con i risultati delle analisi di valutazione della carica batterica rilevata prima e dopo il trattamento PX-UV. Più in dettaglio, il dispositivo adoperato, di potenza media di alimentazione ≤ 1500 W, peso 50 kg, dimensioni 1000 x 530 x 400 mm, utilizzava una tecnologia ottica del plasma ad alta intensità, con lampade allo Xeno come sorgente di radiazioni ultraviolette (intervallo di irradiazione spettrale 200-1100 nm). L'unità era dotata di requisiti di sicurezza EN 61010-1: 2010, con un ritardo tra l'avvio della modalità emissione e il primo flash di 20 secondi. Una piattaforma digitale era collegata mediante QR Code contenenti tutte le informazioni relative all'ambiente da sanificare ed esposti all'ingresso, che l'addetto alla disinfezione acquisiva mediante smartphone prima dell'avvio del ciclo.

L'applicazione del device in studio è stata affiancata ai protocolli di disinfezione utilizzati di routine nelle sale operatorie del Policlinico di Foggia.

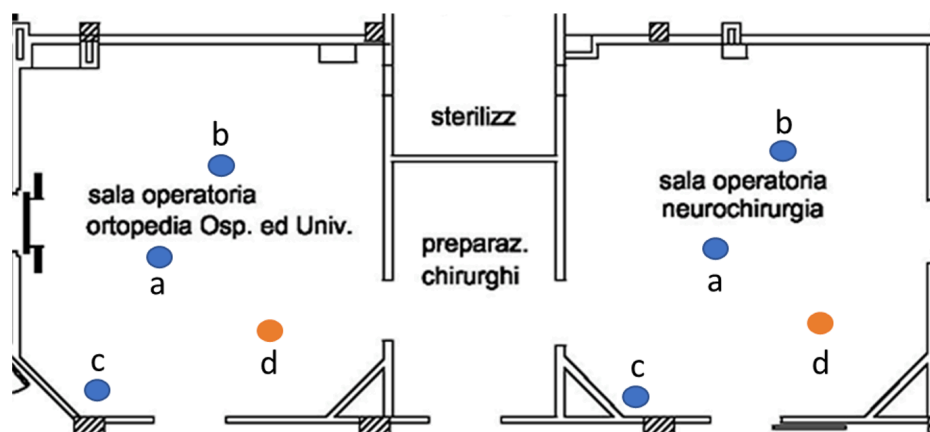
Procedure

Gli ambienti da sottoporre a decontaminazione sono stati codificati in base alla volumetria e alle superfici presenti mediante QR-code, che riportava anche informazioni relative alla durata del trattamento e al posizionamento del dispositivo PX-UV, secondo quanto previsto dal manuale d'uso (Tabella 1, Figura 1).

Tabella 1. Volumetria delle sale operatorie, definizione dei tempi di disinfezione PX-UV e delle superfici campionate e metodo di campionamento, Policlinico Riuniti di Foggia, maggio-agosto 2019

Sala operatoria	Volume (m ³)	Tempo Disinfezione	Superfici campionate	Metodo campionamento
Ortopedia	120	15'45"	Scialitica	Prelievo con spugna sterile su superficie di 5000 cm ²
			Ventilatore schermo destro	Prelievo con tampone sterile su superficie di 100 cm ²
			Parete bacheca utensili	Prelievo con spugna sterile su superficie di 2500 cm ²
Neurochirurgia	120	15'45"	Scialitica	Prelievo con spugna sterile su superficie di 8000 cm ²
			Ventilatore schermo destro	Prelievo con tampone sterile su superficie di 100 cm ²
			Parete bacheca utensili	Prelievo con spugna sterile su superficie di 2500 cm ²

Figura 1. Planimetria delle sale operatorie del Policlinico Riuniti di Foggia, superfici campionate e posizionamento del sistema PX-UV, maggio-agosto 2019



a: scialitica, b: ventilatore schermo destro, c: parete bacheca utensili, d: posizionamento del dispositivo portatile

I campionamenti microbiologici sono stati eseguiti in base al protocollo predisposto dal laboratorio di riferimento. In ogni ambiente sono state selezionate tre superfici da campionare; i prelievi sono stati effettuati con spugne/tamponi sterili come descritto in Tabella 1.

