

## ■Research brief

## 腹部エコープローブにおける紫外線照射による殺菌効果の検討

神明 朱美、小林 寛伊、梶浦 工

東京医療保健大学大学院

## Evaluation of Ultraviolet for Disinfection of Abdominal Ultrasound Transducers

Akemi Shimmei, Hiroyoshi Kobayashi, Takumi Kajiura

Division of Infection Prevention and Control, Tokyo Healthcare University Postgraduate School

## 1. はじめに

超音波診断に使用する腹部エコープローブは、ノンクリティカル器具<sup>1)</sup> (non-critical items) に分類される。音響レンズ部の浸漬消毒は故障の原因となるため低水準消毒薬による清拭消毒が一般的であるが、推奨される消毒方法や薬剤はメーカーにより異なっている。またその清拭手技は用手であり、手技には個人差があり十分な消毒が行えていない場合がある。

*Staphylococcus aureus* 保菌者の診察後、清拭等の処理を施さない腹部エコープローブからは 95%と同様の確立で、しばしばの *S.aureus* が検出されたと報告されている<sup>2-3)</sup>。

今回、清拭に代わるエコープローブの再生方法として新たに開発された紫外線(Ultraviolet; UV)照射器械に着目した。UV 光は波長により3つに分類され、280nm 未満の UV-C は殺菌性のある波長範囲と呼ばれ、細菌、ウイルス、ならびに原生オーシスト等を不活性化する<sup>4-6)</sup>。固体や光吸収体には浸透せず、その主要な使用目的は表面殺菌である<sup>7)</sup>。このたび、腹部エコープローブの清拭に変わる処理方法として、当該 UV 照射器械の殺菌効果について検証した。

## 2. 方 法

実験に用いた UV 照射器械 (Antigermix S1<sup>®</sup>

Germitec) の外観を図1に示す。UV 照射波長は 254nm をピークとして 200~280nm に設定されている。UV 照射塔は四隅に各1本と床面2本の計6本が配置され、内面の上下左右面に反射板を有し、中心部に設置される被対象物には全方向から UV が照射されるよう設計されている。運転工程は CYCLE I ; 60s、CYCLE II ; 180s の2種類があり、今回は CYCLE II を選択した。照射量を測定するセンサーが庫内2箇所に設置され実施毎にデータが計測されるが CYCE II の1回の UV 照射平均量は、



図1 検討に用いた紫外線照射器械 (Antigermix S1<sup>®</sup> Germitec)

約 7000mJ/cm<sup>2</sup>である。

腹部エコープローブにはコンベックス型の UST-9123<sup>®</sup> (ALOKA) を用いた。超音波出力部 (ヘッド) からハンドル部まで縦 11×横 9×厚さ 2.3cm である。UV 照射器械内に設置するため、腹部エコープローブのハンドル上部に専用コネクタを装着して試験に供した (図 2、3)。

供試菌には *Staphylococcus aureus* ATCC6538、*Escherichia coli* ATCC10536、および *Candida albicans* ATCC10231 を用いた。一夜培養した菌体をリン酸緩衝液に懸濁した各菌液を、超音波診断時に使用するジェル (Echo Jelly<sup>®</sup> Aloka) に混合し、約 10<sup>6</sup> CFU の各菌を含有するジェルをそれぞれ調製した。この 0.5g をプローブのヘッドとハンドルに滅菌手袋を装着した指で塗り広げた。この汚染プローブを対象に、滅菌精製水 5mL で浸した滅菌ガーゼ 1 枚で清拭したもの、清拭せず照射器械に



図 2 腹部エコープローブ (UST-9123<sup>®</sup> ALOKA) とコネクタ



図 3 紫外線照射器械に腹部エコープローブ設置

設置し UV 照射のみ行ったもの、および清拭後に照射器械に設置し UV 照射を行ったもの、の 3 種の方法で処理した。各処理後のプローブは滅菌バック 4.5"×9" (Fisher Scientific) に入れ、リン酸緩衝液 20mL を注入して揉みこみ回収後、同緩衝液で適宜希釈した各液の 0.1mL をトリプトソイ寒天培地に塗末して 30°C72 時間まで培養した。処理を行わず回収したものを対照とし各 3 回実施した。培養後の発育コロニーを計測し、プローブあたりの菌数を求め、各処理における菌数減少値を算出した。

