Journal of Radiation Industry 10(2) : 91~95(2016)

광주지역 동물병원의 동물보호자 및 방사선 작업종사자의 피폭선량의 측정 및 조사

강지승[1] · 윤선영[1] · 여화연[1,*] · 동경래[2]

[1]남부대학교 방사선학과, [2]광주보건대학교 방사선과

Measurement and Research of the Exposure Doses of the Animal Guardians and Radiation Workers in the Animal Hospital in Gwangju

Ji-Seung Kang[1], Seon-Yeong Yun[1], Hwa-Yeon Yeo[1,*] and Kyung-Rae Dong[2]

[1]*Department of Radiology, Nambu University, 864-1 Wolgye-dong, Gwangsan-gu, Gwangju 62271, Republic of Korea*

[2]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University, 683-3 Shinchang-dong, Gwangsan-gu, Gwangju 62287, Republic of Korea*

Abstract - In modern society, having companion animals as family members is getting popular. According to the data from National Statistical Office, the population of people with companion animals and pets is now over 10 million. The increase of companion animals led to an increase of animal hospitals. Accordingly, radiation generating devices for diagnosis are being used frequently. In addition, as animal hospitals are increasingly using radiation generating devices, in order to protect the related workers and promote animal cares, the government enacted the regulations relating to operations and installations of the devices at animal hospitals. Therefore, this study handles the radiation safety management related stuffs by measuring and assessing radiation dose to the animal guardians and radiation workers in the animal hospitals in Gwangju.

Key words : Companion animals, Animal hospitals, Radiation safety, Gwangju

서 론

현대사회에서 반려동물을 또 하나의 가족으로 여기는 것은 이제 자연스러운 일이 되었고 통계청에 따르면 실제로 반려동물과 함께하는 인구가 1000만 명을 넘어섰다. 이와 같이 반려동물이 증가한 요인은 인구구조의 고령화, 1인 가구의 증가와 같은 사회적 요인과 반려동물을 가족구성원으로 인식하는 의식변화에 기인한다(양 1995; An *et al*. 2014). 반려동물의 증가로 인해 동물병원도 증가하고 있으며 진단에 필수적인 방사선 발생장치도 활발히 사용되고 있다. 이러한 동물병원에서의 방사선 발생장치 사용 증가에 따라 방사선 관계종사자 등을 보호하고, 동물 진료의 걱정을 도모하기 위해 동물병원에서 설치 운영하는 관리에 관한 규칙을 제정하였다(Kang *et al*. 2005; 대한수의사회 2011). 또한 동물병원 종사자 중 일정한 자격을 가진 자를 방사선안전관리자로 지정하여 관련 업무를 수행하도록 하고 동물병원의 방사선 작업종사자로 하여금 방사선 피폭선량과 2년 주기의 건강진단을 받도록 하였다(농림수산식품부령 2015).

* Corresponding author: Hwa-Yeon Yeo, Tel. +82-62-970-0157, Fax. +82-62-972-6200, E-mail. yhy@nambu.ac.kr

따라서 본 연구는 광주시내의 동물병원을 대상으로 파악하고 실제 동물병원에서 촬영자 및 보호자의 피폭선량을 측정한 후 측정한 피폭선량의 평가를 함으로써 동물병원의 방사선 안전관리에 대해 다루고자 하였다.

재료 및 방법

1. 광자극발광선량계

선량 평가에 사용된 선량계는 광자극발광선량계이다. OSDL에 방사선이 조사되면 가전도대(valence band)의 전자가 전도대(conduct band)를 통해 포획중심(Trap)에 포획되는데, TLD의 경우 열자극에 의해 형광을 방출하지만 OSDL의 경우 광자극(Laser 또는 LED)에 의해 형광을 방출한다. 이때 발생하는 형광의 양은 방사선량과 광자극의 양에 비례하여 증가한다.