In osservanza dei requisiti di sanificazione definiti dalle linee guida dell'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro (ISPESL) per le Sale Operatorie 2009,14 sono state misurate la carica batterica totale (con metodiche ISO 18593:2004, UNI EN ISO 4883-1:2013) e la presenza di: *Aspergillus* spp. (ISO 18593:2004, agar selettivo), *Escherichia coli* (ISO 18593:2018, ISO 16649-2:2001), *Staphylococcus aureus* (ISO 18593:2004, agar selettivo), *Klebsiella* spp. (ISO 18593: 2004, agar selettivo), *Acinetobacter baumannii* (ISO 18593:2004, agar selettivo) e *Clostridium perfringens* (ISO 18593:2004, agar selettivo).

Analisi statistica

La carica batterica media (CBM), calcolata come media delle Unità Formanti Colonie (UFC)/piastra per campionamento per superficie, è stata utilizzata quale indice di contaminazione dell'intero ambiente^{7, 15} e classificata secondo le linee guida ISPESL per le Sale Operatorie 2009.

Per confrontare i valori di carica batterica pre- e post-trattamento e tra i trattamenti PX-UV sono stati utilizzati test non-parametrici (Kruskal-Wallis; Wilcoxon); le differenze () pre/post e tra trattamenti sono state espresse come valori percentuali.

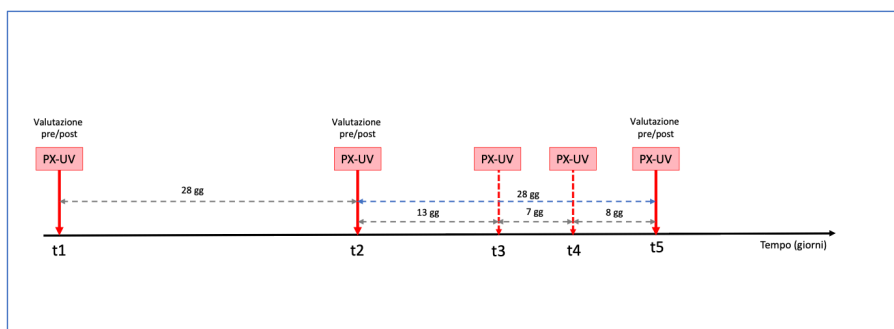
L'effetto sulla carica batterica media del numero di interventi chirurgici effettuati nelle due sale operatorie nei 28 giorni precedenti il trattamento PX-UV è stato valutato con modelli di regressione lineare (metodo dei minimi quadrati). Sono stati utilizzati coefficienti di regressione con i relativi intervalli di confidenza al 95% (IC 95%) per stimare la CBM attribuibile a ogni intervento chirurgico eseguito nelle due sale e misurare l'impatto dei trattamenti PX-UV, escludendo il possibile confondimento legato al numero degli interventi. Infine, è stato scelto come riferimento il limite superiore degli IC 95% dei coefficienti di regressione per stimare il numero di interventi oltre il quale verrebbero superati i livelli di CBM classificati come "accettabili" dalla linea guida ISPESL per le Sale Operatorie 2009.

Sono stati considerati statisticamente significativi valori di $p < 0,05$. L'analisi statistica è stata eseguita con il software GraphPad.

Risultati

Tra maggio e agosto 2019, nelle sale due operatorie dei reparti di Ortopedia e di Neurochirurgia del Policlinico Riuniti di Foggia sono stati eseguiti cinque trattamenti con il sistema PX-UV, a intervalli di tempo gradualmente più ravvicinati: a distanza di 28 giorni tra la sanitizzazione a tempo (t1) e t2, di 13 giorni tra t2-t3 e di 7 e 8 giorni rispettivamente tra t3-t4 e tra t4-t5 (=28 giorni tra t2 e t5, Figura 2).

