

Disinfection Effect of Film Cassettes by Ultraviolet Irradiation

Dae Cheol Kweon, Peom Park

Ajou University

자외선을 이용한 Film Cassette의 소독 효과

권대철 · 박범

아주대학교

(2001년 1월 10일 접수, 2001년 8월 27일 채택)

Abstract - A bacteria infection on film cassette contact surface was examined at the diagnostic radiology department. Studies have demonstrated a bactericidal effect of ultraviolet irradiation, and to assess the contamination level on film cassette contact surface as a predictor of patient prevent from nosocomial infection. The study showed that the laboratory result was identified non-pathologic and pathologic bacterial in the five different cassette size of the contact surface. Film cassettes were exposed to ultraviolet light for 1, 2 and 3 minutes. Ultraviolet light disinfection practices suitable for bacteria. The study concludes that presence of a bacterial infection will prevent a using antiseptic technique on film cassette contact surface. In conclusion, ultraviolet irradiate on film cassette over the surface more than 2 minutes. Ultraviolet dose of $1565 \mu W \cdot s/cm^2$ in 30 second relative to ultraviolet dose in time.

Key words : Film cassette, Disinfection, Ultraviolet, Dose, Nosocomial infection

요약 - 본 연구에서는 진단방사선과에서 사용하는 필름카세트에 자외선을 조사하여 소독효과를 알아보기 위해 필름카세트의 자외선 조사 전·후의 동정과 응고효소검사 (Coagulase test)와 선량을 측정하였다. 필름카세트에 자외선을 1분, 2분, 3분 간격으로 조사 후에 세균을 동정하여 자외선이 세균을 불활성화 하는데 자외선 조사시간은 2분 이상이 필요하다. 자외선 조사시의 선량을 30초 간격으로 측정하였다. 자외선 조사시의 30초에서 선량은 $1565 \mu W \cdot s/cm^2$ 이었다. 자외선 선량은 시간에 선량이 정비례하였다. 이를 통하여 병원감염의 예방과 병원감염관리의 활성화를 위한 기초자료를 마련하고, 병원감염을 보다 효과적으로 예방하기 위한 자외선 소독효과를 알고자하는데 목적이 있다.
중심어 : 필름카세트, 소독, 자외선, 선량, 병원감염

서 론

환자들의 질병에 기인한 쇠약한 상태는 저하된 건강상태와 더불어 한정된 공간 내에 밀도 높게 수용된 환자로 하여금 병원환경으로부터 병원성 미생물의 전파를 용이하게 하고, 장시간의 수술이나 다양한 보조기구의 이용, 감염에 대한 신체적 저항력을 감소시키는 약제사용 등으로 환자는 건강인에 비해 병원내 감염에 걸릴 확률이 높다. 또한, 환자가 입원하여 연계되는 병원감염은 다양한

침습적 처치의 사용으로 그 빈도가 증가하고 병원감염은 환자의 재원 일수를 연장하고 의료의 질을 저하시키며 의료비 상승으로 보건 및 사회적 문제점으로 부각되고 있다.

우리 나라 병원의 대형화와 중앙 냉·난방 등 병원시설의 현대화로 체계적이고 즉각적인 관리가 어렵고 복잡해져 병원감염의 기회가 늘어나는 원인이 되고, 환자의 수적증가와 더불어 병원감염에 대한 문제가 끊임없이 대두되고 있다[1]. 이러한 병원감염은 환자 및 의료요원인 사람이 병원

미생물의 보유원이 되고, 감염의 전달수단, 보건자 감염원이 되어 병원내 공기, 사용 용액, 가슴기, 린넨, 기구 등의 여러 물품을 오염시킨다[2]. Vtahov[3]에 의하면 병원감염의 45%가 병원에서 사용하는 도구로 인한 것으로 보고하였다.

병원감염관리의 중요성은 날로 증가하고 있지만, 필름카세트의 세균 오염도에 관한 연구는 거의 찾아 볼 수 없다. 연구 병원은 알코올을 이용하여 필름카세트를 소독하고있다. 이런 알코올 소독은 일반세균과 결핵균, 진균에 신속한 살균작용을 나타내지만, 포자균에 대해서는 살균작용이 없다[4]. 이러한 알코올소독을 대체할 소독방법으로 자외선 소독방법을 선택하였다.

