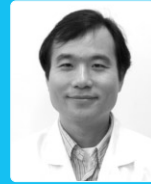


김종성

삼성생명과학연구소

js3.kim@samsung.com



## 실험동물의 특성, 질병 및 연구 – 고양이

### 1.기원과 분류



생명과학 연구 분야에서 고양이는 다른 포유동물에 비해 그 사용량은 매우 적으며 그 사용마리수도 급감하였지만 신경학 및 유전, 면역 질환 등의 특정 연구 분야에서는 없어서는 안 될 동물 종으로 알려져 있다.

고양이는 척추동물문(Vertebrata), 포유동물강(Mammalia), 식육목(Carnivora), 고양이과(Felidae), 고양이속(catus)에 속하는 동물이다.

가축으로서 역사가 짧아 개만큼 품종개량이 많이 이루어져 있지 않아 모색은 다양하지만 신체의 크기나 형태는

고대로부터 별로 달라진 것이 없다. 페르시아, 히말라얀 고양이와 같은 장모종과 샴, 버마 고양이와 같은 단모종이 있다.

마우스나 랫드와 같이 유전학적·미생물학적으로 조절된 실험동물로의 개발은 진척되지 않은 상태이나, 연구용으로 사용할 수 있도록 육종된 실험용 고양이를 실험동물 공급업체를 통하여 구입할 수 있는 나라도 있다.

현재 한국에서 주로 사용하고 있는 실험용 고양이는 애완용 고양이나 들고양이와 같은 일반 고양이로 이러한 고양이의 경우 개체기록이 없으며, 과거에 어떠한 질병을 앓았는지, 현재 어떠한 병원체를 가지고 있는지 전혀 알려져 있지 않아 사용하는데 어려움이 많다.

특히 포획한 들고양이의 경우 사나우며, 기생충에 감염된 개체가 많고, 전염병에 이환된 개체가 많다. 이러한 동물을 사용할 경우 여러 지침에서 권고하는 바와 같이 주요 병원체에 대한 검역과 임상 증상의 유무를 확인하고 순화시킨 후 실험에 이용하는 것이 바람직하다.

## 2.이용분야

실험동물 측면에서의 고양이는 크기가 적당하고, 관리 및 취급이 용이하고, 수의학에서의 연구자료가 풍부하여 실험에 이용하기 좋은 장점이 있다. 특히 신경계 연구에 많이 이용하는데 두개골의 해부학적 특징으로 품종간 차이가 적고, 뇌의 경우 하등포유류와 영장류의 사이의 발달 단계를 보이며, 해부학적 기능적인 mapping이 광범위하게 되어있다. 반사반응이 사람과 비슷하고 순환기계, 신경계, 근육계의 실험성적이 설치류보다 사람에게 가까운 것으로 알려져 있다. 그 밖에 안과학, retrovirus 연구, 유전질환과 면역결핍 질환 같은 연구 분야에서 중요하게 평가되고 있다.

### 1)유전 질환 모델

분자생물학적 기법의 발달로 인해 사람의 유전질환과 그 질환 모델동물에 대한 관심도 매우 높아지고 있다. 경제성 및 편리성 등 여러 가지 이유로 인해 특정 유전자 변이 연구에 형질 전환 마우스를 많이 사용하고 있지만 실제 형질전환 마우스에서 해당 질환과 유사한 임상질환이 유발되지 않거나, 해당 질환과 다른 치명적인 질병을 나타내는 경우도 있다. 현재까지 약 250여개의 유전질환이 고양이에서 알려졌으며 이중 상당수가 임상양상, 유전적인 질환 형태, 조직병리학적, 생화학적 측면에서 사람의 유전질환과 유사한 양상을 보이고 있다. (표1)

〈 표1. 고양이의 대표적인 유전 질환 〉

Disease	Protein affected	Gene affected	Mutation	Reference(s)
Amyloidosis	AA amyloid	Nk(not known)	Nk	Gruys al. (1998), Boyce (1984)
Chediak-Higashi syndrome	Nidogen?	Nk	Nk	kramer et al. (1977)
Chylomicronemi	Lipoprotein lipase	LPL	A412G exon 8	Jones et al. (1998)
Ehlers-Danlos syndrome, type II	Procollagen peptidase	PLOD	Nk	Patterson and Minor (1977)
Endocardial fibroelastosis Barth's syndrome	Nk	Nk	Nk	Paasch and Zook (1980)
Feline spongiform encephalopathy	Prion protein	Prn	Nk	Prusiner (1995)
Globoid cell leukodystrophy, or Krabbe's disease	Galactocerebroside $\beta$ -galactosidase	Nk	Nk	Johnson (1970)