Figura 2. Tempistica dei trattamenti PX-UV* eseguiti nelle sale operatorie dei reparti di Ortopedia e di Neurochirurgia del Policlinico Riuniti di Foggia, maggio-agosto 2019



*in aggiunta alla pulizia standard

Per valutare l'efficacia della disinfezione con PX-UV è stata condotta una valutazione pre/post ai tempi t1, t2 e t5, eseguendo i campionamenti prima degli interventi routinari di pulizia e dopo l'impiego del device portatile in associazione alle normali procedure di sanitizzazione. Nella sala operatoria di Ortopedia, al tempo t1, la carica batterica media era rispettivamente pari a 145 UFC/piastra prima del trattamento e a 12 UFC/piastra dopo il trattamento (= -91,7%, $p < 0,01$); a t2, la CBM era di 122 UFC/piastra pre-trattamento e di 14 UFC/piastra post-trattamento (= -88,5%, $p < 0,01$); a t5, la CBM pre-trattamento era pari a 8 UFC/piastra, quella post-trattamento a 1 UFC/piastra (= -87,5%, $p < 0,01$). Nella sala operatoria di Neurochirurgia, a t1, la CBM pre-trattamento era pari a 179 UFC/piastra e quella post-trattamento a 9 UFC/piastra (= -95%, $p < 0,01$); a t2, la CBM pre-trattamento era di 219 UFC/piastra, quella post-trattamento di 13 UFC/piastra (= -94,1%, $p < 0,01$); a t5, la CBM pre-trattamento era pari a 99 UFC/piastra, in post-trattamento 2 UFC/piastra (= -98%, $p < 0,01$ - Tabella 2). In entrambe le sale operatorie, i valori della CBM post-trattamento a t1 e t2 risultavano entro i limiti soglia considerati accettabili ($5 < X \leq 15$ UFC/piastra) dalle linee guida ISPESL e al di sotto del valore atteso di conformità (≤ 5 UFC/piastra) dopo la sanitizzazione a t5 (Tabella 2).

Tabella 2. Carica batterica totale nei punti di campionamento e carica batterica media (UFC/piastra) prima e dopo il trattamento con sistema PX-UV* (t1, t2 e t5) nelle sale operatorie del Policlinico Riuniti di Foggia, maggio-agosto 2019

Sala operatoria	Superficie campionata	Carica batterica totale t1			Carica batterica totale t2			Carica batterica totale t5		
		pre PX-UV	post PX-UV	Δ	pre PX-UV	post PX-UV	Δ	pre PX-UV	post PX-UV	Δ
Ortopedia	Scialitica	35	11	-68,6%	140	32	-77,1%	9	1	-88,9%
	Ventilatore schermo destro	50	3	-94,0%	16	0	-100,0%	6	0	-100,0%
	Parete bacheca utensili	350	22	-93,7%	210	11	-94,8%	10	1	-90,0%
	Carica batterica media	145	12	-91,7%	122	14	-88,5%	8	1	-87,5%
Neurochirurgia	Scialitica	173	3	-98,3%	170	11	-93,5%	40	1	-97,5%
	Ventilatore schermo destro	34	13	-61,8%	17	6	-64,7%	37	0	-100,0%
	Parete bacheca utensili	330	10	-97,0%	470	21	-95,5%	220	4	-98,2%
	Carica batterica media	179	9	-95,0%	219	13	-94,1%	99	2	-98,0%

*in aggiunta alla pulizia standard

A valle delle sanitizzazioni a t1, t2 e t5, Staphylococcus aureus e Acinetobacter baumannii identificati in alcuni campionamenti pre-intervento non venivano più riscontrati in post-trattamento (Tabella 3).

