Journal of Radiation Industry 12(2) : 151~156(2018)

동물병원 방사선관계종사자의 피폭선량 측정 및 평가

윤 선 영[1] · 여 화 연[1,*]

[1]남부대학교 방사선학과

Measurement and Evaluation of Radiation Exposure Doses for Radiation Workers in Veterinary Hospitals

Sun Young Yoon[1] and Hwa Yeon Yeo[1,*]

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

Abstract - The details of the radiation used in the current veterinary hospitals have been regulated by the regulations of animal diagnostic radiators. However, veterinary hospitals with a total workload of less than 10 mA·min per week are excluded from the legal obligation to administer radiation safety management. This study investigated the actual situation of small animal hospitals. Based on the results of this survey, the radiation dose of the radiation workers was measured and evaluated. The results of this study will be a meaningful assessment of small animal hospitals that are excluded from legal objectives.

Key words : Veterinary hospital, X-ray, Radiation exposure doses, OSLD, GD

서 론

반려동물의 증가와 함께 반려동물에 대한 질병의 진단과 치료에 대한 수요도 증가하고 있으며, 이에 따라 질병진단에 필수적인 장비인 방사선 발생장치의 사용도 많아지고 있다.

이러한 동물병원에서의 방사선 발생장치 사용 증가에 따라 국내에서는 2011년 동물병원 방사선관계종사자 등을 방사선 위해로부터 보호하고, 동물 진료의 적정을 도모하기 위해 동물병원에서 설치 운영하는 방사선 발생장치의 신고 및 검사 의무화 등을 주요 골자로 하는 동물 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙을 제정하였다(대한수의사회 2001).

그러나 수의사가 개설한 동물병원 중 동물 진단용 엑스선장치만을 사용하면서 주당 최대동작부하의 총량이 10 mA·min 이하인 동물병원에 대해서는 방사선 피폭선량의 측정, 방사선 관리 구역의 설정, 방사선 안전관리자 지정, 방사선작업종사자에 대한 건강진단의 의무와 같은 법적 의무사항을 적용하지 않는다.

동물 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙은 보건복지부의 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙에 의거하여 제정되었으나 의료기관과 동물병원은 환경이 다르므로 그 차이에 대한 실태조사의 필요성이 있다. 또한 안전관리에 관한 법적 의무사항이 배제된 주당 최대 동작부하의 총량이 10 mA·min 이하인 동물병원의 방사선 작업종사자에 대한 피폭선량을 측정해야 할 필요성이 있다.

재료 및 방법

1. 광 자극발광선량계

선량평가에 사용된 선량계는 광 자극발광선량계(Optically

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

stimulated luminescent dosimeter, OSLD)로 탄소를 첨가한 알루미늄산화물을 소자로 사용하는 선량계이다. 이 알루미늄옥사이드는 물리, 화학적으로 대단히 안정된 물질이므로 환경에 의한 영향을 무시할 수 있으며 선량계의 구조나 모양을 다양하게 만들 수 있다. OSLD에 방사선이 조사되면 가전도대(valence band)의 전자가 전도대(conduct band)를 통해 포획중심(Trap)에 포획되는데, 열 형광 선량계(Thermoluminescence dosimeter, TLD)의 경우 열자극에 의해 형광을 방출하지만 OSLD의 광 자극(Laser 또는 LED)에 의해 형광을 방출한다(임 등 2011). 이때 발생하는 형광의 양은 방사선량과 광 자극의 양에 비례하여 증가한다. 자극을 위해 가한 빛의 파장은 532 nm (green)이며 발생하는 형광의 파장은 420 nm (blue)이다. 형광의 측정은 광 전자 증배관(Photo Multiplier Tubes, PMT)으로 카운트한다.