Glycogenesis II	$\alpha$ -1,4-Glucosidase	GAA	Nk	Sandstrom et al. (1969)
Glycogenesis IV	Glycogen branching enzyme	GBE	172-bp deletion	Fyfe and Kurzhals (1998)
GM <sub>1</sub> gangliosidosis	$\beta$ -Galactosidase	GLB1	1-base sub CGTΔ CCT,1486	Baker et al. (1971) Baker et al. (1998)
GM <sub>2</sub> gangliosidosis	Hexosaminidase B	HEXB	fHEXKorat, 1-bp del fHEXBaker, 25-bp inversion	Muldoon et al.(1994) Martinet al.(1999)
Gyrate atrophy of choroid and retina	Ornithine $\delta$ -aminotransferase	OAT	Nk	Valle et al. (1981)
Hageman trait bleeding disorder	Factor X II	Nk	Nk	Kier et al. (1980)
Hemophilia A	Factor VIII	Nk	Nk	Cotter et al. (1978)
Hemophilia B	Factor IX	Nk	Nk	Maggo-Proce and dds(1993)
Hurler syndrome, or MPS I	$\alpha$ -L-Iduronidase	IDUA	Nk	Haskins et al. (1979)
Hypertrophic cardiomyopathy	Nk	Nk	Nk	Kittleson et al. (1998)
Klinefelter's syndrome	X chromosome chimerism	Nk	Nk	Jones (1969)
$\alpha$ -Mannosidosis	$\alpha$ -Mannosidase	MANB	1748 del4	Berg et al. (1997)
Maroteaux-Lamy syndrome, or MPS VI	N-Acetylgalactosamine-4-sulfatase, or arylsulfatase B	Nk	L476P D520N	Jezyk et al. (1977) Hopwood et al. (1998) DiNatale et al. (1992)
Methemoglobinemia	NADH-methemoglobin reductase	Nk	Nk	Giger et al. (1998)
MPS II, or I-cell disease	Phosphotransferase	Nk	Nk	Haskins et al. (1998)
Muscular dystrophy	Dystrophin	DMD	Nk	Gaschen et al. (1998)
Neuroaxonal dystrophy	Nk	Nk	Nk	Woodard et al. (1974)
Neuronal ceroid lipofuscinosis	Nk	CLN-1	Nk	Green and Little (1974)
Sphingomyelin lipidosis, or Niemann-Pick disease, type C	Sphingomyelinase	NP-C	Nk	Baker et al. (1987) Lowenthal et al. (1990)
Pyruvate kinase deficiency	Erythrocytic R-type pyruvate kinase	R-PK	13 delexon6	Giger et al. (1998)
Polycystic kidney disease	Nk	PKD1	FCA476 linkage	DiBartola et al. (1998)
Porphyria	Porphyrin	Nk	Nk	Glenn et al. (1968)
Progressive retinal atrophy	Nk	Nk	Nk	Narfstrom et al. (1998)
Retinal Degeneration	Nk	Nk	Nk	Bellhorn (1973)
Waardenburg's syndrome	Homeobox?	PAX3?	Nk	Bergsma and Brown (1971)

## 2) 감염성 질환 모델

### (1) 고양이 백혈병 바이러스 병(Feline Leukemia Virus)

바이러스성 종양 유발 모델로 사용될 수 있다. 고양이 백혈병 바이러스는 림프육종, 백혈병과 재생불량성 빈혈을 초래하는 온코코나 바이러스로 레트로 바이러스성 질환과 급성 림파구성 백혈병과 같은 조혈성 종양 연구에 있어서 중요하다. 바이러스성 혈증과 침과 코의 분비물을 통한 바이러스 배출이 나타나고, 혈청 또는 혈장에서 ELISA 검사법에 의해 검출할 수 있다.

### (2) 고양이의 면역결핍 바이러스성 질환

Lentivirus성 고양이 면역결핍 바이러스(FIV)에 의해 유발되며 인간의 AIDS 모델로 사용될 수 있다.

### (3) Helicobacter felis 감염

인간의 헬리코박터 질환의 모델이다. 인간의 병원체를 쥐와 고양이에 실험적으로 감염시킬 수 있다.

