

Optimal Ambient Illumination Study for Soft-Copy Ultrasound Images

Hyun An,¹ Hyo-Yeong Lee^{2,*}

¹Department of Radiology, Inje University Busan paik Hospital

²Department of Radiological Science, Dongeui University

Received: February 17, 2019. Revised: April 26, 2019. Accepted: April 30, 2019

ABSTRACT

The purpose of this study was to suggest the optimum ambient illumination level for proper visualization in image inspection and reading on CRT and LCD monitors used for ultrasound and reading. The evaluators were divided into 4 groups: 20 (Ultra-sonographer: 20 groups (4 groups: ultra-sonographer, 1-5 years, 5 ultra-sonographers, 6 to 10 years, 5 ultra-sonographers, 11 to 15 years, The subjects were 32 questions. The evaluation method was image evaluation of ultrasonic soft copy images for 30 seconds per 10, 25, 100Lux ambient illumination. The evaluation results were evaluated as 6 points (Normal = Definitely no lesion), 2 points = possibly not a lesion, 3 points = probably not a lesion, 4 points = possibly a lesion, 5 points = probably a lesion, 6 points = Definitely a lesion). In this study, the results of ROC analysis according to ambient light illumination reading softcopy images used for lesion detection of all ultrasound images showed the highest sensitivity, specificity, and AUC results at 10Lux. It was found that optimal use of 10Lux for ambient light illumination would provide optimal detection of lesions in ultrasound soft copy images. Based on the future research data, it will be presented as basic data for designing ambient light brightness of ultrasound imaging laboratory and reading room.

Keywords: Sonographer, Soft copy, Ambient lighting, Lux, ROC.

I. INTRODUCTION

초음파 검사의 특징은 무혈적인 검사이며, 고통이 없고, X선 피폭 위험성이 전혀 없으며 실시간으로 진단을 할 수 있는 장점이 있다.^[1] 따라서 태동의 모니터, 태아의 심장박동 모니터, 자궁암 검사 등 X선을 사용할 수 없는 산부인과 영역에서도 많이 이용되고 있으며 간(Liver), 신장(Kidney), 갑상샘(Thyroid), 유방(Breast), 근골격(Musculoskeletal), 경동맥(Carotid) 등의 검사, 사지 혈관, 심장판막 움직임 검사 등에도 폭넓게 이용되고 있다. 초음파 검사실 및 판독실의 주된 역할은 진단 목적의 초음파 검사 및 판독에 있고 이에 대한 진단 및 영상 진단장치를 이용한 중재적 시술의 직접 진료의 역할을 하기도 한다.^[2] 원발성 악성 간 병변이 세계적으로 증가하여 이들 병변의 적절한 시각화가 필수적이라고 기술하고 있다. 또 유방, 갑상샘 및 신장의 피질도 구조가 균질하여

이러한 구조물에 대한 영상 판독 시 주의를 기울여야 하며, 이러한 구조물로 인하여 생성된 많은 초음파 영상들은 낮은 대조도(contrast)를 나타내어 판독 시 주변 환경의 적절한 조명은 초음파 검사 영상의 이상 상태를 정확하게 시각화하기 위해 필요한 부분이다.^[3-5] 너무 밝은 주변 조명이 방사선 이미지 내 구조의 시각화에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 것은 잘 알려져 있습니다.^[6] 영상 가시화의 감소는 여러 요인으로부터 기인하며, 원인으로는 반사광에 의한 확산 및 정 반사광으로 인한 명암비의 감소는 미묘한 병변의 차이를 발생시킨다.^[7] 방사선 이미지 평가에서 높은 수준의 주변 조명은 방사선 이미지 내의 여러 유형의 결절 및 대상을 시각적으로 표시하는데 지장을 주어 방사선 이미지 평가에서는 주변 조명 밝기가 적절한 낮은 수준을 권장하고 준수해야 한다.^[8-9] 주변 조명과 관련하여 이미 오래전에 특정 두 가지 기준을 권고하고 있다. 그러한 두 가지