2. 유리 선량계

OSLD의 측정값과 비교하기 위하여 보조 선량계로 사용한 유리 선량계는 안정성이 높고 소자 간 편차가 적고 감퇴 및 환경, 온도의 영향이 거의 없고 측정 시 저선량부터 고선량까지 높은 정확도를 지니고 있으며 무엇보다 반복사용이 가능한 장점을 가지고 있다. 유리 선량계의 특성은 선량의 측정범위가 10 μGy에서 10 Gy 사이로 넓으며 선량율 의존성이 적고 재측정이 가능하다. 또한 잠상퇴행은 5% 이하(100 μGy 137 Cs)로 적으며 재현성은 2% 이하(1 mGy 137 Cs)으로 매우 우수한 특징을 지니며 재사용할 수 있는 특성이 있다.

3. 연구대상

본 연구에서는 G광역시 수의사회에 등록된 전체 111곳의 동물병원 중 설문에 응한 36곳에 대해 2014년 9월부터 2014년 12월까지 직접방문 또는 전화를 통하여 방사선 사용실태에 관한 실태조사를 실시하였다. 또한 그중 5곳을 직접 방문하여 실제 촬영이 이루어질 때 수의사, 보조자 등 피폭자가 받는 피폭선량을 측정하였다. 이 5곳은 안전관리의 법적 의무 적용 대상이 아닌 주당 최대 동작부하의 총량이 10 mA·min 이하의 동물병원 중에서 실태조사 결과를 참고하여 다양한 환경에서의 피폭선량의 평가가 가능한 곳으로 선정하였다.

4. 실험재료

본 연구에 사용된 장비는 광 자극발광선량계(nanoDot)와 판독기(LandauerMicroStarInLight System, Glenwood, IL, USA), 유리 선량계(GD-450)이다.

5. 연구방법

5.1 방사선사용 실태조사

실제 동물병원에서의 피폭선량 측정실험에 앞서 동물병원에서의 방사선사용에 관한 전반적인 사항을 이해하고 또한 방사선 안전관리에 대한 실태를 조사하기 위하여 촬영자와 일대일 문답형식으로 실태조사를 실시하였다. 방사선사용에 관한 실태조사는 보유 장비, 촬영, 촬영환경, 방사선 안전관리, 방사선안전교육, 방사선관계종사자에 대한 항목으로 구분하여 조사하였다. 보유 장비 항목에서는 보유하고 있는 진단용 방사선 발생장치, 사양, 용량, 구입경로, 연식에 대해 조사하여 장비의 노후화 여부, 사양 등에 대해 파악하였다. 촬영에 관한 항목에서는 주당평균 촬영빈도, 최다 촬영빈도 부위, 최다 촬영빈도 부위의 촬영조건에 대해 조사하여 촬영대상 및 방사선사용의 빈도를 파악하였다.

5.2 피폭선량 측정 및 평가

5.2.1 사전답사

실제 동물병원에서 촬영 시 검사자의 피폭선량을 측정하기에 앞서 사전답사를 실시하였다. 먼저 실험을 하기 전 실험대상인 병원 5곳 중 2곳을 방문하여 실험에 대한 구체적인 계획을 세우기 위해 실제 촬영하는 조건을 갖춘 채 조사는 하지 않고 시뮬레이션을 실시하여 측정기의 위치, 검사자의 자세 등을 조사하였다.

Fig. 1. Proactive exploration and simulation.

5.2.2 동물병원 피폭선량 측정

G광역시 수의사회에 등록된 병원 중 5곳에서 2014년 10월 한 달 동안 실제 동물병원에서 방사선 촬영 시 수의사 및 보조자가 받는 피폭선량을 측정하였다.

측정기는 OSLD와 GD를 동시에 사용하고 그중 OSLD는 판독기로 직접 판독하였으며 세 번 판독한 값의 평균값을 사용하였다. GD는 판독기관에서 판독함으로써 그 값을

OSLD의 측정값과 비교하여 신뢰도를 향상시켰다. 측정위치는 실태조사 결과 대부분의 동물병원에서 납 치마를 착용하는 것을 고려하여 납 치마에 의해 차폐되는 가슴이나 생식기 등의 신체부위는 제외하였으며, 동물을 고정하기 위해 불가피하게 촬영 중 촬영실 안에 들어가 있어야 함에도 불구하고 납 치마 외에 보호장구의 착용이 이루어지지 않았던 사전답사와 실태조사의 결과에 따라 계측기의 위치는 양쪽 손목 부위와 갑상선이 위치한 목 부위로 정하였다.

