

# 핵의학의 발전과 한국의 수의학

김희선 / 한국수력원자력(주) 방사선보건연구원

미국이나 일본과 같은 선진국에서는 애완동물을 동반자적 개념에서 자식과 동일하게 생각하고 있는 축주가 70% 이상이라는 보고가 있다. 자식을 적게 낳고 노령화가 급속히 진전됨으로써 가족구성에서의 변화가 주된 원인이라고 볼 수 있는데 우리나라도 동일한 경향으로 되어가고 있는 것 같다. 또한, 최근의 국민의 동물에 대한 의식변화가 현저하여 반려동물이 병이 들면 동물병원에서 적절한 진료를 받도록 하여 완치토록 해 주는 것이 축주들에게서 일반적 상식으로 되어있다.

이와 반대로, 사육환경의 개선이나 예방주사 접종 등의 보급 등에 의해서 반려동물의 수명이 크게 연장되어 1980년에 개의 평균수명이 약 7~10년, 고양이가 4~9년이었던 것이, 현재는 개의 경우가 약 10~17년, 고양이는 약 10~15년으로 늘어났다고 한다. 비록 앞서 언급한 개와 고양이의 평균수명이 미국의 통계 보고를 인용한 것이지만[1], 우리나라도 이 범주에서 크게 벗어나지 않는다고 생각한다.

그렇기 때문에 질병비율에서 보면, 과거에는 감염성 질병이 주가 되었지만, 최근에는 종양이나 순환기질환 등 연령의 증가와 동반한 질병의 발생이 많다. 우리나라의 수의사들

이 현장에서 직면하고 있는 질병발생 경향 역시 구미의 그것과 크게 차이가 없이 변화되고 있다고 생각한다.

아울러 축주의 수의진료에 대한 높은 관심과 더불어 반려동물에 대한 수의사의 수준 높은 진단 및 진료의 요구도 강해지고 있다고 생각한다. 최근에는 미국이나 일본의 동물병원의 경우에는 X-선 촬영장치 보급률이 매우 높아져서 95% 이상 일뿐만 아니라[2], 초음파 진단 장비를 포함하여 CT나 MRI의 보급도 급속히 늘어나고 있다. 우리나라도 현재 많은 동물병원에서 X-선 촬영장치나 초음파 진단기를 보유하고 임상에 임하고 있어서, 멀지 않은 장래에 동물 진단용 CT나 MRI의 보급도 늘어날 것이라고 생각한다(그림 1). 특히, 개의 경우에는 악성종양의 성장속도가 매우 빠르기 때문에, 축주가 동물을 병원에 데리고 올 때는 상당히 진전된 경우가 대부분이어서 신속한 진단을 통한 치료가 요구된다.

본 원고는 한국의 수의학에서 핵의학의 현주소와 앞으로의 전망을 국제적 흐름을 참조하여 가면서 나름대로의 의견을 기술하였으며, 일본 방사성동위원소협회지를 참고하였음을 미리 밝혀둔다.

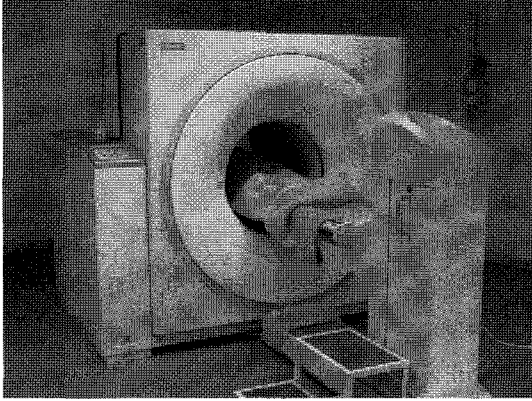


그림 1. 양전자 방출 단층촬영/ 컴퓨터 단층촬영 (PET/CT, Positron Emission Tomography/Computed Tomography)

### 1. 외국의 수의학의학 활용 현황

미국에서는 핵분열 생성물이나 방사선동위원소를 수의학에 도입하려는 시도가 1950년대부터 꾸준히 진행되었는데 몇 예를 살펴보면 다음과 같다. 1959년에 Kaneko 박사 등이 <sup>131</sup>I을 이용하여 개의 갑상선 기능을 평가에 이용하였는데 이것은 연구적 차원에서의 시도라고 할 수 있다[3]. 그 다음해 영국의 의사인 Holms[4]가 수의학에 요오드를 진단에 이용한 바 있다.