자외선소독은 이미 19세기말에 살균효과가 인정되었고 1901년에 Hewitt에 의해 수은증기램프와 석영을 이용한 자외선 발생장치가 개발되었다.

자외선소독은 화학적 소독제와는 달리 운전관리가 용이하고, 장치가 상대적으로 단순하며, 잔류물질이 존재하지 않아 해로운 부산물을 생성하지 않고, 화학물질이 포함되지 않아 전 산업분야에서 널리 사용되고 있다. 최근 들어 제어기술의 발전과 장치의 신뢰성 및 경제성 확보로 실용화를 위한 노력이 이루어지고 있다[5].

바이러스의 이화학적 성상으로는 자외선에 노출될 경우 바이러스의 생물학적 성상에 어떠한 영향을 주는가는 많은 보고가 있고, 그중 세포가 자외선에 노출될 경우 그 활성이 급속히 떨어지거나 돌연변이를 유발하게되어 이 방면의 연구에 많이 이용되고 있다. 또한 바이러스를 불활성화시키는데 가장 효과 있는 자외선의 파장은 260nm로 보고 한 바 있다[6].

본 연구에서는 진단방사선과 촬영실에서 사용하는 필름카세트의 자외선 조사전과 후의 세균을 동정하고, Latex법을 이용한 응고효소검사(Coagulase test)를 하여 세균의 병원성, 비병원성을 구분하였다. 또한 병원감염의 예방과 병원감염관리의 활성화를 위한 기초자료를 마련하고, 병원감염을 보다 효과적으로 예방하고, 자외선의 소독효과를 알아보고 자하였다.

연구방법

본 연구는 병원환경개선을 위해 필름카세트 소독방법으로 자외선 소독을 실시하여 기존의 알코올 소독방법을 개선하고자 하였다. 연구의 전체적인 과정은 그림 1과 같다.

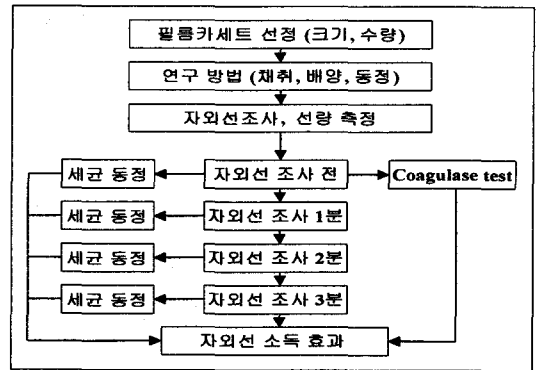


Fig. 1. The study of flow chart

연구대상

서울에 있는 1500병상의 3차 진료기관인 서울대학교병원의 진단방사선과 일반촬영실에서 환자의 진단을 위해 사용하는 필름카세트(X-Omatic, Kodak Co., Ltd., U.S.A)를 연구대상으로 하였다. 필름카세트는 1주일 이내에 소독하지 않은 5종류 필름카세트를 4개씩 총 20개를 무작위 선정하였다. 자외선소독효과를 알아보기 위해 자외선 조사 전·후의 미생물을 동정하였고, 연구기간은 2000년 7월 3일에서 18일 까지 16일간에 걸쳐 실시하였다.

재료 및 채취방법

연구는 자외선조사 전·후의 세균 동정을 위해 단계적으로 이루어 졌고, 대상 필름카세트(X-Omatic, Kodak Co., Ltd., U.S.A)는 현재 진단방사선과 일반촬영실에서 사용하고 있는 5종류의 8×10inch, 10×12inch, 11×14inch, 14×17inch 크기별로 무작위로 각 필름카세트에서 4개씩을 선정하여 카세트를 멸균면봉으로 뒤편을 덮어내는 방법으로 수집하였고, 대상면적은 필름카세트의 관구측(Tube side) 중심에서 10×10cm으로 하였다.