OSLD와 GD를 수평으로 나란히 고정시킨 밴드를 손목과 목 부위에 착용하게 하였다. 또한 측정기에는 부위별로 N, LC, RC의 라벨을 부착하여 구별하였다. 이를 매 촬영 시마다 착용하게 하였으며 촬영횟수, kVp, mAs, FFD를 기록하도록 하였다.

결 과

1. 방사선사용 실태조사

G광역시 수의사회에 등록된 병원 중 36곳을 조사한 결과, 보유하고 있는 진단용 X-ray 발생장치의 용량은 100 mA 27대(75%), 250 mA 3대(8%), 300 mA 6대(17%)로 나타났다.

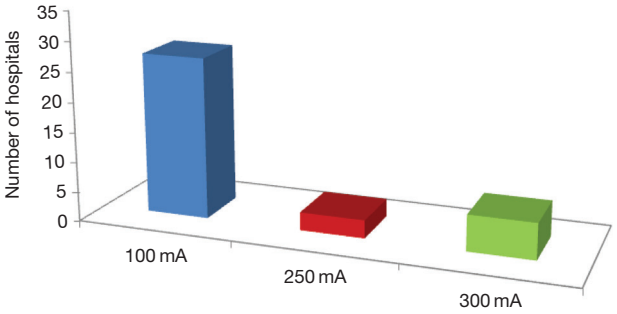

Fig. 2. Capacity of radiation generator.

또한 보유하고 있는 방사선 발생장치의 종류는 S/F형이 12대(33%), CR형이 9대(25%), DR형이 15대(42%)로 나타났다.

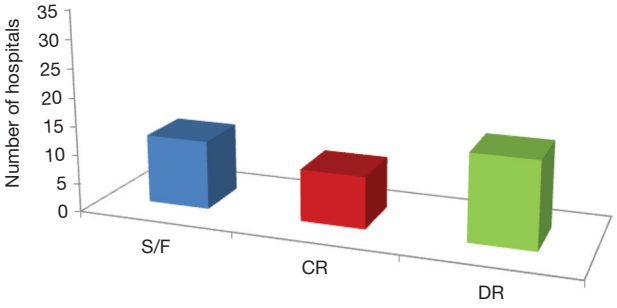

Fig. 3. Types of radiation generators.

방사선 발생장치의 구입경로는 새 제품으로 구입하여 사용하는 곳이 21곳(58%), 중고 제품으로 구입하여 사용하는 곳이 12곳(33%), 인계 받아 사용하는 곳이 3곳(8%)으로 나타났다.

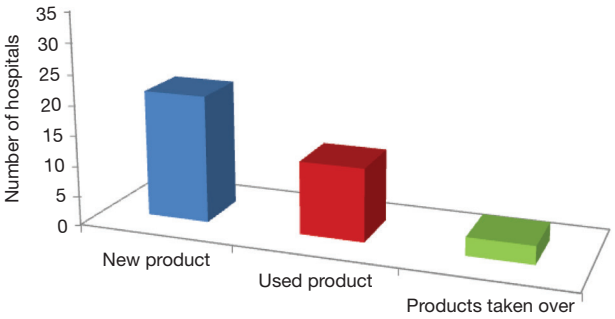

Fig. 4. Purchase path of radiation generator.

방사선 발생장치의 주당 사용량이 10 mA·min 이하인 병원은 33곳(92%), 10 mA·min 이상인 곳은 3곳(8%)으로 나타났다.