* Corresponding Author: Lee Hyo Yeong

E-mail: lhy250@deu.ac.kr

Tel: +82-51-890-2679

권고 기준은 세계 보건기구(World Health Organization; WHO)에서 제시하고 있는 품질에 관한 지침에서 이미지에서 100 cm 떨어진 곳에서 측정된 주변 조도는 100 lux의 주변 조도를 권고하고 있다.^[10] 또한, 방사선 설비의 수용 가능성에 대한 유럽 공동체위원회(Commission of the European Communities; CEC)에서 Diagnostic Radiology 판독 시 이미지를 보기 위해서는 주변 조명 수준은 100 cm 떨어진 곳에서 측정된 주변 조도는 50 lux 이하를 권고하고 있다.^[11] 아일랜드 방사선 연구소(Irish Institute of Radiography and Radiation Therapy)는 초음파 조명이 사람들이 안전하게 일하고 움직일 수 있게 하는 데 충분해야 한다고 제안한다.^[12]

유방 조영술 이미지의 디지털 디스플레이가 언급되었지만 권고안으로 주변 조명이 어두운 레벨이어야 한다고 명시되어 있지만 럭스(Lux) 값에 대한 구체적인 지침은 제공되지 않습니다. 그러나 최근 미국 방사선 의학회(American College of Radiology; ACR)는 주변 조명 조건에 대한 권고안으로 유방 조영술 이미지를 보기 위한 주변 조도는 50 lux를 권고하고 있다.^[13] 영상판독 시 눈의 피로감 및 판독능력에서 검사 이상치의 발견에 있어 주변광과 뷰박스(viewbox)의 휘도는 중요한 요소로 간주한다.^[14-15] 따라서 이 연구의 목적은 초음파 검사 및 판독에 사용되는 CRT, LCD 모니터에서 영상검사와 판독 시 적절한 시각화에 대한 최적의 주변 조도 수준을 제안하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상 및 방법

부산에 소재하고 있는 1, 2, 3차 병원에 근무하고 있는 Ultra-sonographer 20명(4 groups; ultra-sonographer 1~5 years 5명, Ultra-sonographer 6~10 years 5명, Ultra-sonographer 11~15 years 5명, Ultra-sonographer 16~20 years 5명)을 대상으로 하였으며, 평가 문항은 32문항으로 Table 1에 나타내었다. 검사실 및 판독실의 주변 조도 조건은 인공조명, 조광기 및 실내 광원의 위치 변경을 사용하였다. 모든 자연광의 출처는 제외되었으며, 각각의 주변 조명에

서 조도 측정은 광도계를 90도 각도로 LCD로 향하게 하고 모니터 중앙을 향하게 하여 30 cm 위치에서 측정하였다. 조도측정기로는 Fig. 1의 조도계(제조사: TES, 모델명: 1332, 측정범위 0~20,000 LUX, 크기 135(w) × 72(d) × 33(h), 무게 250g)를 사용하였다.



Fig. 1. Digital illuminometer.

평가자(Ultra-sonographer)들의 평가문항과 평가방법은 Table 1과 Fig. 2에 나타내었다. 평가방법으로는 10, 25, 100 Lux 3가지 주변광 조도에서 초음파 soft copy 영상을 1문항 당 30초간 영상 평가하였으며, 평가 결과를 6점 척도로 Fig. 3의 주변 조도 환경에서 점수화로 나타내었다. 점수(score) 척도는 score 1=Normal(Definitely no lesion), score 2=possibly not a lesion, score 3=probably not a lesion, score 4=possibly a lesion, score 5=probably a lesion, score 6=Definitely a lesion).

2. 통계 처리

병변에 따른 개개 문항의 측정된 점수 값을 모두 기록한 뒤, 그룹 간 평가점수는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 그룹간 차이검증은 비모수 분석법인 독립 K 표본(kruskal-wallis test)을 시행하였다. 병변의 무(score 1, 2, 3)-유(score 4, 5, 6) 결과 값을 기준으로 하여 수신자 특성 곡선(receiver operating characteristics; ROC) 분석을 시행하였고, 10, 25, 100 Lux 주변광에 따른 곡선 하 면적(area under the curve; AUC)에서 그룹 간 유의한 차이가 있는지 SPSS Statistical Software Ver. 25.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 또한, 가장 큰 곡선 하 면적을 가질 수 있는 구분점을 기준으로 하여 각 주변광 조도의 민감도(sensitivity), 특이도

(specificity)를 측정하였다. 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 미만을 기준으로 판단하였다.