Non sono state registrate differenze statisticamente significative della CBM pre-trattamento tra t1 e t2 ($p > 0,05$). Dopo le sanitizzazioni PX-UV eseguite a t3 e t4 (Figura 2), la CBM pre-trattamento è risultata più bassa a t5 rispetto a t1/t2, sia nella sala operatoria del reparto di Ortopedia (= -97%, $p < 0,01$) che in quella del reparto di Neurochirurgia (= -75%, $p < 0,01$) (Tabella 2).

Ai tempi t1 e t2, in entrambe le sale operatorie, è stata osservata una correlazione lineare (coefficiente di determinazione $0,5 < R^2 < 0,8$, $p < 0,05$) tra la CBM pre-sanitizzazione e il numero cumulativo di interventi chirurgici eseguiti nei 28 giorni precedenti il trattamento PX-UV. La CBM attribuibile a ogni singolo intervento chirurgico è stata stimata pari a 0,82 UFC/piastra (IC 95%: 0,01-1,17) nella sala operatoria di Ortopedia e a

2,61 UFC/piastra (IC 95%: 0,10-5,12) nella sala operatoria di Neurochirurgia. In assenza di sanitizzazioni PX-UV intermedie, ai 123 interventi chirurgici di Ortopedia effettuati nei 28 giorni tra t2 e t5 sarebbe stata attribuibile una CBM di 101 UFC/piastra (IC 95%: 1-143), 12,6 volte superiore a quella effettivamente registrata. Analogamente, per i 57 interventi di Neurochirurgia eseguiti tra t2 e t5, la CBM potenziale sarebbe stata di 149 UFC/piastra (IC 95%: 5-292), 1,5 volte superiore a quella misurata. Il numero di interventi chirurgici dopo i quali verrebbe superata la soglia della CBM "accettabile" è stato stimato pari a 15 per la sala operatoria del reparto di Ortopedia e pari a 3 per quella del reparto di Neurochirurgia.

Discussione

La nostra esperienza preliminare sull'applicazione di dispositivi mobili a luce pulsata UV in aggiunta alle normali procedure di pulizia ha dimostrato la loro utilità nel ridurre drasticamente la carica microbica superficiale in ambienti ad altissimo rischio di infezioni come le sale operatorie. Un ciclo di trattamento della durata di poco meno di 16 minuti ha rivelato un'efficacia superiore all'87,5% nel diminuire la CBM e riportare la contaminazione ambientale entro i limiti di accettabilità definiti dalle linee guida ISPESL (Tabella 3).

Tabella 3. UFC/piastra per specie microbiche ricercate* nei punti di campionamento prima e dopo il trattamento con sistema PX-UV** (t1, t2 e t5) nelle sale operatorie del Policlinico Riuniti di Foggia, maggio-agosto 2019

t1		<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Acinetobacter baumannii</i>	
Sala operatoria	Superficie campionata	pre PX-UV	post PX-UV	pre PX-UV	post PX-UV
Ortopedia	Scialitica	100	<1	<1	<1
	Ventilatore schermo destro	<1	<1	<1	<1
	Parete bacheca utensili	200	<1	<1	<1
Neurochirurgia	Scialitica	300	<1	100	<1
	Ventilatore schermo destro	10	<1	<1	<1
	Parete bacheca utensili	<1	<1	<1	<1
t2		<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Acinetobacter baumannii</i>	
Sala operatoria	Superficie campionata	pre PX-UV	post PX-UV	pre PX-UV	post PX-UV
Ortopedia	Scialitica	<1	<1	<1	<1
	Ventilatore schermo destro	<1	<1	<1	<1
	Parete bacheca utensili	<1	<1	<1	<1
Neurochirurgia	Scialitica	<1	<1	<1	<1
	Ventilatore schermo destro	<1	<1	<1	<1
	Parete bacheca utensili	<1	<1	<1	<1
t5		<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Acinetobacter baumannii</i>	
Sala operatoria	Superficie campionata	pre PX-UV	post PX-UV	pre PX-UV	post PX-UV
Ortopedia	Scialitica	<1	<1	<1	<1
	Ventilatore schermo destro	<1	<1	<1	<1
	Parete bacheca utensili	<1	<1	<1	<1
Neurochirurgia	Scialitica	200	<1	<1	<1
	Ventilatore schermo destro	<1	<1	<1	<1
	Parete bacheca utensili	100	<1	<1	<1