2. 광자극발광 현상

광자극발광선량계는 기존에 사용되었던 열형광선량계(Thermoluminescencedosimeter, TLD)와 기능 및 적용법이 유사하다.

자극 에너지(Stimulation energy)는 열형광선량계의 경우 열로써 주어지게 되며, 광자극발광선량계의 경우 일정 파장을 지닌 빛의 형태로 주어진다.

전자가 에너지 덫을 벗어날 수 있는 가능성은 다음과 같은 식으로 주어진다. σ는 주어진 파장에서 생성된 자극 광자선속(Stimulation photon flux)이며, ϕ는 에너지 덫의 광이온화 횡단(Photoionization cros-section)을 나타낸다(Akselrod *et al*. 2006).

$$p = \sigma \times \phi \quad (1)$$

$$\phi(hv) = a^{*}\left(\frac{\sqrt{E_i}^{*}(hv - E_i)^{\frac{3}{2}}}{hv^{*}(hv - rE_i)^{2}}\right) \quad (2)$$

위 식에서 E_i는 주어진 에너지 덫 i의 광 문턱 값을 나타내며, a는 척상수이다. hv는 E_i보다 큰 자극 에너지를 말하며, r는 전하 운반체 유효 질량 함수를 나타낸다.

이러한 광이온화 횡단은 광자극 시 에너지 덫의 안정성을 판단하는 데 있어 가장 중요하다. 에너지 덫을 탈출한 전자는 다시 에너지 덫에 포획되거나 또는 재결합을 하게 된다. 간단하게 전자는 에너지 덫에 포획되지 않고 즉시 재결합을 한다고 가정하면, 에너지 덫에 포획되어 있는 전하의 형광도를 아래 식을 통하여 표현할 수 있다.

$$\frac{dn}{dt} = -n^{*}p \quad (3)$$

식(3)은 전자 덫 탈출과 신호감쇠 방정식이다. 여기서 n = n(t)는 t시간에 에너지 덫에 포획된 전하의 양을 말한다. 자극은 일정하고 에너지 덫에 포획되는 양이 유한하다면, 발광현상과 에너지 덫에 포획된 전하의 양, n은 지수적으로 감쇠한다. 응답곡선을 적분한 값은 조사된 방사선량과 비례하며, 광자극발광선량계에 조사된 미지의 방사선량을 구할 수 있게 되는 것이다.

3. 연구대상

본 연구에서는 광주광역시 수의사회에 등록된 동물병원 중 36곳을 2014년 9월부터 2014년 12월까지 직접방문을 실시하였다(대한수의사회 연도 미상). 또한 그중 5곳을 직접 방문하여 실제 촬영이 이루어질 때 수의사, 보조자 등 피폭자가 받는 피폭선량을 측정하였다.

4. 실험재료

본 연구에 사용된 장비는 광자극방광선량계(OSLD)와 판독기 Lnadauer사의 Microstar 리더(Landauer MicroStar InLight System, Glenwood, IL, USA)이다.

5. 연구방법

5.1 모의실험

모의실험에서는 스티로폼 모형을 제작하여 검사자를 대신하였다. 촬영조건은 사전답사와 촬영조건표를 토대로 하여 FFD는 50 cm, 조사야는 25 × 25 cm^2, 팔과 테이블의 각도는 60도로 설정하였다. 사전답사의 결과에 따라 모의실험 시 계측기의 위치는 양쪽 손(RH, LH), 양쪽 손목(RC, LC)과 갑상선(N)으로 하였다.

스티로폼 모형에 계측기를 부착하고 모형을 고정시킨 다음 50 kVp 2 mAs 및 3 mAs에서 각각 1회, 5회, 10회를 조사하였다. 연속조사를 할 때는 30초의 간격을 두어 엑스레이

Fig. 1. Simulation.