III. RESULT

1. 주변광에 특성에 따른 그룹 간 점수 차이

Ultra-sonographers (1~5 years), Ultra-sonographers (6~10 years), Ultra-sonographers (11~15 years), Ultra-sonographers (16~20 years) 평가자 4그룹에서 문항들에 대한 전반적인 주변광에 따른 평균차이는 Table 2에 나타내었다.

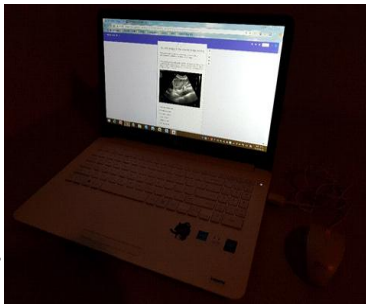
10 Lux에서 그룹간의 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years)에서 4.13 ± 0.835 , Ultra-sonographers (6~10 years)에서 4.63 ± 0.518 , Ultra-sonographers (11~15 years)에서 4.63 ± 0.774 , Ultra-sonographers (16~20 years)에서 5.63 ± 0.518 을 나타내었으며, 4그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p=0.004$). 25 Lux에서 그룹간의 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years)에서 3.00 ± 0.756 , Ultra-sonographers (6~10 years)에서 3.50 ± 0.535 , Ultra-sonographers (11~15 years)에서 4.88 ± 0.991 , Ultra-sonographers (16~20 years)에서 5.25 ± 0.886 을 나타내었으며, 4그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p=0.000$). 100 Lux에서 그룹간의 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years)에서 2.62 ± 0.744 , Ultra-sonographers (6~10 years)에서 3.38 ± 0.518 , Ultra-sonographers (11~15 years)에서 3.75 ± 1.16 , Ultra-sonographers (16~20 years)에서 5.13 ± 0.991 을 나타내었으며, 4그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p=0.001$). 4그룹 간 점수(score)에 대한 평균 \pm 표준편차 결과에서 주변광 10 Lux가 25 Lux, 100 Lux보다 높게 나타났으며, 그룹간에서는 Ultra-sonographers (16~20 years) 그룹에서 높게 나타났다.

2. 주변광에 특성에 따른 ROC 곡선 분석

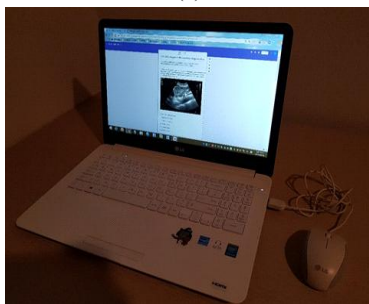
주변광에 특성에 따른 ROC 곡선 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. 10Lux에서 그룹간의 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years)에서 민감도 75.0%, 특이도 75.0%, AUC 0.84, 95% CI; 0.67~0.94, Ultra-sonographers (6~10 years)에서 민감도 81.2%, 특이도 81.2%, AUC 0.89, 95% CI; 0.73~0.97, Ultra-sonographers (11~15 years)에서 민감도 81.2%, 특이도 87.5%, AUC 0.91, 95% CI; 0.75~0.98, Ultra-sonographers (16~20 years)에서 민감도 81.2%, 특이도 93.7%, AUC 0.94,



Fig. 2. The USS images in the viewdex image scoring software.



(a)



(b)



(c)

Fig. 3. (a) Ambient lightings used 10 Lux, (b) Ambient lightings used 25 Lux, (c) Ambient lightings used 100 Lux

95% CI; 0.79~0.99를 나타내었으며, 4그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.0001$). 25 Lux에서 그룹 간의 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years)에서 민감도 75.0%, 특이도 62.5%, AUC 0.73, 95% CI; 0.549~0.874, Ultra-sonographers (6~10 years)에서 민감도 75.0%, 특이도 68.7%, AUC 0.75, 95% CI; 0.57~0.89, Ultra-sonographers (11~15 years)에서 민감도 81.2%, 특이도 75.0%, AUC 0.84, 95% CI; 0.67~0.95, Ultra-sonographers (16~20 years)에서 민감도 87.5%, 특이도 75.0%, AUC 0.88, 95% CI; 0.71~0.96를 나타내었으며, 4그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.0001$). 100 Lux에서 그룹간의 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years)에서 민감도 50.0%, 특이도 81.2%, AUC 0.69, 95% CI; 0.51~0.84, Ultra-sonographers (6~10 years)에서 민감도 81.2%, 특이도 56.2%, AUC 0.71, 95% CI; 0.52~0.85, Ultra-sonographers (11~15 years)에서 민감도 50.0%, 특이도 81.2%, AUC 0.75, 95% CI; 0.57~0.89, Ultra-sonographers (16~20 years)에서 민감도 87.5%, 특이도 56.2%, AUC 0.79, 95% CI; 0.61~0.91을 나타내었으며, 4그룹 간 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p<.05$). 결과적으로, 10 Lux, 25 Lux, 100 Lux 주변광 에서 민감도, 특이도, 곡선하면적 분석에서 10 Lux가 25 Lux, 100 Lux보다 높게 나타났다.