**Aspergillus spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Clostridium perfringens* pre- post PX-UV: <1 UFC/piastra

**in aggiunta alla pulizia standard

Questi risultati appaiono coerenti con quelli di studi analoghi. Un lavoro pubblicato nel 2017 mostrava come la combinazione di pulizia manuale standard con un ciclo di disinfezione PX-UV di appena 2 minuti fosse in grado di ridurre di almeno il 70% la carica batterica sulle superfici delle sale operatorie rispetto alla sola sanificazione di routine.⁷ Una ricerca del 2018 rivelava come dopo il trattamento PX-UV la proporzione di superfici degli ambienti operatori ancora contaminate scendeva al 38% rispetto al 67% registrato dopo la sola pulizia manuale.¹⁵

L'efficacia del sistema PX-UV dovrebbe essere massima quando la contaminazione ambientale rappresenta un fattore critico nella trasmissione di patogeni specifici,¹⁶ nel nostro studio è stata eliminata con successo anche la carica di enterococchi, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium difficile* dalle superfici delle sale operatorie. Alcuni Autori avevano già riportato come il trattamento con PX-UV risultasse 16 volte più efficace della pulizia manuale nell'eliminazione di MRSA e battericida al 100% nei confronti di VRE.^{17, 18} Esistono inoltre diverse prove di efficacia dell'utilizzo di PX-UV in combinazione, ad esempio, con composti dell'ammonio quaternario nel rimuovere il 95% delle spore di *C. difficile* rispetto ad una riduzione del 70% rilevata dopo disinfezione di stanze di degenza con ipoclorito di sodio.¹⁹

Un recente studio condotto in un ospedale universitario giapponese, oltre ad evidenziare l'efficacia diretta della luce pulsata allo Xeno nell'abbattere la carica microbica sulle superfici di un ulteriore 59% dopo una diminuzione dell'81% ottenuta con la pulizia manuale, ha dimostrato l'effetto di questa tecnologia sulla trasmissione di microrganismi multifarmaco-resistenti in un reparto ad altissimo rischio, come quello di terapia intensiva. Lo studio riporta come, dopo l'introduzione del sistema PX-UV, l'incidenza delle infezioni da *S. aureus* meticillino-resistente sia passata da 13,8 a 9,9 per 10.000 giorni/paziente, quella delle infezioni da *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenemi e chinoloni da 48,5 a 18,1 per 10.000 giorni/paziente.¹⁶

L'adozione regolare di questo approccio per l'innalzamento dei livelli igienici nelle strutture ospedaliere e il contenimento delle ICA, come quelle del sito chirurgico, può inoltre impattare considerevolmente sui costi dell'assistenza.⁷ Sul versante assicurativo, ad esempio, per effetto della piena applicazione della tecnologia PX-UV integrata nel "Sistema di sanitizzazione intelligente" è stato possibile prevedere, sulla base delle stime effettuate a partire dai dati raccolti in questa prima esperienza e condivise con il broker, un accordo che porti a una rinegoziazione del premio corrispondente a una riduzione di circa il 6% annuo.