핵의학을 수의학에 적용하기 시작한 초기의 신치그라프(Scintigraphy)는 탐지자 (Probe)를 동물체 표면에 주사해 직선으로 이동하는 스캐너를 이용하는 기초적 단계였다. 그러나 감마카메라가 도입되기 시작한 1970년대부터 수의학적 진료에 활용이 급격히 증가하여,

1974년에는 세인트버나드의 연골육종의 증례가 보고 되기도 했다. 그러나 미국내 수의과대학에서 핵의학이 하나의 표준적 검사방법으로 본격적으로 정착되기 시작한 것은 1980년대라고 볼 수 있다. 1990년대에 들어서면서 수의 임상학적 전공분야로 핵의학이 인식되기 시작하였으나 진료비용의 부담 때문에 경주용 말의 질병진단에 우선적으로 적용되었다. 1990년 후반에 들어서면서 소동물 및 대동물 진료 및 검진센터가 설치되기 시작하면서 핵의학 검사가 널리 이용되었다. 현재는 대부분의 미국의 수의과대학 부속병원에서 핵의학적 진료가 일상적인 업무로 되어 많은 경우에는 연간 500예를 초과하는 경우도 있다고 한다.

미국을 포함하여 캐나다, 호주, 뉴질랜드 등에서 가장 많이 실시되는 검사는 말의 뼈 이상을 대상으로 하는 신치그라프이다. 경주마에 대하여 특히 핵의학적 검사가 많이 시행되는 이유는 비록 고가이지만, 검사비용에 대비하여 경제적 이익이 높게 평가되기 때문일 것 같다. 핵의학적 검사는 개나 고양이 같은 소동물을 대상으로 하는 진료에도 잇점이 있다. 소동물에 대한 검사항목이나 검사기술은 근본적으로 인간을 대상으로 하는 그것과 큰 차이는 없지만 검사비용 측면에서 부담이 될 수 밖에 없기 때문에 아직은 보급이 늦은 편이다. 소동물 진료시 핵의학적 진단방법 가운데 하나로 SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography)을 추천할 수 있지

만 아직까지 이용은 적은 편이라고 생각한다. 일반적으로 소동물 진료에서 많이 활용되는 대표적인 핵의학적 검사방법으로 갑상선, 심장, 폐, 문맥, 간장·담도, 뼈, 뇌, 위장관, 림프계, 염증을 대상으로 하는 신치그라프가 있는데 사용되는 핵종은  $^{99m}\text{Tc}$ 이다[6].

고양이에서 발생이 많은 갑상선 기능 항진증 치료에는  $^{131}\text{I}$ 가 이용된다. 방사성 요오드 치료를 받은 고양이는 1주일 이내에 증상이 경감하기 시작하고, 80%이상의 고양이가 3개월 이내에 완전히 회복한다. 방사성 요오드는 개나 고양이의 갑상선 종양의 치료에도 이용되기도 하는데 성적이 좋다고 한다[6].

## 2. 일본의 진료에서 수의학핵의학 활용

구미나 호주 등에서는 반려동물로서 사육하고 있는 말의 수가 굉장히 많지만, 사육 마릿수가 적다고 생각되는 일본의 경우에는 진료비용 대비 경제적 이익이 높은 경주마에 주로 핵의학적 방법이 적용된다고 볼 수 있는데, 뼈 신치그라프가 대부분이다. 말의 운동기 질환의 진단에는 X-선 촬영이나 초음파 진단법이 많이 이용되지만, 이것만으로 미세한 골절을 신속하고도 올바르게 평가한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 즉, 경주마에서 발생빈도가 높은 피로골절과 같은 이상을 조기에 진단하는 경우에 뼈 신치그라프는 매우 훌륭한 도구라고 할 수 있다. 그러나, 일본의 경우

뼈 신치그라프와 같은 핵의학적 방법이 모든 말에 대하여 폭넓게 적용되는 것은 아니고 경제적 가치가 높은 마술경기용이나 경주용 말에 한정된다고 생각된다.

현재 일본에서 개와 고양이와 같은 반려동물에 대한 진료의 고도화가 진행되는 속도를 감안하여 볼 때, 소동물에 대한 임상 및 진료 분야에서 핵의학적 방법의 적용비율도 높아질 것 같다. 앞으로 핵의학적 방법이 진료에 적용됨으로서 변화가 일어날 수 있는 임상적 응용 예를 몇 가지 열거하여 보면 다음과 같다.