세균의 동정과 Latex법을 이용한 응고효소검사(Coagulase test)를 하였고, 증식배지로 Pancreatic Digest of Casein 15.0g, Dextrose(anhydrous) 5.0g, Yeast Extract 5.0g가 포함되어 있는 영양배지(Thioglycollate broth)를 이용하였다. 멸균증류수 1ℓ에 영양배지 27.5g를 완전히 녹인 후 10cc씩 개별용기에 담은 후 121℃에서 15분간 고압증기 멸균처리 하였고, Swab에 사용될 면봉은 Transport

medium의 면봉을 이용하였다. 검체수집을 위하여 Transport medium의 면봉을 영양배지에 묻히고 필름카세트의 대상부위를 스왑하여 검체를 채취하였다.

배양방법 및 동정

필름카세트를 스왑한 면봉의 꼭지부분을 영양배지(10cc)가 담긴 개별 검체통에 담고 37℃ 이산화탄소 인큐베이터에서 24시간 보관한다. 이 후 검체가 담겼던 영양배지액 1cc씩을 혈액천배지(BAP)에 옮겨 심은 후 스트레킹 후 37℃ 이산화탄소 인큐베이터에서 48시간 배양하였다. 균이 자라는 배지는 임상병리과 미생물검사실에 동정을 의뢰하였다.

연구병원 필름카세트의 세균의 동정은 Gram 염색 및 기기는 MicroScan Data Management System (Baxter Healthcare Co., Ltd., U.S.A)을 이용하여 동정을 하였고, Latex법을 이용한 응고효소검사(Coagulase test)를 실시하였다.

자외선 소독효과와 선량

자외선의 소독효과는 미생물에 흡수되는 에너지량으로 결정되고, 자외선 선량은 다음과 같이 자외선 강도와 조사시간의 곱으로 나타낸다.

$$D = I \cdot t$$

여기서,

D : 자외선 조사선량($\mu W \cdot s/cm^2$ 또는 $mW \cdot s/cm^2$ 또는 J/m^2)

I : 자외선 평균강도($\mu W/cm^2$ 또는 $mW \cdot s/cm^2$)

t : 조사시간(s)

자외선 소독은 온도에 상대적으로 무관한 것으로 알려져 있다[9]. 본 연구에서는 온도는 영향이 없는 것으로 간주하였다.

자외선 조사 및 선량 측정

자외선 조사는 253.7nm의 파장을 가진 15W 자외선등(G15T8 모델, Sankyo Denki Co., Ltd., Japan)으로부터 10cm 떨어진 곳에 필름카세트의 관구측면이 위로 향하도록 하여 자외선을 조사하였다. 필름카세트의 관구측면의 중심의 10×10cm 면적의 부위를 스왑하여 1분, 2분, 3분 간격으로 검체를 채취하였다.

자외선 선량계는 Radiometer(International light INC, Newbury port, Massachusetts 01950, Model IL 1400A)를 이용하여 측정하였고, 측정시간은 30초, 1분, 1분30초, 2분, 2분30초, 3분으로 30초 간격으로 자외선 선량을 측정하였다.

결 과

진단방사선과 촬영실의 필름카세트 크기별로 4개씩 총 20개에서 자외선 조사 전의 세균 그람염색 및 동정에서 17개의 필름카세트에서는 미생물이 검출되었고, 3개의 필름카세트에서는 세균이 분리되지 않았으며, 그람양성간균(Gram positive bacilli) 4례는 동정할 수 없었다.

분리된 균종은 그람양성구균(Gram positive cocci)은 13례(59.0%)로 표피포도상구균(*Staphylococcus epidermidis*) 5주(22.7%), *Staphylococcus hominis* 1주(4.5%), *α-streptococcus spp.* 1주(4.5%), *Staphylococcus simulans* 1주(4.5%), *Staphylococcus hominis-novo* 1주(4.5%), 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 1주(4.5%), *Staphylococcus wuernerii* 2주(9.0%), *Staphylococcus haemolyticus* 1주(4.5%)가 분리되었고, 그람음성간균(Gram negative bacilli)은 5례(22.7%)로 *Acinetobacter lwoffii* 5주(27.7%)이고, 그람양성간균(Gram positive bacilli)은 4례(18.1%)가 분리되었다(표 1).