## 3) 외과적 질환 모델

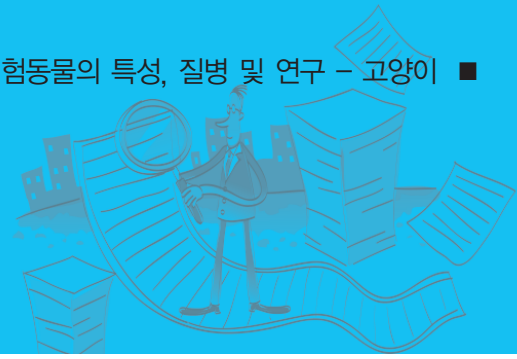
고양이는 외과적 처치에 의한 스트레스에도 잘 견디고 품종과 상관 없이 머리의 크기가 비교적 일정하다는 장점으로 뇌경색 등의 뇌질환 모델동물로 이용되고 있다.

## 3.사육관리

사육실의 온도는 18~29℃가 적당하고, 습한 환경을 싫어하기 때문에 과습한 환경이 되지 않도록 주의한다. 배변용 모래의 경우 더러운 모래는 매일 퍼내고 새로운 모래를 넣어주며, 적어도 1주일에 한 번씩 모래를 완전 교체 한다. 사료와 음수통은 항상 청결하게 유지 될 수 있도록 하며, 케이지는 적어도 2주일에 한 번 완전 교체 혹은 청소되어야 한다. 고립된 고양이에게서 자주 보여지는 신경질적인 반응이 나타나지 않도록 사육실에 여러 마리를 키우는 것이 일반적으로 더 좋은 결과를 가져온다. 가지나 햇대뿐만 아니라 사육실내 운동이나 활동할 수 있는 시설이 갖춰져야 한다.

### 1) 단일 케이지

공간을 경제적으로 사용할 수 있으나 고양이는 상호간 영향을 끼치는 그룹으로 대부분의 고양이



는 단일 격리에 성공하지 못한다. 따라서 관리와 치료, 관찰이 긴 실험의 경우 단일 케이지 사용을 피해야 한다.

케이지의 크기는 4kg 이하의 경우 바닥면적 0.27m<sup>2</sup>, 높이 61cm이며, 4kg 이상의 경우 바닥면적 0.36m<sup>2</sup>이상, 높이 61cm를 권장하고 있다. 적합한 쌍으로 사육하거나 매일 일정 시간 운동 시켜 주어야 한다.

## 2) 구획을 두지 않는 큰 사육장

철망 펜스를 사육장내 문쪽에 설치하여 고양이의 탈출을 예방한다. 독립구조의 수직 지향적인 선반구조를 설치하여 높은 곳을 좋아하는 고양이 습성에 부합하고 우세한 그룹의 멤버로부터 도피 기회를 제공하도록 한다.

고양이는 영양학적으로나 대사적으로 육식동물로 단백질과 지방의 요구량은 높지만 탄수화물의 요구량은 낮다.

타우린, 아르기닌, 비타민A, 나이아신, 아타키돈산 같은 필수영양소를 합성하는 기능이 없으므로 사료를 통해 공급해 주어야 한다. 성체 고양이의 경우 60~80kcal/kg/day의 에너지가 요구된다.

## 4.해부.생리학적 특징

### 1) 소화기계

- (1) 치식은 2(3131/3121)=30으로서 먹이를 확실히 교살시킬 수 있도록 송곳니가 발달되어 있으며, 어금니의 경우 먹이를 적당한 크기로 자를 수 있도록 날카로우며, 좌우 저작운동은 거의 하지 않고 상하저작운동을 주로 한다. 5-6개월 사이에 유치가 영구치로 바뀐다.
- (2) 혀의 각화돌기가 발달하여 까칠까칠한 느낌이 들며 먹이를 먹을 때 뼈를 발라 내는데 유용하게 사용하며, 털을 고를 때도 사용한다. 혀의 미각은 둔한 편이다.
- (3) 위산은 완전히 저작되지 않은 음식물을 소화시키며, 뼈를 소화시키고, 먹이에 있는 세균을 살균하는 작용을 한다.
- (4) 장의 길이가 비교적 짧고 장벽이 다른 동물에 비하여 두껍다. 대장에서의 수분흡수율이 높아 변이 딱딱하고, 섭취한 음식물을 배변하는데 약 24시간이 소요된다.

## 2) 생식기계

성성숙은 7~8개월령에 이루어지며, 계절번식을 하여 보통 1월, 9월에 발정이 온다. 발정기간은 3~6일 정도 이나 교배가 이루어지지 않을 경우 10일까지도 지속된다.