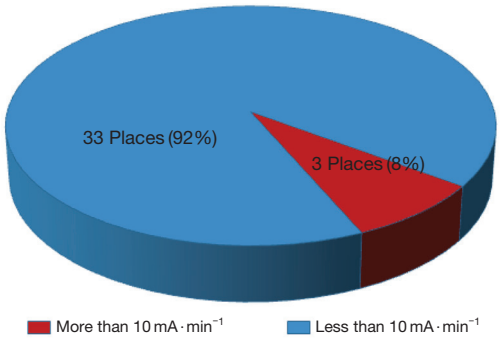

Fig. 5. Usage per week.

주당 평균 촬영빈도가 1~10회인 병원은 20곳(56%), 11~20회인 병원은 12곳(33%), 21~30회인 병원은 4곳(11%)으로 나타났다.

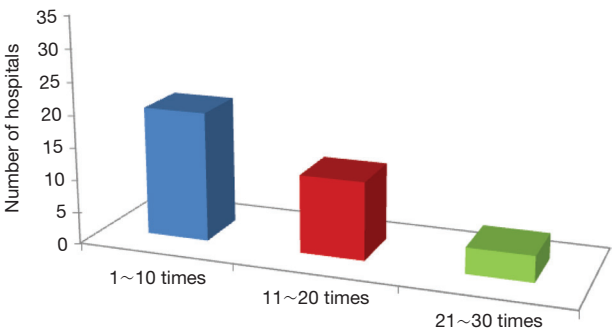

Fig. 6. Average number of shots per week.

부위별 최다 촬영빈도가 복부인 곳이 21곳(58%), 흉부인 곳이 6곳(17%), 사지골격인 곳이 9곳(25%)으로 나타났다.

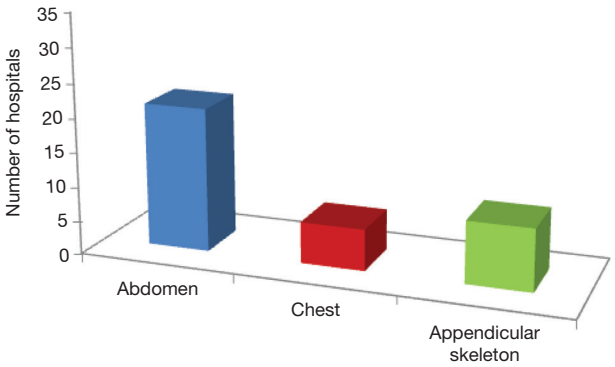

Fig. 7. Most shots per site.

촬영 시 참여인원에 대해서는 수의사와 보조자가 함께 참여하는 경우가 24곳(67%), 수의사만 참여하는 경우가 9곳(25%), 보호자가 동반하는 경우가 3곳(8%)으로 조사되었다.

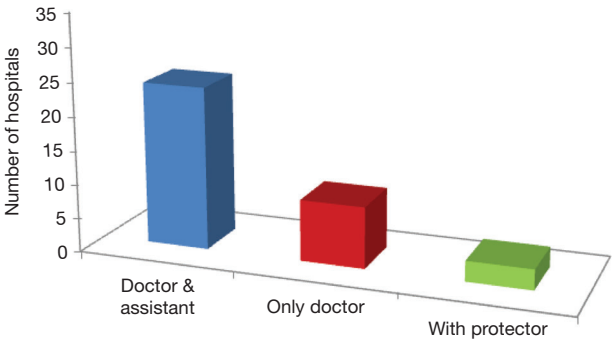

Fig. 8. Person during shooting.

방사선 관리구역을 설정한 병원은 30곳(83%), 설정하지 않은 병원은 6곳(17%)으로 나타났다.