분리된 그람양성구균(Gram positive cocci), 그람양성간균(Gram positive bacilli), 그람음성간균(Gram negative bacilli)을 Latex법을 이용하여 Coagulase(응고효소) 검사한 결과는 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)은 양성으로 병원성 균속에 속했으나 나머지 모든 세균들은 음성으로 비병원성 균속에 속했다.

세균이 분리된 17개의 필름카세트를 자외선 조사 1분 후의 세균의 동정을 보면 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 균종이 분리되었고, 자외선 조사 2분, 3분 후에는 어떤 세균도 분리되지 않았다(표 2, 그림 2).

자외선을 조사하여 선량을 30초단위로 측정하였다. 30초에서 자외선 선량은 $1565 \mu W \cdot s/cm^2$ 이었고, 60초에서 자외선 선량은 $3125 \mu W \cdot s/cm^2$, 90초에서 자외선 선량은 $4685 \mu W \cdot s/cm^2$, 120초에서는 $6245 \mu W \cdot s/cm^2$, 150초에서는 $7805 \mu W \cdot s/cm^2$, 180초에서 자외선 선량은 $9370 \mu W \cdot s/cm^2$ 이었다. 자외선 선량은 시간에 비례하였다(표 3, 그림 3).

Table 1. The coagulase test and microorganism identification in pre-ultraviolet irradiation

Microorganisms	No. of Isolates	Total(%)	Coagulase test
Gram positive cocci	13	59.0%	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	5	22.7%	Negative
<i>Staphylococcus hominis hominis</i>	1	4.5%	Negative
<i>α-streptococcus spp.</i>	1	4.5%	Negative
<i>Staphylococcus simulans</i>	1	4.5%	Negative
<i>Staphylococcus hominis-novo</i>	1	4.5%	Negative
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	4.5%	Positive
<i>Staphylococcus waneri</i>	2	9.0%	Negative
<i>Staphylococcus haemoliticus</i>	1	4.5%	Negative
Gram negative bacilli	5	22.7%	
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	5	22.7%	Negative
Gram positive bacilli	4	18.1%	Negative
	22	100%	

Table 2. The identification in ultraviolet irradiation on pre and post Unit : No. of Isolates

Microorganisms	Pre-UV Irradiation	Post-UV Irradiation 1min	Post-UV Irradiation 2min	Post-UV Irradiation 2min
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	5	0	0	0
<i>Staphylococcus hominis hominis</i>	1	0	0	0
<i>α-streptococcus spp.</i>	1	0	0	0
<i>Staphylococcus simulans</i>	1	0	0	0
<i>Staphylococcus hominis-novo</i>	1	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	0	0
<i>Staphylococcus waneri</i>	2	0	0	0
<i>Staphylococcus haemoliticus</i>	1	0	0	0
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	5	0	0	0
Gram positive bacilli	4	0	0	0
Total	22	1	0	0

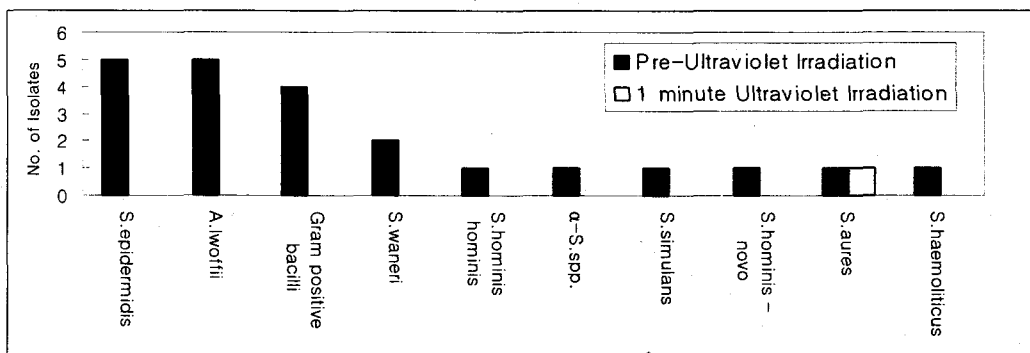


Fig. 2. Microorganisms identification in pre · post ultraviolet Irradiation

Table 3. Determination of time and dose for ultraviolet irradiation

Time(Second)	30	60	90	120	150	180
Dose($\mu W \cdot s/cm^2$)	1565	3125	4685	6245	7805	9370