Anche in quest'ottica, risulta importante disporre di dati sulla frequenza d'uso necessaria per minimizzare la contaminazione delle superfici. Nel corso del nostro studio, sono state eseguite cinque sanitizzazioni con PX-UV su 229 interventi chirurgici ortopedici e 123 interventi neurochirurgici, la cui frequenza è stata progressivamente tarata in base alle informazioni fornite dal modello integrato di raccolta e analisi, passando da un trattamento ogni 28 giorni a uno ogni 7/8 giorni. In particolare, la valutazione dell'impatto sulla carica microbica del numero di interventi chirurgici effettuati ha consentito di avvalorare la correlazione tra aumento della frequenza di trattamenti a luce pulsata allo Xeno e riduzione della contaminazione registrata prima dell'ultimo trattamento, eliminando l'elemento confondente legato all'entità di utilizzo delle sale operatorie. Nelle stime più conservative, nel rispetto delle linee guida ISPESL,¹⁴ per

mantenere la contaminazione ambientale al di sotto della soglia di 15 UFC/piastra potrebbe essere sufficiente eseguire un trattamento PX-UV ogni 15 interventi chirurgici ortopedici e uno ogni tre interventi neurochirurgici. Ulteriori studi condotti in altri setting di assistenza e in altri nosocomi potranno contribuire a definire con maggiore precisione questo parametro. Alcuni autori, ad esempio, suggeriscono che i sistemi PX-UV portatili potrebbero essere utilizzati con regolarità nelle sale operatorie alla fine di ogni intervento, stimando cicli di pochi minuti sufficienti per eliminare il 70% e oltre della carica batterica sulle superfici inanimate ad elevata frequenza di contatto, con conseguente maggiore turnover degli spazi.⁷

Il nostro studio presenta alcuni limiti come il basso numero di superfici campionate prima e dopo il trattamento PX-UV, legato alla necessità di interferire il meno possibile con le attività delle sale operatorie dove la programmazione non può essere ritardata. Per questo, la CBM potrebbe non essere pienamente informativa dei livelli di contaminazione mentre, come suggerito da alcuni autori, diverse tipologie di superfici ad elevata frequenza di contatto come pavimenti, interruttori della luce, maniglie di armadietti e maniglie delle porte potrebbero essere meritevoli di valutazione in studi futuri. Inoltre, non aver effettuato campionamenti subito dopo la pulizia routinaria prima del trattamento PX-UV non ha consentito di stimare l'effetto diretto della nuova tecnologia, ma solo la sua azione combinata alle procedure correnti. Infine, nella nostra esperienza non sono stati considerati outcome clinici da mettere in relazione ai risultati delle valutazioni microbiologiche. Già diverse ricerche hanno suggerito come la disinfezione PX-UV dopo la pulizia manuale possa ridurre le infezioni del sito chirurgico,¹⁵ ma ulteriori prove saranno necessarie per quantizzare l'impatto della luce pulsata allo Xeno sul numero di ICA realmente prevenute, anche alla luce del suo impiego in condizioni straordinarie come l'attuale emergenza COVID-19.²⁰

In conclusione, i nostri risultati suggeriscono che l'integrazione delle procedure di pulizia standard con un sistema PX-UV portatile rappresenta un approccio promettente per la disinfezione delle superfici nelle sale operatorie, da impiegarsi con elevata frequenza per ridurre il rischio di infezioni del sito chirurgico e i costi ad esse correlati.

Bibliografia

1. European Centre for Disease Prevention and Control. Infection prevention and control for COVID-19 in healthcare settings - Second update. 31 March 2020. Stockholm, ECDC, 2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/infection-prevention-and-control-and-preparedness-covid-19-healthcare-settings>
2. Organisation for Economic Co-operation and Development. Stemming the Superbug Tide - Just A few Dollars More, 2018. Paris, OECD, 2018. Disponibile all'indirizzo: <https://www.oecd.org/health/stemming-the-superbug-tide-9789264307599-en.htm>
3. Hota B. Contamination, Disinfection, and Cross-Colonization: Are Hospital Surfaces Reservoirs for Nosocomial Infection? *Clin Infect Dis* 2004;39(8):1182-1189.
4. Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis* 2006;6:130.