발정 시 나타나는 증상은 골반을 약간 벌리고 서 있으며, 손을 대면 교미를 허용하듯이 꼬리를 옆으로 돌리며, 시끄럽게 계속해서 울어댄다. 다른 동물과 달리 특이하게 교미배란을 하여 교미 후 24시간 후에야 배란이 일어난다.

교배시기 판정을 위하여 질점막 검사를 할 때 이 점을 특히 주의하여야 한다. 임신기간은 63~65일이며 평균 산자수는 4마리 정도이다.

## 3) 감각기계

청각이 매우 발달하여 사람의 가청주파수(20kHz)나 개의 가청주파수 (20Hz~40kHz)보다 높은 65kHz 음역도 들을 수 있으며, 고음에 민감하여 남성보다 여성의 목소리에 더 잘 반응한다. 소리 난 물체와 자신 사이의 거리 측정이 가능하다.

평형감각이 뛰어나 점프하거나 낙하할 때 평형기관과 꼬리를 이용하여 중심을 정확하게 잡는다. 어두운 곳에서도 잘 볼 수 있으며 다른 동물과 달리 광량에 따라 동공이 세로축으로 커지고 작아진다. 후각은 그렇게 발달되지 않았다.

〈 표 2. 고양이의 생리학적 지표 및 혈액성상 〉

생리치	체 중	성체중(수) 2.5~3.0kg(암) 1.8~2.5kg 출생시 90~130g	수 명	12~16년
	염색체수	2n=38	일일 음수량	70~200 ml/day 혹은 40ml/kg/day
	사료섭취량	100~200g/일 혹은 dry food의 경우 4%/body weight (고양이 사료에는 단백질 함량이 높음)	체온	37~39°C
	성성숙	6~12 개월령	임신기간	62~65 일 (평균 62일)
	유방수	4~6 쌍	산자수	3~6 마리(평균 4마리) : 4~5마리 출산하는데 약 1시간정도 소요
	개안일령	8~10 일	이유일령	6~7 주령
호흡 혈액	호흡수	15~25 회/ 분	심박수	110~180 회/ 분
	적혈구수	6.1~7.2×10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	혈압	110/80 mmHg
	헤모글로빈	11~14 g / dl	혈구용적율	31~42 %
	총 백혈구수	8.0~18×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	호중구 비율	45~75 %
	임파구 비율	16~30 %	호산구 비율	6.5~11.3 %
	호염기구 비율	0.03~0.14%		



## 5.동물의 취급

고양이의 경우 다른 실험동물과는 달리 약한 보정에도 과잉 반응을 보인다. 접근할 때는 천천히 부드럽게 말하며 접근하며, 경계심을 완화시키도록 노력한다. 갑작스런 움직임이나 소음에도 고양이가 놀라 뛰어오를 수 있다. 시설 내 이동시에는 움직이는 케이지나 캐리어를 통해 고양이가 운반될 수 있도록 한다. 짧은 거리의 이동이나, 고양이를 케이지에서 빼내는 경우 목 등의 피부를 크게 움켜잡아 될 수 있는 한 두부가 움직이지 않게 하고 다른 한 손으로 엉덩이부분을 받쳐 주면서 엄지와 중지 손가락으로 뒷다리를 움켜쥐는다. 이 때 검지 손가락을 뒷다리 사이에 끼어 준다.

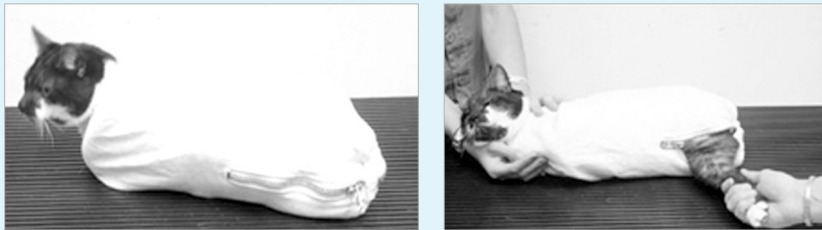
양쪽 손을 이용한 보정: 보정자의 얼굴과 반대를 보도록 한다.



양손으로 두부와 다리를 보정하고 겨드랑이에 끼안는 방법도 좋다.



적절한 보정이 제공되어야 보정자를 날카로운 발톱으로 핥거나 무는 것을 방지할 수 있다. 필요에 따라 두꺼운 장갑이나 타월, cat bag을 사용할 수 있다.