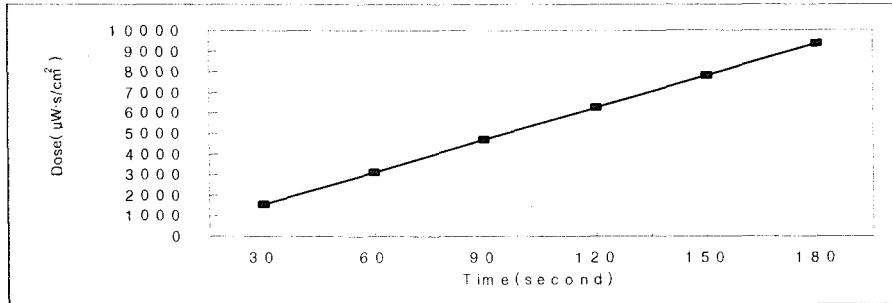


Fig. 3. The Ultraviolet dose of the time

자외선을 조사하여 선량을 30초단위로 측정하였다. 30초에서 자외선 선량은 $1565 \mu W \cdot s/cm^2$ 이었고, 60초에서 자외선 선량은 $3125 \mu W \cdot s/cm^2$, 90초에서 자외선 선량은 $4685 \mu W \cdot s/cm^2$, 120초에서는 $6245 \mu W \cdot s/cm^2$, 150초에서는 $7805 \mu W \cdot s/cm^2$, 180초에서 자외선 선량은 $9370 \mu W \cdot s/cm^2$ 이었다. 자외선 선량은 시간에 비례하였다 (표 3, 그림 3).

고찰

자외선은 가시광선보다 짧은 파장대인 100~400nm의 방사에너지로, 자외선은 UVA(320-400nm), UVB(280-320nm), UVC(200-280nm)로 분류하고, 자외선의 살균효과는 UVC(200-280nm)의 253.7nm 파장에서 가장 강력한 살균력을 갖고있다[7].

자외선 소독은 조사시간과 거리에 따라서 효과가 다르다. 자외선 조사에 의한 의료기기의 소독 효과를 위해서는 자외선이 반드시 미생물에 직접 노출되어야한다. 자외선은 눈에 보이지 않는 파장으로 에너지를 함유하고 있고, 실내공기 및 표면의 살균작용을 있어 미생물의 살균작용에 대해서는 미생물 세포내의 핵산(nucleic acid, DNA와 RNA)의 구조를 변경시켜 복제가 불가능하도록 하는 작용을 이용한 것이다. 자외선 조사량이 많은 경우 세포의 생존율이 매우 적은 반면 자외선 조사선량이 적어서 DNA의 손상이 충분치 않으면 세포내 회복기구에 의해 재증식될 가능성이 있다. 핵산의 최대 흡수 파장대가 260nm인 까닭에 이와 가장 근접한 파장(253.7nm)을 내는 저압수은램프가 이용된다. 균의 종류에 따라 자외선에 대한 저

항력이 있다. 세포에 대한 자외선의 영향으로는 세포의 성장억제와 콜로니형성능력의 억제, DNA의 손상으로 DNA합성이 억제되고 염색체 이상과 유전자돌연변이가 발생한다고 보고되어 있다[8].

병원감염의 일차적인 요인은 환자의 질병자체 및 치료과정에 동반될 수 있는 면역약화라는 것이고, 부차적인 요인은 병원환경이다. 병원감염을 줄이기 위해서는 병원환경 및 의료인에 대한 적극적인 감염관리활동이 매우 중요하다[10]. 병원환경은 병원감염의 보조인자란 인식 하에 병원감염을 줄일 수 있는 효과적인 감염관리활동을 전개하여야한다. 병원환경은 수많은 재료, 의료기기 등으로 구성되어 있으므로 이러한 요소들의 세균 오염 특성에 따라 병원의 물리적 환경이 감염에 미치는 영향의 정도가 결정될 수 있다. 이러한 물리적 환경 및 이를 구성하는 표면의 세균오염 정도는 사람의 행위에 의해 결정된다[11]. 따라서 입원환자의 병원감염을 줄이기 위해서는 병원성 세균 뿐 만 아니라 병원감염을 일으키는 미생물도 병원 환경에서 제거되어야 하며, 병원종사자는 세균의 감염을 항상 조심하면서 환자치료에 임해야한다.