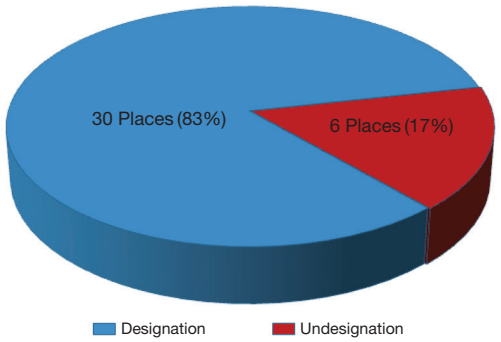

Fig. 9. Radiation management zone setting.

촬영실에 방호벽을 설치한 병원은 33곳(92%), 설치하지 않은 병원은 3곳(8%)으로 나타났다.

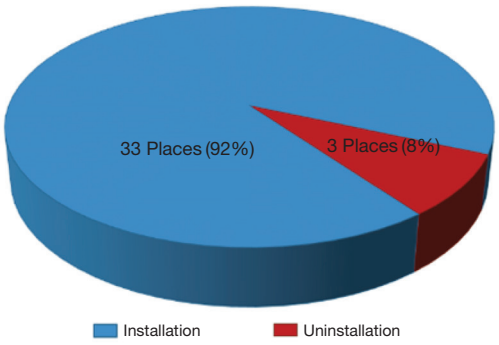

Fig. 10. Install radiation protective wall.

방사선의 개념 및 안전관리에 대한 인지 정도를 조사한 결과 매우 잘 알고 있는 병원이 7곳(19%), 잘 알고 있는 병원이 12곳(33%), 보통인 병원이 17곳(47%)으로 나타났다.

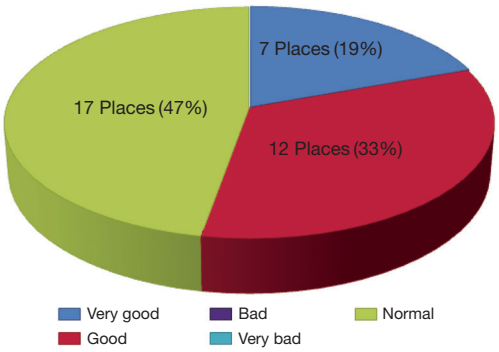

Fig. 11. Radiation concept & awareness of safety management.

마지막으로 최다 촬영빈도 부위의 촬영조건의 설정 방법 중 kVp는 최저 42 kVp, 최고 80 kVp로 평균 57.54 kVp으로 조사되었으며, mAs는 최저 2 mAs에서 최고 5 mAs로 평균 3.25 mAs로 조사되었다.

2. 피폭선량 측정 및 평가

5개의 동물병원에서 목과 왼손목, 오른손목에 착용했던 OSLD를 수거한 다음 판독의 오차를 줄이기 위해 각각 세 번씩 판독을 하여 그 평균값을 사용하였다. 마찬가지로 목과 왼손목, 오른손목에 OSLD과 수평방향으로 나란하게 착용했던 GD는 판독기관에 판독을 의뢰하였다. A동물병원에서는 최저 42 kVp, 2.5 mAs, 최고 62 kVp, 5 mAs로 주당 20회 촬영을 실시하였다. B동물병원에서는 최저 62 kVp, 3.5 mAs, 최고 64 kVp, 3.5 mAs로 주당 9회 촬영을 실시하였다.

C동물병원에서는 최저 40 kVp, 3 mAs, 최고 84 kVp, 5 mAs로 주당 5회 촬영을 실시하였다. D동물병원에서는 최저 42 kVp, 3 mAs, 최고 70 kVp, 2 mAs로 주당 3회 촬영을 실시하였다. E동물병원에서는 최저 50 kVp, 2 mAs, 최고 61 kVp, 3 mAs로 주당 25회 촬영을 실시하였다.