### 2-1 순환기 질환

반려동물의 고령화로 인하여 연령증가와 관련된 질병이 증가될 수 밖에 없다. 동물에서는 인간에게서 많은 심장경색이 매우 적으나, 개나 고양이는 심근증이 많기 때문에 심근증을 자세히 평가를 위해서는 다음에 기술할 PET (Positron Emission Tomography) 진단이 효과적이라 할 수 있다.

### 2-2 문맥 체순환계 질환

문맥 체순환계 질환 가운데 장관으로부터 흡수된 영양이 혈관경로에 의하여 간장을 통과하지 않고 전신순환에 들어가는 질환인 문맥 전신성 단락증 (PSS, Porto-systemic shunt)는 개에서 많이 발생하는데 선천성과 후천성으로 구분할 수 있다. 강아지에서 식후에 중추신경 증상을 일으키는 경우에는 이 질병을 의심할 수 있다. 핵의학을 이용하여 이

질환을 진단하는 경우, <sup>99m</sup>Tc를 항문을 통하여 직장이나 결장에 투여하고 간장과 심장에 모아진 방사활성을 감마나이프를 관찰하면 정상인 경우에는 간장에, PSS증례에서는 심장에, 투여 후 1~2분정도 짧은 시간에 방사성 동위원소가 집적하기 때문에 단시간에 고통을 주지 않으면서 진단이 가능하다[6].

그러나, 방사성동위원소가 이용하는 경우, 동물을 외과적 수술을 통하여 문맥에 조형제를 직접 주입하고 X-선 촬영을 하게 된다. 이 경우 치료에도 개복이 필요하지만, 치료효과 판정 시에도 동일한 행위가 반복되어 전신마취와 개복과 같은 고통을 동물에게 주기 때문에 미국을 포함한 구미에서는 핵의학진단 방법이 일반적으로 추천된다.

### 2-3. 갑상선 질환의 진단과 치료

고양이 내분비질환에서 무엇보다도 많다고 고양이 내분비질환에서 무엇보다도 많다고 생각되는 갑상선 기능 항진증은 싸이로카이신 (T<sub>4</sub>)와 트리 요오드 싸이로닌 (T<sub>3</sub>)의 혈중 농도가 높음으로서 생기는 장기질환이다. 이 질병이 발생하면 체중감소, 다식, 다뇨, 체온 상승, 활동의 항진 등과 같은 임상증상이 보이지만, 건강해 보이는 경우도 많다 [7, 8]. 이 질환으로 의심을 한 경우에는 간의 효소, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>의 측정과 X-선 검사 (심장음영의 확대, 흉수 등), 심전도, 심장 초음파검사 등을 실시함과 동시에 경부축진에 의해서 갑상선의 종대가 인정된다면 확정적 진단이 이루어지지만,

문제는 갑상선 종대가 반드시 관찰되는 증상이 아니라는 것이다.

또한, 우리나라에서는 법률상 방사성 요오드 치료가 선택될 수 없기 때문에 내과적 치료법 (항갑상선제의 장기투여)이 많이 추천되는 경향이 있다. 하지만, 참고서에는 [요오드 요법이 고양이 갑상선 기능 항진증에 대한 우수한 치료법이며, 항갑상선 약제를 이용한 치료는 마취 및 수술에 의하여 위험이 동반하는 경우에 추천할 만하다]라고 기술되어 있다[9].

핵의학적 진료와 치료가 가능하다면, 소동물 수의학에 있어서 그 혜택을 충분히 짐작할 수 있다는 것을 갑상선 질환의 예를 들어 알 수 있다. 개와 고양이에서 발생하는 갑상선암에서는 원발질환의 확산을 해석할 수 있을 뿐만 아니라 다른 부위의 전이병소를 갑상선 신치그래프를 이용하여 탐색할 수 있다.

또한 방사성 요오드 치료를 병행함으로써 부작용이 적은 진단 및 치료가 가능하다. 하지만, 우리나라의 경우 미국이나 구미와 비교하여 동물이 섭취하는 음식물중에 요오드가 많이 포함되어 있을 가능성



이 있기 때문에 방사성약제의 갑상선 섭취율이 낮아 질 수 있어 앞으로 연구가 필요하다.