병원감염 예방을 위해 기구의 소독은 건열멸균법, 고압증기멸균법, 자외선멸균법이 있으며 필름 카세트를 소독하기 위해서는 소독제를 이용한 알코올에 의한 소독과 자외선멸균법을 시행하고, 감염에 대한 저항력이 감소되어 있는 환자를 다루기 전에는 반드시 손을 씻도록 한다[12].

소독제의 종류로는 10% Povidone-iodine, 70% Alcohol, 2% Chrohexidine 등이 비교적 안전한 것으로 알려져 있다. 소독제는 우선 균에 대한 살

균력이 강하여야 하고, 안정성, 용해성, 잔류성, 무독성, 금속 부식성 및 경제성이 소독하려는 대상에 따라 선택되어야 한다[13].

연구병원은 70% Isoprophyl alcohol을 이용하여 부정기적으로 필름카세트를 소독하고 있다. Alcohol은 미생물의 단백질을 변성시켜서 살균시키는 작용 기전을 가지고 있다. Isoprophyl alcohol은 Ethanol에 비해 살균 작용이 강력하다. 그람양성·음성균, 결핵균 및 일부 Virus에 유효하나 세균의 아포에는 효과가 없다. 농도는 60~90%가 적당하고 50% 이하는 효과가 없고, 알코올은 즉시 휘발되는 성질 때문에 잔존효과가 없어 지속적인 소독효과를 기대지속효과를 기대하기 어렵다[14]. 이러한 알코올소독의 단점을 극복하기 위한 자외선 조사에 의한 필름카세트의 효과적인 소독효과를 위하여 자외선 살균기를 설치하여 필름카세트를 소독하고, 지속적인 소독효과를 위해서는 촬영실 내에 설치하여 필름카세트를 소독하도록 한다.

병원감염을 일으키는 균주의 많은 부분이 그람음성균으로 방어기전이 약화된 사람에게 감염되고, 원내감염, 기회감염의 균종인 그람음성간균(Gram negative bacilli)은 호흡기관 질환을 일으키는데, 본 연구에서는 *Acinetobacter lwoffii* 만이 분리되었다. *Acinetobacter*균은 병원환경과 자연계에 널리 존재하고, 낮은 병원성을 가지고 있지만 면역이 저하된 입원환자에게 감염되는 대표적인 원내 감염균으로 호흡기 질환과 다양한 감염증을 유발한다[15]. 이러한 감염증은 대부분 외과 병동이나 중환자실 등에서 발생하며 때로는 집단 감염을 유발한다[16].

원내감염, 기회감염, 호흡기 질환의 균종인 *Acinetobacter*균은 자외선 조사 1분 후에는 검출되지 않아 자외선 조사에 의한 소독효과를 입증하였다.

분리된 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)은 주위 환경에 널리 분포하는 병원성세균으로 응고효소(coagulase)를 생산하는 황색포도상구균은 화농성 피부질환, 패혈증, 심내막염, 골수염과 같은 중증감염을 일으킨다[17]. 황색포도상구균은 감염부위와 직접접촉에 의해서 전파가 되어 환자, 병원의료진에게 상주균으로, 또는 감염원으로 작용할 수 있어 병원감염에서 중요한 문제가 제기된다[18].

세균을 동정한 다음 응고효소검사(Coagulase test) 결과는 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 만이 양성이었다. 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)은

병원성균속으로 병원감염의 중요한 원인균으로 증명되고 있다[19]. 나머지 세균은 모두 음성으로 비병원성균속에 속했다. 그러나, 비병원성이라 해도 저항력이 부족한 환자에게 감염을 일으킬 수 있어 주의 하여야 한다.

황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)이 자외선 조사 1분에는 검출되었지만 2분, 3분 동안의 자외선 조사에서는 분리되지 않았다. 병원감염의 중요한 병원성균속에 자외선이 효과가 있음을 증명하였다.