물리적인 보정이 불가능한 경우 화학적 보정(표3)을 실시할 수 있다.

〈 표 3. 고양이의 전마취제 〉

마취제	용량/투여부위	효과
Acepromazine	0.02~0.1 mg/kg IV,IM,SQ (max. 3mg total dose)	4 시간
Atropine	0.04 mg/kg IM,SQ 0.01~0.02 mg/kg IV	30~60 분
Buprenorphine	0.005 mg/kg IM,SQ,IV	6~12 시간
Carprofen	4 mg/kg PO,SC	24 시간
Dexmedetomidine	0.04 mg/kg IM	15~60 분
Diazepam	0.05~0.2 mg/kg IV	30~180 분
Glycopyrrolate	0.01~0.02 mg/kg IM,SQ	60~120 분
Hydromorphone	0.05~0.1 mg/kg IM,SQ,IV	2~4 시간
Midazolam	0.05~0.2 mg/kg IV,IM	< 2 시간
Xylazine	0.1~0.5 mg/kg IV, slowly 0.2~1 mg/kg IM,SQ	30~60 분

## 6.마취

고양이는 마취 전 12시간 동안 단식시켜야 한다. 10주 이하의 어린 고양이나 2kg 이하의 작은 고양이는 1~2시간 짧게 단식시킨다. 전마취제를 마취 도입 전에 투입하고, 통증을 유발하는 수술의 경우 진통제도 수술 전에 투약될 수 있도록 한다.





### 1) 주사 마취

짧고, 비침습적인 실험에 적합하다. 흡입 마취를 위한 삽관 전에 사용할 수도 있다(표4. 참고).

〈 표 4. 고양이의 마취제 〉

마취제	용량/투여부위	효과
Acepromazine + Butorphanol	0.02mg/kg + 0.22mg/kg IV,IM,SQ	15~60분
Dexmedetomidine + Butorphanol	0.025~0.0375mg/kg IM + 0.4~0.6mg/kg IM	15~20분
Dexmedetomidine + Butorphanol + Ketamine ("kitty magic")	Mild/preanesthetic 0.004~0.006mg/kg IM + 0.08~0.125mg/kg IM + 0.8~1.25mg/kg IM Profound/surgical 0.025~0.0375mg/kg IM + 0.4~0.6mg/kg IM + 5~7.5mg/kg IM	dose dependent
Ketamine + Acepromazine	2~4mg/kg IV + 0.1mg/kg IV, IM	10분
Ketamine + Diazepam	3mg/kg IV + 0.3mg/kg IV	20분
Ketamine + Midazolam	5mg/kg IV + 0.1~0.2mg/kg IV	20분
Propofol	Induction: 2~8mg/kg IV Infusion: 0.2~0.4mg/kg/min IV	
Thiopental	10~15mg/kg IV	15분
Telazol®(Tiletamine + Zolazepam)	9.7~11.9mg/kg IM,SQ	20~30분

### 2) 흡입 마취

삽관을 위해 2% 리도카인을 후두에 분무하거나, 리도카인 젤을 튜브에 묻혀 삽관한다. 마취를 유발하기 위해 산소에 1.5~2% 농도로 isoflurane을 지속 주입한다. 안전한 마취관리를 위해 마취 유지부터 회복될 때까지 체온, 심전도, 산소포화도, 호기말 이산화탄소 농도 등의 항목을 장비를 사용하여 감시하도록 한다.

## 7.건강상태 및 질병의 점검

고양이의 질병중에는 인수공통전염병이 몇 가지 포함되어 있으므로 매일 건강상태를 관찰하여 행동과 외견상의 변화가 있거나 이상하다고 생각되는 개체를 발견하는 것이 중요하다.

### 1) 매일 점검

사육사는 매일 아침 각 개체들에 대해 행동, 움직임, 외모 및 밤 동안의 배설물 상태를 관찰하여 건강상태를 확인한다.