#### 2-4. 비뇨기 질환

경험이 적은 임상 의사라도 혈액이나 오줌검사 결과 등을 종합하여 신장의 이상을 알 수 있다. 그러나, 급성신부전의 경우 예후를 판정한다는 것이 매우 어려워 통상적으로는 동물의 반응을 보아 가면서 판정하기 때문에 풍부한 경험이 요구된다 [12]. 최근에는 수의 의료분야에서 투석치료가 많이 이루어지고 있기 때문에 핵의학적 진단에 의한 신장기능의 평가가 가능한 빨리 그리고 단시간적으로 이루어 질 수만 있다면 비뇨기질환의 진단 및 치료가 크게 진보될 것이라고 여겨진다.

또한, 구미에서는 신장이식이 수행되어 왔기 때문에 수술 후 치료효과의 판정에 핵의학이 이용되어 왔다. 우리나라에서도 반려동물에 대한 장기이식이 앞으로 있을 것이기 때문에 좌우의 신장 기능(분신기능)을 다양하게 분석할 수 있는 신장 신치그라프는 이식 신장의 기능 평가에 큰 힘을 발휘할 것이라고 생각한다.

#### 2-5. 암의 진단

인간에서 사망률 제1위는 악성종양이지만, 앞에서 기술한 바와 같이 개나 고양이에서도 감염성 질병의 예방과 고령화에 동반된 악성종양이 앞으로 높은 사망의 원인이 될 것 같

다 [14]. 또한, 동물은 고통을 호소하는 것이 불가능하기 때문에 축주가 이상을 감지하고 병원을 찾는 경우에는 증상이 상당히 진전되어 있는 경우가 많다. 그렇기 때문에 치료방침을 결정하는 것 뿐만 아니라 예후판정, 치료시기, 치료비용을 결정하기 위해서도 종양의 확장과 전이의 판단은 수의진료에서 매우 중요하다.

현재 종양의 전이를 판단하기 위해서 우리나라에서는 X-선 촬영이나 일부지만 CT에 의해서 폐에 병소전이를 확인하고 있고, 국소전이에 대해서는 초음파나 세포검사에 의하여 평가하고 있지만 진단정도는 충분치 못하다. 일반적으로 폐보다도 뼈에로의 전이의 검출이 용이하다고 말하고 있는데, 미국에서는 뼈에로의 전이의 조기검출을 위해서 뼈 신치그라프가 폭 넓게 사용되고 있다. 특히, 대형의 개에서 발생율이 매우 높은 골육종의 평가와 전이의 판정에 유용하다 [15]. 또한, 림파 신치그라프는 개에서 종양의 림파절 전이의 진단에 유용하다는 보고가 있다. 가까운 장래에 악성종양의 전이를 PET로서 진단하는 것이 활발해질 것으로 기대되지만, 이것에 하나의 학문분야이고 한번에 요약할 수가 없기 때문에 다음에 설명하는 기회를 갖겠다.

개나 고양이에서 중추신경계 종양 발생은 매우 희귀하지만, CT의 사용에 의해서 빈번하게 관찰되고 있기 때문에 만약에 동물병원에서 MRI를 도입하여 진료에 이용한다면 진단율이 한층 높아질 것은 분명한 사실이다.

개에서는 중추신경증상을 나타내는 질병이 몇 종류 있는데, 자신이 애지중지하는 반려동물이 중추신경 증상을 나타낸다는 것은 축주의 입장에서 보면 매우 염려되는 사항이 아닐 수 없다. 최근에는 수의진료에 있어서 중추신경의 외과적 수술이나 방사선 치료방법이 발전하고 있기 때문에 진단을 뿐만 아니라 치료율도 향상될 것이라고 기대된다. 이러한 측면에서 뇌 신치그라프는 대뇌 또는 시상(視床)영역의 종양병변의 검출에 무엇보다도 유용한 기법이라고 할 수 있다[6]. 현재 우리나라의 수의진료에서 중추신경의 종양은 신경학적 검사, 영상진단 및 호르몬 검사의 결과를 병행하여 종합적으로 진단하고 있다고 생각하지만, MRI가 보급되어 핵의학적인 진단이 가능하게 된다면, 치료계획을 세우는데 크게 유리할 것으로 생각한다.