김치경 등의 연구에서는 *Campylobacter jejuni*에 대한 자외선의 살균효과에서 자외선을 10cm 거리에서 7초 동안 처리했을 경우 모든 세균이 사멸하였다[20]. Garcin은 5분간의 자외선 조사로 필름카세트에 존재하는 미생물의 99.9%를 사멸한다고 보고하여 자외선 살균의 유효성을 주장하였다. 본 연구에서는 파장 253.7nm, 15W 자외선등으로 2분후의 자외선 조사에서 세균이 검출되지 않아 Garcin보다도 조사시간이 단축되었다[21].

Truman[22]은 *Mycobacterium leprae*, *Mycobacterium tuberculosis* 등과 같은 균에는 자외선 살균이 효과적이라고 있다고 주장하였다. 자외선은 병원의 수술장, 병실, 검사실의 공기살균에서도 자외선은 많이 사용되고 있다[23]. 박재형은 대장균을 불활성화시키는 자외선 조사 선량은 $8,200\mu\text{W} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$ 가 필요하다고 보고하였다[24].

결론

진단방사선과 촬영실에서 사용하는 필름카세트에 자외선을 조사하여 소독효과를 알아보기 위해 필름카세트의 자외선 조사 전·후의 동정과 응고효소검사(Coagulase test), 자외선 선량을 측정하였다.

필름카세트 크기별로 4개씩 총20개에서 자외선 조사 전의 세균의 그람염색 및 동정에서 17개의 필름카세트에서는 세균이 분리되었고, 3개의 필름카세트에서는 세균이 분리되지 않았다. 분리된 균종에서 그람양성간균(Gram positive bacilli) 4례는 동정할 수 없었다. 그람양성구균(Gram positive cocci)은 13례(59.0%)로 표피포도상구균(*Staphylococcus epidermidis*) 5주(22.7%), *Staphylococcus hominis hominis* 1주(4.5%), *a-streptococcus spp.* 1주(4.5%), *Staphylococcus simulans* 1주(4.5%), *Staphylococcus hominis-novo* 1주(4.5%), 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 1주(4.5%), *Staphylococcus wueneri* 2주(9.0%), *Staphylococcus haemolyticus* 1주(4.5%)이고, 그람음성간균(Gram negative bacilli)은 5례(22.7%)로 *Acinetobacter lwoffii* 5주(27.7%)이고, 그람양성간균(Gram positive bacilli)

은 4례(18.1%)가 분리되었다.

분리된 그람양성구균(Gram positive cocci), 그람 양성간균(Gram positive bacilli), 그람음성간균(Gram negative bacilli)을 Latex법을 이용하여 응고효소검사(Coagulase test) 결과는 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)는 양성이고, 다른 나머지 모든 세균들은 음성이었다.

세균이 분리된 17개의 필름카세트를 자외선조사 1분 후의 세균 동정을 보면 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 균종이 분리되었고, 자외선 조사 2분, 3분에는 모든 세균이 분리되지 않았다. 자외선 조사가 세균을 멸균하는데 효과가 있고, 필름카세트를 소독하기 위한 자외선 조사시간은 2분 이상이 필요하다.

자외선 조사시의 30초에서 선량은 $1565 \mu W \cdot s/cm^2$ 이었고, 60초에서 $3125 \mu W \cdot s/cm^2$, 90초에서 $4685 \mu W \cdot s/cm^2$, 120초에서 $6245 \mu W \cdot s/cm^2$, 150초에서 $7805 \mu W \cdot s/cm^2$, 180초에서 $9370 \mu W \cdot s/cm^2$ 이었다. 자외선선량은 시간에 선량이 비례하였다.