なお UV 照射による殺菌効果に及ぼす菌量および塗布ジェル量の影響を調べるため、*C. albicans* を用い、菌量についてはジェルあたり約 10<sup>5</sup> CFU、約 10<sup>6</sup> CFU、および約 10<sup>7</sup> CFU となるよう調製したジェル 0.5g を、塗布ジェル量についてはジェルあたり約 10<sup>6</sup> CFU となるよう調製したジェル 0.5、1、および 2g を、それぞれ上述同様にプローブに塗布後、UV 照射のみの処理を実施し、以後同様に回収、培養したのち、菌数減少値を算出した。

### 3. 結 果

清拭、UV 照射、および清拭後 UV 照射の各処理による菌数ならびに減少値を菌種ごとにまとめた結果を表 1 に示す。*S. aureus* および *E. coli* に対しては、清拭では 1.28～1.41log の菌数減少にとどまったが、UV 照射および清拭後 UV 照射ではともに 4log 以上 (検出限界) の減少を示した。*C. albicans* に対しては、清拭では 1.05log、UV 照射では 2.45log の菌数減少にとどまったが、清拭後 UV 照射では 3.56log (検出限界) の減少を示した。

UV 照射による菌数減少効果に及ぼす *C. albicans* の菌量の影響について、結果を表 2 に示した。処理前想定菌数 10<sup>5</sup>、10<sup>6</sup> および 10<sup>7</sup> CFU (実測 4.50、5.50、6.50log CFU) の各減少値 (平均) はそれぞれ 2.10、2.28 および 2.51log を示し、負荷菌量の増加に伴い UV 照射による菌数減少効果は向上する傾向にあった。

同様に、ジェル量の及ぼす影響について、結果を表 3 に示した。ジェル量 0.5、1、2g のときの各減少値 (平均) はそれぞれ 2.28、1.78、1.52 log を示し、ジェル量の増加に伴い UV 照射による菌数減少効果は減少する傾向にあった。

表1 UV 殺菌効果の与える菌種の影響と清拭効果 (n=3)

菌種		プローブ中の菌数 (log CFU)				Log reduction
		処理前		処理後		
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均
<i>S. aureus</i>	清拭	6.64	0.09	5.23	0.09	1.41
	UV			<2.30*	-	>4.34
	清拭+UV			2.40	0.17	4.20
<i>E. coli</i>	清拭	6.64	0.06	5.36	0.13	1.28
	UV			<2.30	-	>4.34
	清拭+UV			2.60	0.52	4.04
<i>C. albicans</i>	清拭	5.86	0.06	4.81	0.10	1.05
	UV			3.41	0.99	2.45
	清拭+UV			<2.30	-	>3.56

\*<2.30； 検出限界（菌不検出）であることを示す。

表2 UVの殺菌効果に及ぼす菌量の影響 (n=3)

想定菌数	プローブ中の菌数 (log CFU)			Log reduction
	処理前	処理後		
		平均	標準偏差	平均
10 <sup>5</sup> CFU	4.50	2.40	0.17	2.10
10 <sup>6</sup> CFU	5.50	3.22	0.32	2.28
10 <sup>7</sup> CFU	6.50	4.00	0.57	2.51

\*想定菌数 10<sup>5</sup> CFU および 10<sup>7</sup> CFU の処理前菌数 (log CFU) は、同 10<sup>6</sup> CFU の実測値 (5.50log CFU) から計算して算出。

表3 UV 殺菌効果に対するジェル量の影響 (n=2)

ジェル量	プローブ中の菌数 (log CFU)			Log reduction
	処理前	処理後		
		平均	標準偏差	平均
0.5g	5.50	3.22	0.32	2.28
1g	5.81	4.03	0.12	1.78
2g	6.11	4.59	0.02	1.52