Table 1. Doses for shooting conditions (unit: mSv)

	Area	2 mAs			3 mAs		
		Once	5 times	10 times	Once	5 times	10 times
50 kVp	N	0.70	0.10	0.90	1.02	1.16	1.25
	RC	0.60	0.48	0.80	0.50	2.68	2.76
	LC	0.70	2.06	0.10	1.30	1.24	1.33
	RH	0.20	1.58	0.30	2.52	1.75	2.01
	LH	0.70	1.43	1.50	1.31	1.60	1.65
	Area	3 mAs			4 mAs		
		Once	5 times	10 times	Once	5 times	10 times
60 kVp	N	1.72	0.40	1.90	1.33	0.52	1.70
	RC	1.17	0.66	0.30	0.06	0.13	1.50
	LC	1.30	1.08	0.12	0.40	0.50	3.41
	RH	0.80	0.23	2.01	2.20	1.31	1.49
	LH	2.50	1.27	1.61	0.19	0.30	2.22
	Area	4 mAs			5 mAs		
		Once	5 times	10 times	Once	5 times	10 times
70 kVp	N	0.82	0.50	0.03	0.31	2.10	1.97
	RC	0.04	1.06	2.84	0.30	1.04	1.50
	LC	0.78	1.34	1.12	0.30	0.90	2.46
	RH	0.21	2.40	0.34	0.40	2.33	1.42
	LH	0.10	0.10	0.20	2.07	0.20	0.74
	Area	5 mAs			6 mAs		
		Once	5 times	10 times	Once	5 times	10 times
80 kVp	N	1.89	2.70	1.20	1.02	0.49	0.50
	RC	0.20	1.98	5.02	0.33	1.67	5.27
	LC	0.10	2.44	3.58	0.10	1.89	3.82
	RH	2.10	3.18	7.63	3.77	0.57	7.51
	LH	0.59	4.47	3.86	0.50	2.61	4.90

발생장치의 과부하를 방지하였다. 같은 방법으로 60 kVp 3 mAs 및 4 mAs에서 각각 1회, 5회, 10회를 조사하였고 70 kVp 4 mAs 및 5 mAs에서 각각 1회, 5회, 10회를 조사함으로써 동물병원과 유사한 촬영조건에서의 선량 분포를 알아보았다.

5.2 동물병원 피폭선량 측정

광주시내 수의사회에 등록된 병원 중 5곳을 방문하여 2014년 11월 한 달 동안 실제 동물병원에서 방사선 촬영 시 수의사 및 보조자가 받는 피폭선량을 측정하였다. 양쪽 손, 손목과 갑상선 부위에 라벨을 붙인 광자극 발광 선량계를 방사선 촬영 시마다 착용하게 하였으며 촬영 횟수, kVp, mAs, FFD, 조사야 크기를 기록하도록 하였다.

결 과

1. 모의실험

50 kVp 2~3 mAs, 60 kVp 3~4 mAs, 70 kVp 4~5 mAs, 80 kVp 5~6 mAs의 촬영조건에서 1회, 5회, 10회 조사한 선량은 Table 1과 같다.

촬영조건과 촬영 횟수 부위에 따라 피폭선량이 모두 다르다는 것을 확인할 수 있다.

2. 동물병원 피폭선량 측정

5개의 동물병원에서 목과 오른 손목, 왼 손목에 착용했던 광자극발광선량계를 수거한 다음 판독의 오차를 줄이기 위해 각각 세 번씩 판독을 하여 그 평균값을 사용하였다. 판독값은 실험을 하기 전의 기존 값을 빼기 전인 판독 직후의 값을 말하고, 결과값은 판독 값에서 기존 값을 뺀 순수한 측정값을 말한다.

5개의 병원에서 한 달 동안 측정한 값을 주당 선량으로 나눈 다음 연간 작업시간인 50주를 곱하여 계산한 연간 선량을 각 병원별로 분류하여 Table 2에 나타내었다.