5개의 병원에서 OSLD과 GD를 사용하여 한 달 동안 측정한 값을 주당 선량으로 나눈 다음 연간작업시간인 50주를 곱하여 계산한 연간선량을 각 병원별로 분류하여 표에 나타내었다. 또한 OSLD과 GD의 평균값을 구하여 피폭선량을 수치화하였다. A병원은 왼손목의 피폭선량이 OSLD와 GD의 평균값 67.7 mSv로 가장 크게 나타났다. B병원은 오른손목의 피폭선량이 31.0 mSv로 가장 크게 컸으며, C병원은 오른손목의 피폭선량이 12.8 mSv로 가장 컸다. D병원은 오른손목의 피폭선량이 8.0 mSv로 가장 컸으며, E병원은 오른손목의 피폭선량이 118 mSv로 가장 큰 것을 알 수 있었다.

Table 1. Annual doses at each hospital (unit: mSv)

Hospital region		OSLD	GD	Average
A	N	28.0	30.0	29.0
	LC	65.5	70.0	67.7
	RC	32.0	34.0	33.0
B	N	13.0	14.0	13.5
	LC	17.0	18.0	17.5
	RC	32.0	30	31.0
C	N	10.0	9.5	9.75
	LC	10.5	12	11.3
	RC	11.5	14	12.8
D	N	7.5	9.5	8.5
	LC	3.0	4.5	3.8
	RC	7.0	9.0	8.0
E	N	32.0	30.5	31.3
	LC	89.5	93	91.3
	RC	117.5	118.5	118

표를 그래프로 나타내어 각 병원의 측정부위에 따른 피폭선량을 비교해 보았다. 그 결과 E병원이 측정부위 오른손목에 연간선량이 118 mSv로 가장 높은 피폭선량이 측정됐음을 알 수 있었다. 반면 D병원이 왼손목에 연간선량 3.8 mSv로 가장 낮은 피폭선량을 보였으며 전체적으로도 가장 낮은 피폭선량을 보였다. 이러한 각 병원의 피폭선량에 대한 결과의 원인은 각 병원의 Kvp와 mAs의 차이라기보다는 촬영횟수에 기인한다고 볼 수 있다. 병원마다 Kvp와 mAs가 약간의 차이가 있었지만 각 병원의 Kvp와 mAs의 차이는 결과에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다. 가장 많은 피폭선량을 기록한 E병원에서는 주당 25회를 촬영함으로써 촬영횟수가 가장 많았다.

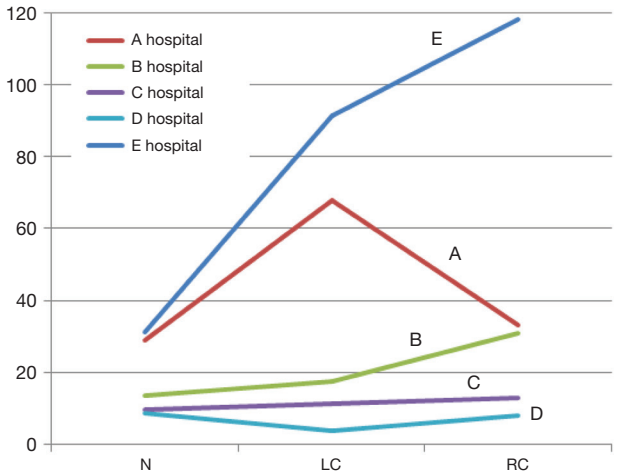

Fig. 12. Comparison of annual dose for each hospital.

고찰 및 결론

동물병원에서 설치, 운영하는 동물 진단용 방사선 발생장치를 안전하게 관리함으로써 방사선관계종사자가 방사선으로 인하여 위해를 입는 것을 방지하고 동물 진료의 적정을 도모하기 위하여 필요한 사항은 동물 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙에 규정되어 있다(농림축산식품부 2015). 그렇지만 수의사가 개설한 동물병원 중 동물 진단용 방사선 발생장치만을 사용하면서 주당 최대 동작부하의 총량이 10 mA·min 이하인 동물병원에 대해서는 방사선피폭선량의 측정, 방사선구역의 설정, 안전관리 책임자 선임, 방사선관계종사자에 대한 건강진단의 의무 등의 안전관리에 관한 사항에 대하여 적용이 배제되어 있다.