\*ジェル量 1 および 2g の処理前菌数 (log CFU) は、同 0.5g の実測値 (5.50log CFU) から計算して算出

#### 4. 考 察

腹部プローブの再生処理として従来おこなわれている清拭のみの除菌効果は90%程度であった。今回の清拭には低水準消毒薬は用いなかったが、物理的な清拭処理だけでは菌はプローブ上に残留することが確認された。一方で、清拭を行わずジェルが残存している状態においても、*S. aureus* および *E. coli* に対しては、当該器械3分間の UV 照射のみで不検出とするまでの減菌効果が得られた。なおこれら2菌種については清拭後 UV 照射でわずかな菌数(プローブあたり2および8CFU)が検出されたが、これは回収作業時の2次汚染の可能性が高い。他方で *C. albicans* に対しては、UV 照射だけでは菌の残留が認め

られ、清拭後 UV 照射において不検出となった。UV 感受性は菌種により相違があることが示されているが<sup>8-9)</sup>、この結果からもそれが示唆され、UV 照射処理においては留意すべき点である。また *C. albicans* を用いた UV 照射の菌数減少効果への影響は、菌量が高いほど、またジェル量が少ないほど、その減少効果は高くなる傾向がみられた。試験連数少なく精査する必要があるが、UV 照射による殺菌効果は表面に留まる<sup>7)</sup> ことを勘案すると、照射前にジェルをできるだけ除去することが UV の照射効果を向上させるために重要である。

UV 照射は、処理時間が短く、簡便で手に比べ安定した消毒結果が期待できる一方、その効果は表面に限定され、菌種によって異なることも考慮し、腹部プローブの再生方法としては、従来の清拭の後に UV 照射を併用

することが望ましく、その限りにおいては、UV 照射は  
 妥当な処理方法であると考える。

利益相反：実験に供した紫外線殺菌器械 (Antigermix S1<sup>®</sup>  
 Germitec) は、貸借したものである。また、共著者の HK  
 は吉田製薬、サラヤ、サクラ精機のコンサルタント、TK  
 は吉田製薬社員であり、その他には開示すべきものはな  
 い。

#### ■引用文献

- 1) 小林寛伊, 大久保憲, 尾家重治. 消毒・滅菌の基本. 小林寛伊編  
 集. 新版, 消毒と滅菌のガイドライン. 東京:へるす出版 2011;  
 8-43.
- 2) G. Kac , M. Gueneret , A. Rodi , E. Abergel , C. Grataloup ,N.  
 Denari'e , et al. Evaluation of a new disinfection procedure for  
 ultrasound probes using ultraviolet light. *Journal of Hospital  
 Infection* 2007; 65:163-168
- 3) Ohara T, Itoh Y, Itoh K. Contaminated ultrasound probes : a source of  
 nosocomial infections. *J Hosp Infect* 1999; 43: 73.
- 4) Coohill, T,P,Sagripanti, J,L. Overview of the inactivation by 254nm  
 ultraviolet radiation of bacteria with particular relevance to  
 biodefense. *Photochem,Photobiol* 2008;84:1084-1090
- 5) McDevitt JJ,et al. Characterization of UVC light sensitivity of  
 vaccinia virus . *Appl Environment Microbiol* 2007; 73:5760-5766
- 6) Hijnen, W A ,et al. Inactivation credit of UV radiation for viruses,  
 bacteria and protozoan(oo) cysists in water:a review. *Water  
 Reseah.*2006; 40:3-2
- 7) Gardner,JF, Peel,MM, Introduction to Sterilization,Disinfection  
 Control.2<sup>nd</sup>ed. Churchill Livingstone,Edinburg. 1981
- 8) 新谷英晴. UV 滅菌・殺菌についてーその原理と応用. *日本防菌  
 防黴学会誌* 2015;43:167-171
- 9) Coohill,TP, Sagropanti, JI. Bacterial inactivation by soler ultraviolet  
 radiation. *Photochemistry Photobiology* 2009;85:1043-1052