### 3. PET 검사

인간을 대상으로 하는 진료에서 PET는 악인간을 대상으로 하는 진료에서 PET는 악성종양의 조기진단과 전이의 평가에 위력을 발휘하고 있는 최첨단 장비이다. 미국에서는 테네시대학 수의과부속병원이나 콜로라도대학 수의 암 센터에서 PET진료가 실시되고 있으며, 구미의 수의방사선 전문의 교육에서도 필수항목으로서 포함되어 있다. 미국에서는 18F-FDG의 배송 시스템이 잘 발달되어

있어서 금후 수의 진료에도 보급 될 수 있을 것으로 예측하고 있다. 우리나라의 수의진료에서는 법률적으로 아직 정비가 되어있지 않기 때문에 핵의학적인 진료를 수행할 수 없다.

하지만 초음파진단 장치가 급속히 증가하여 동물병원의 기본적 진료장비로 되어 있는 것으로 보아서 멀지 않은 장래에 CT나 MRI장치의 보급률도 증가할 것이라고 생각된다.

앞으로 법적인 정비가 진행이 된다면, 우리나라 수의진료 분야에서 PET진단법이 보급될 날이 멀리 않을 것이다[18].

수의진료 분야에서 PET진단은 악성종양의 진단을 포함하여 다양한 응용이 가능하다.

확장형 심근증은 세인트버나드, 도베르만, 복서, 그레이드 텐 등과 같은 대형개와 스파니엘종 등에서 다발하고, 고양이에서도 많이 발생하는 치료가 어려운 질환이다[19]. 인간에서도 발생하여 질병 말기에 도달하면 심장 이식을 하지 않으면 생명이 위험한 난치질환의 하나이기도 하다. 최근에는 확장형 심장근증에 대한 좌심실 축소수술이 유효하다는 것이 인정되어 앞으로 치료방법으로 기대가 된다.

이 방법을 동물에 대해서도 연구적으로 적용을 하고 있으나, 현 시점에서는 심근의 생존도 평가는 초음파진단에 의존하는 불확실한 방법 밖에 없다. 만약에 동물의료에 PET진단이 도입된다면, 심근의 생존도 평가가 정확히 이루어져서 좌심실 축소술의 성공률이 올라갈 것으로 기대된다. 그러나 동물 심근증의 치료에 의사나 수의사가 밀접하게 관계

를 갖게 된다면 의사의 수술기술이 향상되지 않을까라고 생각을 해 본다.

앞으로 치매증 환자도 상당히 증가할 것으로 예측되기 때문에 조기진단에 의해서 중증화를 예방하기 위한 PET검진도 활발할 것으로 생각된다. 이러한 움직임의 하나로 다양한 약물에  $^{18}\text{F}$ 를 표지함으로써 뇌 영상을 관찰하는 연구가 진행되고 있는데, 미국 조지아대학의 Irimajiri는 동물의 이상행동을 이해하기 위하여 PET를 이용한 연구를 하고 있어서 흥미롭다. 간단히 설명하면, 개의 종류에 따라서 뇌에서 FDG의 흡수율이 일정하다는 것을 관찰하였는데, 앞으로 동물의 치매증의 조기진단 및 치료에도 이용 가능한 기초적 연구라고 생각한다.


#### 4. 수의학의학 활성을 위한 법적인 정비의 필요성

지금까지는 [방사성동위원소를 투여한 동지급까지는 [방사성동위원소를 투여한 동물]은 전부 [방사성 폐기물]로 취급되었기 때문에 법적인 제한이 많아 핵의학적 진료를 수의학분야에 도입하는 것이 쉽지가 않았다. 최근, 우리와 가까이 위치한 일본에서는 2004년 3월에 방사선 장애 방지법 시행규칙과 관련 고시의 일부가 개정됨으로써, PET약제를 투여한 [생물]은 일정기간 보관 후에 방사선폐기물로부터 제외되게 되었다. 이것은 일본의 방사성

동위원소 이용 역사상 획기적인 것으로 앞으로 연구나 이용에서 큰 영향을 끼칠 것으로 생각된다. 하지만, 동물체내의 PET 핵종의 원자가 1이하로 감쇄되어야 할 뿐만 아니라 살아 있는 동물에 대한 고려가 부족하기 때문에 동물의료 측면에서 볼 때 여전히 엄격하다고 생각한다. 우리나라도 앞으로 동물의료 분야에서 PET의 활용과 방사성동위원소의 이용의 증가를 고려하여 늦으나마 법적인 정비를 생각해 보아야 할 시기가 된 것 같다.