3. 주변광에 따른 4그룹 간 ROC 곡선 쌍 비교

주변광에 따른 4 그룹 간 ROC곡선 쌍 비교는 Table 4에 나타내었다. 10 Lux에서 AUC값에 따른 그룹 간 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers (6~10 years), Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers(11~15 years)에서는 두 그룹 간 차이가 나타나지 않았지만($p=.520$, $p=.166$), Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 보였다($p=.004$). Ultra-sonographers (6~10 years) ~ Ultra-sonographers (11~15 years)에서는 차이를 나타내지 않았으며($p=.501$), Ultra-sonographers (6~10 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 나타내었다($p=.029$). Ultra-sonographers (11~15 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 보였다($p=.026$). 25 Lux에서 AUC값에 따른 그룹 간 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years)

~ Ultra-sonographers (6~10 years)에서는 차이가 나타나지 않았으며($p=.366$), Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers(11~15 years)에서는 두 그룹 간 차이를 보였다($p=.014$), Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 보였다($p=.000$). Ultra-sonographers (6~10 years) ~ Ultra-sonographers (11~15 years)에서는 차이를 나타내지 않았으며($p=.128$), Ultra-sonographers (6~10 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 나타내었다($p=.009$). Ultra-sonographers (11~15 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이가 나타나지 않았다($p=.093$). 100 Lux에서 AUC값에 따른 그룹 간 차이는 Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers (6~10 years)에서는 차이가 나타나지 않았으며($p=.552$), Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers (11~15 years)에서는 두 그룹 간 차이를 보였다($p=.016$), Ultra-sonographers (1~5 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 보였다($p<.0001$). Ultra-sonographers (6~10 years) ~ Ultra-sonographers (11~15 years)에서는 차이를 나타내지 않았으며($p=.092$), Ultra-sonographers (6~10 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 보였다($p=.002$). Ultra-sonographers (11~15 years) ~ Ultra-sonographers (16~20 years)에서는 차이를 보였다($p=.010$).

IV. DISCUSSION

현대의 방사선 영상 진단은 필름 영상이 아닌 방사선 영상을 소프트 카피(soft copy)를 이용한 영상 진단으로 대체되고 있다. LCD 모니터는 CRT 모니터보다 향상된 최대 휘도를 보여주지만 이 최대 휘도는 필름 투과 조명기보다 여전히 현저히 낮다. 이러한 휘도 감소는 주변광의 올바른 선택이 필수적임을 의미한다. 소프트 카피(soft copy)에서 영상 보기를 최적화하는데 필요한 주변광 설정에 대한 지침이 부족한 실정이다. 주변광은 영상을 보고 판독할 때 진단 성능에 영향을 미친다.^[16] George 등^[17]의 연구에서도 판독을 위한 주변광에 적응하는 시간으로 방사선과 의사는 약 15분 동안 눈을 조절해야 한다고 하였다.

McEntee등^[18]의 연구에서 LCD 모니터에서 손목

골절을 식별하기 위한 적절한 방사선 영상의 주변 조명 수준으로 25-40 Lux 정도의 주변광을 제시하고 있으며, 7 Lux 이하의 주변광은 너무 어둡고 100 Lux 이상의 주변광은 너무 밝아서 어떤 권장 사항을 따르더라도 주위 조명이 너무 어둡거나 너무 밝아서 안 된다고 하였다.

임 등^[19]의 연구에서는 초음파 검사실의 주변광은 10 Lux를 권장한다고 하였다. 본 연구에서는 초음파 영상판독의 주변광은 10 Lux에서 가장 높은 판독 효과를 보였으며, 25 Lux와 100 Lux는 10 Lux에 비해 낮은 영상 판독효과를 보였다.