참고문헌

1. 김정순, "우리나라 병원감염관리의 문제점과 그 해결방안", 국민보건연구소 연구논총, 4(1), 1-8(1994).
2. 전효진, 전동석, 김재룡, 김재식, 김중명, "원내 감염에 있어서 환경 및 항생제 사용", 대한임상병리학회지, 5(2), 451-461(1985).
3. Vtahov D, Cervino K.W., & Standiford H.C., "Accuracy of patient recall for date of peripheral intravenous catheter insertion", Am J Inf Con, 15(1), 26-28(1987).
4. Rutala WA, "Disinfection, sterilization, and waste disposal", In Wenzel RP, ed., Prevention and control of nosocomial infections. 3rd ed., Baltimore, Williams & Wilkins (1997).
5. E. R. Blatchley, III and B. A. Hunt, "Bioassay for full-scale UV disinfection systems", Water Science Technology, 30(4), 115-123(1994).
6. Goldstein, M.A, Taruso, N.M., "Effect of formaline, β -Propioiactone, Merthiolate, and

Ultraviolet light upon influenza virus infectivity, chicken cell agglutination, hemagglutination, and antigenicity", Applied Microbiology, 19, 290-294(1970).

7. Rauth, A. M., "The physical state of viral nucleic acid the sensitivity of viruses to ultraviolet light", Biophysical Journal, 5, 257-273(1965).
8. Brash, D.E., W.A. Haseltine, "UV-induced mutation hotspots occur at DNA damage hotspots", Nature, 298, 189-192(1982).
9. Roy L. Wolfe, "Ultraviolet Disinfection of Potable Water ; Current Technology and Research Needs", Env Sci and Tech, 24(6), 768-773(1990).
10. 신명근, 박영규, 김규경, 신중희, 서팔순, 양동욱, "2차 종합병원 환경에서 황색포도상구균 분리율과 분자 생물학적 분석", 감염, 31(4), 332-340(1999).
11. 이신호, "병원시설 측면에서 본 감염관리", 감염, 22(4), 199-206(1990).
12. Garner, J. S. "Guideline for prevention of surgical wound infections", American Journal Infection Control, 14(2), 71-80 (1986).
13. Lennette, E.H., Balows, A., Hausler, W.J. and Shadomy, H.J., "Manual of Clinical Microbiology", American Society for Microbiology, Washington, D.C., 4th ed., pp. 131-132(1985).
14. 송규남, "상용 소독제의 살균력 및 균 소장 상태 검정", 대한간호, 37(2), 77-86(1998).
15. Bergogne-Berezin E and Tower K, "Acinebacter spp. as nosocomial pathogens : microbiological, clinical, and epidemiological features", Clinical Microbiol Rev, 9, 148-165(1996).
16. Tankovic J, Legrand P, de Gatines G, Chemineau V, Brun-Buisson C and Duval J, "Characterization of a hospital outbreak of imipenem-resistant *Acinetobacter baumannii*

- by phenotypic and genotypic typing methods", J clin Microbiol, 32, 2677-2681(1994).
17. Waldvogel FA, "Staphylococcus aureus (including toxic shock syndrome)" In Principles and practice of infectious disease, Madnell GL, Douglas RG, Bennett JE, 3rd ed., Churchill Livingstone Co., New York(1990).
 18. Koneman EW, Allen SD, Janda WM, Schreckenberger PC, Winn WC Jr, eds. Color atlas and textbook of diagnostic microbiology. 5th ed., Philadelphia : J.B. Lippincott Company (1997).
 19. Pittet D, Wenzel RP, "Nosocomial bloodstream infections. Secular trends in rates, mortality and contribution to total hospital deaths", Arch Intern Med, 155, 1177-1184(1995).
 20. 김치경, 임선희, 윤만석, 오학식, 조민기, "고온 및 저온처리와 자외선조사에 의한 *Campylobacter jejuni*의 살균효과", 한국미생물학회지, 27(3), 291-296(1989).
 21. Garcin F, Bergeaud Y and Joly B, "Efficacy of an ultraviolet device for the disinfection of radiology cassettes", Pathol Biol, 46(5), 325- 329(1998).
 22. Truman RW, Gillis TP, "The effect of ultraviolet light radiation on *Mycobacterium leprae*", Int J Lepr Other Mycobact Dis, 68 (1), 11-17(2000).
 23. Banrud H, Moan J, "Use of short ultraviolet radiation for disinfection in operating rooms", Tidsskr Nor Laegeforen, 119(18), 2670-2673(1999).
 24. 박재형, "자외선을 이용한 하수처리의 소독효율에 관한 연구", 서울대학교대학원 석사학위논문 (1997).