- (1) 원기, 식욕 : 활동이나 사람에 대한 반응이 둔해지거나 먹이를 남길 때 질병이 의심된다.
- (2) 자세, 보행 : 흔들거리는 자세 및 파행에 주의한다.
- (3) 구토 : 개와 마찬가지로 구토하기 쉬운 동물이므로 케이지 내 이물 유무를 잘 관찰한다.
- (4) 뇨, 변 : 배출 유무를 주의 깊게 관찰하고 성상과 혈액 혼입 유무를 관찰한다.
- (5) 눈 : 결막의 충혈은 질병이 의심된다.
- (6) 코 : 코끝의 건습, 콧물의 유무 및 성상에 대하여 관찰한다.
- (7) 입 : 잇몸, 혀 및 입천장은 한결같이 분홍빛을 나타내고 있다. 구내염, 치육염이 있을 때는 구취가 강하다. 구강점막에서 빈혈과 황달 여부를 관찰한다.
- (8) 귀 : 오물이나 귓바퀴내의 가피 유무를 주의 깊게 관찰한다.
- (9) 피부 : 탈모, 발진 및 외상 등에 주의한다.
- (10) 외음부 : 출혈, 종창, 색조 및 오염 등에 대해 관찰한다. 암컷에 있어서 발정기 이외에 생식기에 혈액양 혹은 농양 분비물이 보이면 생식기의 질병이 의심된다.

## 2) 정기적 검사

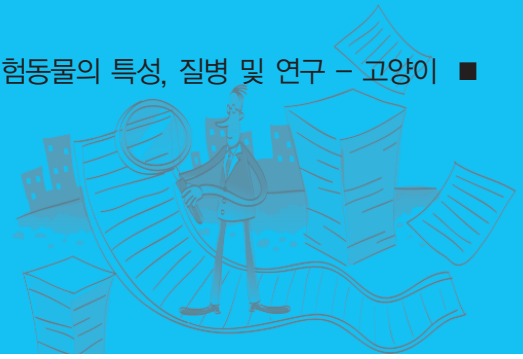
월 또는 년 단위로 정기적인 신체검사 및 분변 기생충 검사를 실시하고, 필요 시 병원체의 검출, 혈액 및 혈청학적 검사를 추가적으로 실시한다.

## 3) 주요 질병





사람에게 감염되는 인수공통 전염병으로는 톡소플라즈마병, 광견병, 파스주렐라병, 피부사상균병 등을 들 수 있다. 바이러스에 의한 감염병의 피해가 크고 고양이 범백혈구 감소증, 바이러스성 비기관염, 고양이 전염성 복막염, 고양이 백혈병 및 고양이 면역부전 바이러스 감염병 등에 대한 대책은 실험용 고양이를 확보하는 의미에서 중요하다.

원형탈모와 가피형성을 주 증상으로 하는 피부사상균병도 주의해야 한다. 기생충병으로는 톡소플라즈마, 콕시듐 등에 의한 원충병, 회충, 고양이 조충, 간흡충 등에 의한 기생충병 및 이진선에 의한 외부기생충병 등이 많이 발생한다.

고양이 비뇨기증후군(feline urologic syndrome)의 경우 정확한 원인이 알려져 있지 않지만, 사료가 하나의 원인일 것으로 생각된다. 일반적으로 요 중에 포함된 성분이 어떤 원인 (음식내용



물과 음수량의 영향)에 의해 과포화 상태가 되고 결정화되면 결석으로 되는 경우와 요로기계내의 세균감염으로 인한 세균과 염증으로부터 탈락한 세포가 핵이 되어 결석 형성을 유발하는 경우가 중대한 원인이 되는 것으로 간주되고 있다.

혈뇨, 배뇨곤란, 빈뇨증, 혈액성 소변 등의 임상 증상을 보이며 요도 폐쇄 시 수의학적 처치가 반드시 필요하고 심하면 사망에 이른다. 따라서 마그네슘이 함유된 사료를 피하고, 수분 함량이 많은 사료를 급여 해야 한다.    

#### 참고문헌

- 1) "Laboratory Animal Medicine" James G. Fox, Bennett J. Cohen, and Franklin M. Loew, Academic Press, 2ndEd, 2002
- 2) "The New Cat Handbook" Ulrike Muller, Barron's, 1984
- 3) "실험동물의학" 이영순, 서울대학교출판부, 1989
- 4) "Guide for the Care and Use of Laboratory Animals" Institute of laboratory Animal Resources, National-AcademyPress, 1996
- 5) <http://www.vetmed.wsu.edu/resources/restraint/index.aspx>, Handling, Restraint and Physical Examination of Dogs and Cats, Washington State University, College of Veterinary Medicine (보정 사진 참조)
- 6) <http://www.research.cornell.edu/care/sops.html>, Standard Operating Procedures (SOPs) & Forms, Cornell center for Animal Resources and Education
- 7) "실험동물학개론: 이영순, 도서출판 사론, 2000
- 8) "그림으로 보는 고양이의 질병", 엄기동외, 지성출판사, 2000