세계 보건기구(World Health Organization; WHO)와 유럽 공동체 위원회(Commission of the European Communities; CEC)에서 권고하는 주변광보다 낮은 주변광에서 영상 판독 효과가 높게 나타났으며, 모니터에서 나오는 빛을 제외하고 주변광인 10 Lux에서는 초음파 영상을 판독하기에 어두울 것으로 생각되었으나 결과는 가장 적절한 판독환경의 주변광을 나타내었다. 검사실 안에 모든 조명을 켜었을 때의 주변광인 100 Lux는 초음파 영상을 판독하기

에 너무 밝았다. 본 연구 결과를 바탕으로 CRT, LCD 모니터에서 소프트 카피(soft copy) 영상 판독 시 적절한 시각화에 대한 최적의 주변광 수준을 제안하고자 하였다. 본 연구에 참여한 그룹 간 평가자들이 소수로 다수의 평가자들을 대변하기에는 한계점이 있으며, 향후 다수의 평가자들에 대한 연구가 진행된다면 신뢰성이 확보되는 연구가 될 것으로 사료된다.

V. CONCLUSION

본 연구에서 모든 초음파 영상들에 대한 병변 감지에 사용되는 소프트 카피(soft copy)영상 판독 주변광에 대해서 소노그래퍼(Ultra-sonographers)들은 10 Lux에서 가장 좋은 결과를 보였다. 주변광으로 10 Lux를 이용한다면 초음파(ultrasound) 소프트 카피(soft copy)영상의 병변 탐지에 있어 최적의 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 추후 연구 자료를 기초로 하여 초음파 영상 검사실 및 판독실의 주변광을 설계함에 있어 기초자료로 제시 될 것으로 사료된다.

Table 1. Contents of question due to the type of US images in the viewdex image scoring by general characteristics

Type	Variable (n=20)	Explanation of questions(n=32)
General characteristics (4 groups)	ultra-sonographers(1~5years)	Classification by sonographer career
	ultra-sonographers(6~10years)	
	ultra-sonographers(11~15years)	
	ultra-sonographers(16~20 years)	
Questions	ultrasound upper abdomen(liver, GB, pancreas, cystic duct, spleen images)(12)	cyst, hemangioma, HCC, Regenerating nodule, calcifications, stone, hyperechoic lesion, polyp, hypoechoic lesion etc.
	ultrasound prostate images(3)	hyperechoic lesion, hypoechoic lesion etc.
	ultrasound liver color images(2)	portal vein thrombosis etc.
	ultrasound kidney images(4)	cyst, AML(angiomylipoma), RCC,
	ultrasound breast images(4)	hyperechoic lesion, hypoechoic lesion, etc.
	ultrasound carotid images(3)	IMT thickness, Atherosclerotic plaque, etc.
	ultrasound thyroid(neck) images(4)	cyst, hyperechoic, hypoechoic lesion, etc.

Observers then marked on a confidence scale of 1-6 their confidence of the presence of a lesion - score 1=Normal(Definitely no lesion), score 2=possibly not a lesion, score 3=probably not a lesion, score 4=possibly a lesion, score 5=probably a lesion, score 6=Definitely a lesion).

HCC ; hepatic cellular carcinoma, AML ; angiomyolipoma, IMT ; intima-media thickness, RCC ; renal cellular carcinoma.

Table 2. Analysis of difference between mean and standard deviation of ambient light for inter-group evaluation scores

ambient lightings level	Observers				p-value
	Ultra-sonographers (1~5 years)	Ultra-sonographers (6~10 years)	Ultra-sonographers (11~15 years)	Ultra-sonographers (16~20 years)	
	mean±SD	mean±SD	mean±SD	mean±SD	
10 Lux	4.13 ± .835	4.63 ± .518	4.63 ± .774	5.63 ± .518	.004
25 Lux	3.00 ± .756	3.50 ± .535	4.88 ± .991	5.25 ± .886	.000
100 Lux	2.62 ± .744	3.38 ± .518	3.75 ± 1.16	5.13 ± .991	.001

SD ; standard deviation, p-value ; kruskal wallis.

Table 3. Comparison of ROC curves results for the three ambient lightings tested with or without lesion.