표를 그래프로 나타내어 각 병원의 측정 부위에 따른 피폭선량을 비교해 보았다. 그 결과 E병원이 측정 부위 오른 손목에 연간 선량이 117.5 mSv로 가장 높은 피폭선량이 측

Table 2. Yearly and weekly doses for each hospital (unit: mSv)

Hospital	Position	Reading	Previous value	Weekly dose	Yearly dose
A	N	1.50	0.94	0.56	28.00
	RC	1.42	0.78	0.64	32.00
	LC	2.23	0.92	1.31	65.50
B	N	2.10	1.84	0.26	13.00
	RC	1.42	0.78	0.64	32.00
	LC	1.62	1.28	0.34	17.00
C	N	2.31	2.11	0.20	10.00
	RC	1.25	1.02	0.23	11.50
	LC	1.10	0.89	0.21	10.50
D	N	1.85	1.70	0.15	7.50
	RC	1.28	1.14	0.14	7.00
	LC	1.35	1.29	0.06	3.00
E	N	2.29	1.65	0.64	32.00
	RC	7.59	5.24	2.35	117.50
	LC	3.08	1.29	1.79	89.50

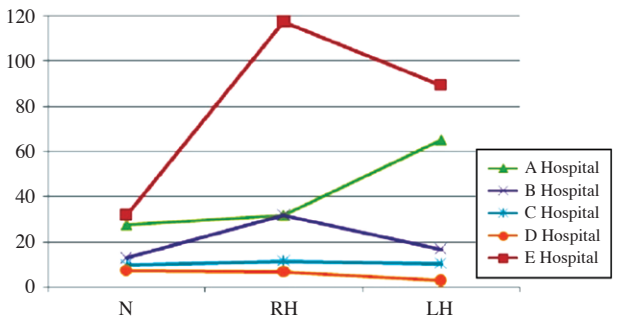

Fig. 2. Yearly dose comparisons between hospitals.

정됐음을 알 수 있었다.

반면 D병원이 왼 손목에 연간 선량 3 mSv로 전체적으로 가장 낮은 피폭선량을 보였다.

이러한 각 병원의 피폭선량에 대한 결과의 원인은 각 병원의 kVp와 mAs의 차이라기보다는 촬영 횟수에 기인한다고 볼 수 있다. 병원마다 kVp와 mAs가 약간의 차이가 있었지만 모의실험 결과와 같이 kVp와 mAs의 약간의 차이는 뚜렷한 선량의 변화를 가져오지 않음을 확인하였으므로 각 병원의 kVp와 mAs의 차이는 결과에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다.

고 찰

현재 국내 소규모 및 개인동물병원에서의 방사선 촬영은 수의사 또는 보조자에 의해 이뤄지고 있다. 동물병원은 주당 최대 동작 부하 10 mA min^{-1} 규모 동물병원으로 조사되었다.

이때 촬영조건 설정은 평균 약 60 kVp에 2~3 mAs가 가장 많았고 FFD는 통상 60~100 cm로 설정하고 있었다. 촬영을 실시하는 사람은 대부분 수의사였으며 보조자와 함께 하는 경우가 일반적이었다. 촬영 시 착용하는 차폐기구는 납 치마만 착용하거나 납 치마와 갑상선보호대를 함께 착용하는 경우가 가장 많다(Kim *et al*. 2010).

실제 한 달 동안 동물병원에서 피폭선량을 측정한 결과 주당 25회를 촬영했던 E병원에서는 목 부위에 32 mSv, 오른 손목에 117.5 mSv, 왼 손목에 89.5 mSv가 측정됨으로써 대상 동물병원 중 가장 많은 피폭선량을 나타냈다. 병원마다 kVp와 mAs가 약간의 차이가 있었지만 모의실험 결과와 같이 kVp와 mAs의 약간의 차이는 뚜렷한 선량의 변화를 가져오지 않으므로 피폭선량에 가장 큰 영향을 끼치는 것은 촬영 횟수라고 볼 수 있다. 동물병원을 직접 방문하면서 겨울은 상대적으로 비수기이고 그에 따라 방사선 촬영 횟수도 감소한다는 실정을 알게 되었는데 이를 감안한다면 촬영 횟수는 현재의 측정 대상 병원의 촬영 횟수보다 증가할 가능성을 가지고 있다(Seong and Jang 2013).