5. Boyce JM. Modern Technologies for Improving Cleaning and Disinfection of Environmental Surfaces in Hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control* 2016;5:10
6. Caselli E, D'Accolti M, Vandini A, et al. Impact of a Probiotic-Based Cleaning Intervention on the Microbiota Ecosystem of the Hospital Surfaces: Focus on the Resistome Remodulation. *PLoS One* 2016;11(2):e0148857
7. Haddad LE, Ghantaji SS, Stibich M, et al. Evaluation of a pulsed xenon ultraviolet disinfection system to decrease bacterial contamination in operating rooms. *BMC Infect Dis* 2017;17(1):672.
8. Università degli studi di Torino. Studio di prevalenza italiano sulle infezioni correlate all'assistenza e sull'uso di antibiotici negli ospedali per acuti - protocollo ECDC - Report italiano PPS2 (Point Prevalence Survey) 2016-2017. Roma, Ministero della Salute, 2018. Disponibile all'indirizzo: http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=2791
9. Munoz-Price LS, Birnback DJ, Lubarsky DA, et al. Decreasing operating room environmental pathogen contamination through improved cleaning practice. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012; 33(9):897-904.
10. Yezli S, Barbut F, Otter JA. Surface Contamination in Operating Rooms: A Risk for Transmission of Pathogens? *Surg Infect (Larchmt)* 2014;15(6):694-9.
11. Casini B, Tuvo B, Cristina ML, 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):3572.
12. Simmons SE, Stachowiak J, Stibich M, Croteau M. Using pulsed xenon ultraviolet to decrease contamination in operating rooms during terminal cleaning. *Am J Infect Control* 2013;41(6):S3435.
13. Fridman A, Bruno-Murtha LA, Osgood R, McAllister J. Decreasing operating room contamination of surfaces and air with pulsed xenon ultraviolet disinfection. *Am J Infect Control*. 2013;41(6):S36.
14. Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro. Linee guida sugli standard di sicurezza e di igiene del lavoro nel reparto operatorio 2009. Roma, ISPESL, 2009. Disponibile all'indirizzo: <https://www.inail.it/cs/internet/docs/linee-guida-igiene-reparto-operatorio.pdf?section=attivita>
15. Simmons S, Dale CJ, Holt J, et al. Environmental effectiveness of pulsed-xenon light in the operating room. *Am J Infect Control* 2018;46(9):1003-1008.
16. Morikane K, Suzuki S, Yoshioka J, et al. Clinical and microbiological effect of pulsed xenon ultraviolet disinfection to reduce multidrug-resistant organisms in the intensive care unit in a Japanese hospital: a before-after study. *BMC Infect Dis* 2020;20(1):82.
17. Jinadatha C, Quezada R, Huber TW, Williams JB, Zeber JE, Copeland LA. Evaluation of a pulsed-xenon ultraviolet room disinfection device for impact on contamination levels of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *BMC Infect Dis* 2014;14:187.
18. Stibich M, Stachowiak J. The microbiological impact of pulsed xenon ultraviolet disinfection on resistant bacteria, bacterial spore and fungi and viruses. *South. Afr J Infect Dis* 2016;31:12-5.

19. Ghantaji SS, Stibich M, Stachowiak J, et al. Noninferiority of pulsed xenon ultraviolet light versus bleach versus for reducing environmental *Clostridium difficile* contamination on high-touch surfaces in *Clostridium difficile* isolation rooms. *J Med Microbiol* 2015;64(Pt 2):191-4.
20. Simmons SE, Carrion R, Alfson KJ 2, et al. Deactivation of SARS-CoV-2 with pulsed-xenon ultraviolet light: Implications for environmental COVID-19 control. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2020;1-4. doi: 10.1017/ice.2020.399. Online ahead of print.

Autore per corrispondenza:

Dr. D. Martinelli

Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche, Università degli Studi di Foggia

U.O.C. Igiene universitaria, Ospedale “Colonnello d’Avanzo”, Policlinico Riuniti di Foggia

Viale degli Aviatori, 2 - 71122 - Foggia

Tel.: +39 (0)881 773091

E-mail: domenico.martinelli@unifg.it