Observers	Ambient lightings level											
	10 Lux				25 Lux				100 Lux			
	SEN. (%)	SPE. (%)	AUC (95% CI)	p-value	SEN. (%)	SPE. (%)	AUC (95% CI)	p-value	SEN. (%)	SPE. (%)	AUC (95% CI)	p-value
sonographers (1~5 years)	75.0	75.0	0.84 (0.67~0.94)	<.0001	75.0	62.5	0.73 (0.54~0.87)	<.0001	50.0	81.2	0.69 (0.51~0.84)	.026
sonographers (6~10 years)	81.2	81.2	0.89 (0.73~0.97)	<.0001	75.0	68.7	0.75 (0.57~0.89)	<.0001	81.2	56.2	0.71 (0.52~0.85)	.015
sonographers (11~15 years)	81.2	87.5	0.91 (0.75~0.98)	<.0001	81.7	75.0	0.84 (0.67~0.95)	<.0001	50.0	81.2	0.75 (0.57~0.89)	.001
sonographers (16~20 years)	81.2	93.7	0.94 (0.79~0.99)	<.0001	87.5	75.0	0.88 (0.71~0.96)	<.0001	87.5	56.2	0.79 (0.61~0.91)	.000

SEN ; sensitivity, SpE ; specificity, AUC ; area under the curve , CI ; confidence interval, p-value < 0.05

Table 4. Pairwise comparison of ROC curves between four groups according to ambient lighting tested.

Observers	Ambient lightings level			
	10 Lux	25 Lux	100 Lux	
	p-value	p-value	p-value	
Ultra-sonographers(1~5 years)	Ultra-sonographers(6~10 years)	0.520	0.366	0.552
	Ultra-sonographers(11~15 years)	0.166	0.014	0.016
	Ultra-sonographers(16~20 years)	0.004	0.000	<0.0001
Ultra-sonographers(6~10 years)	Ultra-sonographers(11~15 years)	0.501	0.128	0.092
	Ultra-sonographers(16~20 years)	0.029	0.009	0.002
Ultra-sonographers(11~15 years)	Ultra-sonographers(16~20 years)	0.026	0.093	0.010

Reference

[1] S. J. Kim, Y. M. Choi, S. H. Lee, "A Study on the

Survey about the interior Design of General Hospital's Ultrasonography," Journal of Korean Institute of Interior Design, Vol. 13, No. 8, pp. 39-47, 2004.