동물의료에 있어서 방사성동위원소를 이용한 진단 및 치료에 이용하기 위해서는 인간의 료에 준하는 법적인 정비가 필요하고, 이러한 요구에 부응하기 위해서는 수의학의료법 시행규칙을 개정하고, 또한 수의학의학을 위한 지침서를 정비할 필요가 있다. 우리나라에서 수의학의료법 관련 관청은 농림수산부이기 때문에 정부기관이 중심으로 법규 초안을 마련하여 법적인 정비를 서둘러야 할 필요가 있다. 현재의 의료적 발전상황을 고려하여 볼 때, 가까운 장래에 수의학의료에 있어서 핵의학이 중요한 역할을 할 수 밖에 없다고 생각되기 때문에 흐름에 발맞추어 재빨리 변화를 시도하



지 않으면 안 된다고 본다. 또한, 수의진료에서 핵의학을 도입함으로써, 기술이나 지식은 인간의 의료나 복지에 환원될 뿐만 아니라 산업이나 학술적 발전에 공헌을 하게 될 것으로 기대된다. 

## 참고문헌

- 1) Bronson, R.T : Variation in age at death of dogs of different sexes and breeds, *Am. J. Vet. Res.*, 42(9), 1606-1608 (1981)
- 2) 社団法人日本獣医師會, p50-103 (2003)
- 3) Kaneko, J.J. : clinical application of the thyroidal I-131 uptake test in the dog, *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 135, 516-520 (1959)
- 4) Holms, J. R. : A preliminary report on the use of I-labelled rose-bengal as a liver function test in Sheep, *Cornell vet.*, 50, 308-318 (1960)
- 5) Tofe, A. J., et al. : The utilization of Tc-Sn-EHDP bone scanning agent for detection and clinical progress of abnormal bone metabolism : A case report, *J. Am. Vet. Radiol. Soc.*, 15, 87-93 (1974)
- 6) Berry, C. R. and Danel, G. B. eds. : *Handbook of Veterinary Nuclear Medicine*, pp.49-180, North Caroline State University (1996)
- 7) 白石建 : 猫甲状腺機能亢進症2證例への内科的コントロール, *SA Medicine*, 3, 77-83 (2001).
- 8) 田中祥方, 佐向敏紀 : 猫甲状腺機能亢進症の診断と治療, *SA Medicine*, 3, 33-37 (2001).
- 9) Slatter, D. : *Textbook of Small Animal Surgery 3rd Ed.*, vol.2, p.1519, WB Saunders (2003)
- 10) 松永信 等 : 甲状腺濾胞癌により甲状腺機能亢進症を呈した猫の1例, *Small Animal Clinic*, 128, 22-26 (2002)
- 11) 宮本賢治 : 小動物腎臓講座制2章急性腎不全 2, *Journal of Modern Veterinary Medicine*, 10, 21-25 (2001)
- 12) Bernstein, L., Gregory, C. R., Kyles, A. E., Wooldrige, J. D. and Valverde, C. R. : Renal transplantation in cats, *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 15(1), 40-45 (2000)
- 14) Waters, D. J and Cooley, D. M. : A comparative approaches to mammalian aging and cancer risk : 2000 Iams Nutrition Symposium Proceedings, 3, 415-426(2000)
- 15) Forrest, L. J. and Thrall, D. E. : Bone scintigraphy for metastasis detection in canine osteosarcoma, *Vet. Radiol. & Ultrasound*, 35 (2), 124-130 (1994)
- 16) Norris, A. M., Harauz, G., Ege, G. N., Broxup, B., Valli, V. E. O. and Leger, L. : Lymphoscintigraphy in canine mammary neoplasia, *Am. J. Vet. Res.*, 43 (2), 195-199 (1982)
- 17) Metcalf, M. R., Rosenthal, R. C., Sellett, L. C. and Badertcher, R. R. : Canine ventral body wall lymphoscintigraphy : A comparison of Tc-antimony sulfide colloid and Tc-dextran as lymphoscintigraphic agents, *Vet. Radiol.*, 27(5), 155-160 (1987)
- 18) 伊藤伸彦 : ペットのPET検診, *原子力 eye*, 50, 14-15 (2004).
- 19) Goodwin, J. K. : Advances in cardiovascular diagnostics and therapy, *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice*, 28 (6), 1325-1627 (1998)
- 20) 森田浩一, 玉木長良 : Pet (positron emission tomography)ここまでわかる画像診断~4. PETの循環期疾患への應用, *醫療ジャーナル*, 40, 1459-1465 (2004)