가장 높게 측정된 피폭선량은 오른 손목에서 측정된 117.5 mSv였으며 이는 방사선 관계 종사자의 손 부위에 적용되는 선량 한도인 500 mSv의 약 5분의 1배에 해당하는 양이다. 일반인의 피부 선량 한도의 두 배에 해당하는 양이기도 하다(ICRP 1991).

이와 관련하여 최근 감사원에서 발표한 감사결과에 따르면 동물병원의 방사선 촬영 과정에서 수의사와 보조자가 방사선에 과다하게 피폭될 가능성이 있다는 것이다. 감사원은 일반병원의 x-ray 촬영은 방어벽 뒤에서 촬영이 이뤄지지만 동물병원은 그 특성상 보조자나 수의사가 직접 동물을 잡고 있는 상태에서 촬영하기 때문에, 동물을 붙잡고 있는 사람과 방사선 촬영장치 간 거리가 통상 50 cm 미만에 그친다며 이 경우 연간 피폭량이 허용치(20 mSv)의 4배에 달하는 87.5 mSv에 달한다고 밝힌 바 있다(감사원 2014).

결 론

위와 같은 결과를 보았을 때, 동물병원의 관계자 및 보호자 등이 설문조사 시에 미온적 대응이나 참여 등은 교육 등을 통해 수의사들의 방사선 사용에 대한 인식에도 변화가 필요하다. 더 나아가 일부 법적 의무사항의 적용이 배제되어 있는 소규모 동물병원을 규제 배제 대상에서 규제 대상으로 변경할 필요가 이다. 또한 연구를 지속해서 피폭선량을 절감할 새로운 방법이나 보다 간편한 새로운 보호 및 보호장비를 통해 동물병원 방사선 작업종사자들의 안전을 보장받을 수 있도록 연구를 더 이어갔으면 한다.

참 고 문 헌

감사원. 2014. 방사선안전관리실태. 감사결과보고서.

농림수산식품부령. 2015. 동물 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙.

대한수의사회. 2011. 동물병원 방사선 관리제도 세부안내.

대한수의사회. 동물병원자료검색, http://www.kvma.or.kr

양일석. 1995. 수업연한의 연장의 타당성 및 개선방안. 한국수의학교육공청회.

Akselrod MS, Bøtter-Jensen L and McKeever SWS. 2006. Optically stimulated luminescence and its use in medical dosimetry. *Radiat. Meas.* **41**:S78-S99.

An HJ, Kim CH, Kwon YJ, Kim DH, Wee SH and Moon JS. 2014. Radiation safety management for diagnostic radiation generators and employees in animal hospitals in Korea. *Korean J. Vet. Res.* **54**(3):151-157.

ICRP. 1991. 1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60.

Kang EJ, Lee KH and Ju OJ. 2005. A study on the environmental condition and safety in dental radiographic room. *J. Dent. Hyg. Sci.* **5**(1):83-88.

Kim SW, Rhim JD, Han DY and Seoung YH. 2010. The Radiation Safety Management in the Animal Hospital Using Inspection Standard of Diagnosis Radiation System. *J. Korea Saf. Manag. Sci.* **12**(4):73-80.

Seong MK and Jang KA. 2013. Influences on radiation safety management practice of general characteristics and radiation safety management practice for dental hygienists in Busan and Gyeongnam province. *J. Dent. Hyg. Sci.* **13**(1): 264-270.

Received: 10 May 2016
Revised: 31 May 2016
Revision accepted: 13 June 2016