- [2] <http://www.severance.or.kr>.
- [3] T. Albrecht, A. Oldenburg, J. Hohmann, J. Skrok, C. W. Hoffmann, S. Schettler, K. J. Wolf, "Imaging of liver metastases with contrast-specific low-MI real-time ultrasound and SonoVue," *European Radiology*, Vol. 13, No. 3, pp. 79-86, 2003.
- [4] Ultrasound scanning guidelines on best practice. [internet]available from: <[http://www.iirrt.ie/files/fileman/Articles/IIRRT/Ultrasound scanning](http://www.iirrt.ie/files/fileman/Articles/IIRRT/Ultrasound%20scanning) March, 2010.
- [5] N. Goyal, N. Jain, V. Rachapalli, "Ergonomics in radiology," *Clinical Radiology*, Vol. 64, No. 2, pp. 119-126, 2009.
- [6] S. Balter, "An investigation of ambient light in the interventional fluoroscopy laboratory," *Proceedings of SPIE Medical Imaging International Symposium 2009*.
- [7] M. Uffmann, M. Prokop, W. Kupper, T. Mang, V. Fiedler, C. Schaefer-Prokop, "Softcopy reading of digital chest radiographs: effect of ambient light and automatic optimization of monitor luminance," *Invest Radiology*, Vol. 40, No. 3, pp. 180-185, 2005.
- [8] M. H. Fuchsjager, C. M. Schaefer-Prokop, E. Eisenhuber, et al, "Impact of ambient light and window settings on the detectability of catheters on soft-copy display of chestradiographs at bedside," *American Journal of Roentgenology*, Vol. 181, No. 5, pp. 1415-1421, 2003.
- [9] J. M. Goo, J. Y. Choi, J. G. Im, et al., "Effect of monitor luminance and ambient light on observer performance in soft-copy reading of digital chest radiographs," *Radiology*, Vol. 232, No. 3, pp. 762-766, 2004.
- [10] WHO, "Quality Assurance in Diagnostic Radiology," World Health Organization, Geneva, 1982.
- [11] Commission of the European Communities. Criteria for acceptability of radiological(including Radiotherapy) and nuclear installations. Radiation Protection No. 91.Luxembourg: CEC, 1997.
- [12] Ultrasound scanning guidelines on best practice. [internet]available from: [http://www.iirrt.ie/files/fileman/Articles/IIRRT/Ultrasound nd scanning](http://www.iirrt.ie/files/fileman/Articles/IIRRT/Ultrasound%20scanning) March, 2010.
- [13] American College of Radiology, "Guideline for the Performance of Whole Breast Digital Mammography," ACR Practice Guideline 2001 Research 7.
- [14] T. H. Lee, "Ergonomic comparison of operating a built-in touch-pad pointing device and a trackball mouse on posture and muscle activity," *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 101, No. 3, pp. 730-736, 2005.
- [15] C. Kimme-Smith, A. G. Haus, N. D. Bruhl, et al, "Effects of ambi-ent light and view box luminance on the detection of calcifications in mammography," *American Journal Roentgenology*, Vol. 168, No. 3, pp. 775-778, 1997.
- [16] M. Scharitzer, M. Prokop, M. Weber, M. Fuchsjager, E. Oschatz, "Detectability of catheters on bedside chest radiographs: comparison between liquid crystal display and high-resolution cathode-ray tube monitors," *Radiology*, Vol. 234, No. 2, pp. 611-166, 2005.
- [17] C. K. George, W. F. Alisa, A. K. Elizabeth, G. N. Paul, Konstantinos Katsanos, Athanasios Diamantopoulos, G. L. Steve, "Medical Imaging Displays and Their Use in Image Interpretation," *RadioGraphics*, Vol. 33, No. 1, pp. 275-290, 2013.
- [18] M. McEntee, P. Brennan, M. Evanoff, P. Phillips, T. O. William, C. M. David, "Optimum ambient lighting conditions for the viewing of softcopy radiological images," *Proc. SPIE 6146, Medical Imaging 2006: Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment*, 61460W (17 March 2006). <https://doi.org/10.1117/12.660137>
- [19] I. C. Im, H. Y. Lee, H. An, "A Study on the Illumination Environment of Ultrasound Examination Room," *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 11, No. 4, pp. 212-219, 2017.

소프트 카피 초음파 이미지를 보기 위한 최적의 주변광 조도 연구

안 현,¹ 이효영^{2,*}

¹인제대학교 부산백병원 영상의학과

²동의대학교 방사선학과

요 약

본 논문은 초음파 검사 및 판독에 사용되는 CRT, LCD 모니터에서 영상검사와 판독 시 적절한 시각화에 대한 최적의 주변 조도 수준을 제안하고자 하였다. 평가자들은 4그룹 20명(Ultra-sonographer 20명(4 groups; ultra-sonographer 1~5 years 5명, ultra-sonographer 6~10 years 5명, ultra-sonographer 11~15 years 5명, ultra-sonographer 16~20 years 5명)을 대상으로 하였으며, 문항수는 32문항이었다. 평가방법은 10, 25, 100 Lux 3가지 주변광 조도에서 초음파 soft copy 영상을 1문항 당 30초간 영상 평가하였으며, 평가 결과를 6점 척도로 1점=Normal (Definitely no lesion), 2점=possibly not a lesion, 3점=probably not a lesion, 4점=possibly a lesion, 5점=probably a lesion, 6점=Definitely a lesion으로 나타내었다. 본 연구에서 주변광에 따른 초음파 영상들에 대한 병변 감지에 사용되는 소프트 카피(soft copy) 영상 판독 ROC분석 결과는 10 Lux에서 높은 민감도, 특이도, 곡선하면적 결과를 나타내었다. 주변광 조도로 10 Lux를 이용한다면 초음파(ultrasound) 소프트 카피(soft copy) 영상의 병변 탐지에 있어 최적의 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 추후 연구 자료를 기초로 하여 초음파 영상 검사실 및 판독실의 주변광 조명방기를 설계하면서 기초자료로 제시될 것으로 생각한다.

중심단어: 소노그래퍼, 주변광, 소프트 카피, 수신자 조작특성, 곡선하면적

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	안현	인제대학교 부산백병원 영상의학과	방사선사
(교신저자)	이효영	동의대학교	교수