실태조사결과 조사대상 36곳 모두 주당 최대동작부하 10 mA·min 이하인 소규모 동물병원으로 조사되었다. 촬영조건 설정은 평균 약 60 kVp에 2~3 mAs, FFD는 평균 60~100 cm로 설정하고 있었다. 촬영을 실시하는 사람은 36곳 중 24곳에서 수의사가 보조자와 함께 실시한다고 조사되었다. 촬영 시 착용하는 차폐기구는 납 치마만 착용하는 경우가 36곳 중 28곳으로 조사되었다. 위의 실태조사 결과에 따르면 촬영자가 방사선 보호 고글이나 납 장갑을 사용하는 경우는 드물고 납 치마를 입는 것에 그친다. 의료기관에서 촬영자는 촬영 시 방호벽 뒤에서 방사선발생장치의 조작을 함으로써 차폐가 되는 반면 동물병원의 촬영자는 움직이는 동물을 고정하기 위해서 촬영을 하는 동안 방사선 촬영실 안에 있을 수밖에 없다. 납 치마에 의해 차폐되는 신체부위 이외에 촬영자의 손, 팔, 목 등은 방사선에 노출되므로 납 치마 이외에도 차폐를 위한 보호장구의 착용을 의무화해야 할 필요성이 있다.

한 달 동안 동물병원에서 피폭선량을 측정한 결과 주당 25회를 촬영했던 E병원에서는 목 부위에 31.3 mSv, 오른손

목에 118 mSv, 왼손목에 91.3 mSv가 측정됨으로써 대상 동물병원 중 가장 많은 피폭선량을 나타냈다. 소규모 동물병원의 방사선 촬영자는 방사선 작업 종사자로 지정되어 있지 않다. 따라서 일반인의 선량한도인 연간선량한도 1 mSv, 피부선량한도 50 mSv를 적용한다(원자력안전위원회 2016). 가장 높게 측정된 피폭선량인 118 mSv는 일반인의 피부선량한도의 두 배에 해당한다.

이러한 측면에서 일부 법적 의무사항의 적용이 배제되어 있는 소규모 동물병원의 관리방법에 변화가 필요하다. 첫째, 일부 법적 의무사항의 적용이 배제되어 있는 소규모 동물병원을 규제배제대상에서 규제대상으로 변경할 필요가 있다. 둘째, 움직임이 활발한 동물을 손으로 직접 고정하기 위해 촬영 시 촬영실 안에 남아 있어야 한다는 점에서 피폭선량을 줄이기 위한 방안으로 동물을 고정할 수 있는 고정용구를 개발하는 것이 있다. 이러한 고정용구를 고안하여 실용화함으로써 사람의 손이 아닌 고정용구가 동물을 고정함에 따라 불필요한 피폭을 줄일 수 있다. 셋째, 이러한 법적 규제의 적용 및 고정용구의 고안과 더불어 수의사 및 보조자 또한 방사선피폭에 대한 안전 불감증에서 벗어나 그 위험성을 직시하고, 동물병원 종사자들에 대한 정기적인 검사와 감시여부를 떠나 수의사 및 보조자 스스로 주의하고 경각심을 가지는 자세가 필요하다.

사 사

이 논문은 2018년도 남부대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음(This study was supported (in part) by research funds from Nambu University, 2018).

참 고 문 헌

농림축산식품부. 2015. 동물 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 제 221호.

대한수의사회. 2001. 홍보자료: 2011년부터 동물병원 방사선 관리제도가 시행됩니다.

원자력안전위원회. 2016. 원자력안전법 시행령 대통령령 제 28987호.

임인철, 유윤식, 이재승. 2011. OSLD (OLSDs)를 이용한 직장암방사선치료환자의 피부선량 측정. 방사선방어학회지. **36**(2):86-92.

Received: 20 March 2018
Revised: 15 May 2018
Revision accepted: 20 June 2018