

## 서울 및 강원지역 고양이의 혈액형 빈도 조사

반지민 · 신지혜 · 김재영\* · 현창백 · 김 두 · 박선일<sup>1</sup>

강원대학교 수의학부대학 및 동물의학종합연구소  
\*태릉동물병원

(제재승인: 2008년 5월 1일)

## Prevalence of Feline Blood Types in Seoul and Kangwon Area of Korea

Ji-Min Ban, Ji-Hye Shin, Jae-Young Kim\*, Chang-Baig Hyun, Doo Kim and Son-Il Pak<sup>1</sup>

School of Veterinary Medicine and Institute of Veterinary Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea  
\*Taereung Animal Hospital, Seoul 131-848, Korea

**Abstract :** To determine the distribution of feline blood types and then to estimate the risk of neonatal isoerythrolysis (NI) in non-pedigree cats, we typed blood of 482 cats of both genders and various breeds (336 domestic shorthair cat and 146 pedigree) from August 2005 through July 2007. Blood samples from Seoul and Kangwon province were typed within 5 days after collection by the simple tube method. High-titer anti-A antiserum and anti-B reagent, prepared with *Triticum vulgaris* lectin, were used to determine type A and type B blood, respectively. The majority of cats were type A ( $n = 465$ , 96.5%) and only 3.5% ( $n = 17$ ) were type B. No type AB blood were detected. Blood type distributions among the non-pedigree and pedigree cats were similar: for non-pedigree cats, 96.4% were type A and 3.6% were type B, whereas for pedigree cats, 96.6% were type A and 3.4% were type B. All type B cats had a very strong agglutination reaction to anti-A antiserum: 8 sample for 3+ and 9 for 4+. Assuming 19% of estimated frequency for the type-B allele in domestic cats, the calculated proportion of random mating from this population at risk for developing NI was 3.4%. Based on this finding, it is strongly recommended that blood typing be performed prior to any blood transfusion or breeding to minimize blood type incompatibilities. Further comprehensive studies on the titer of naturally occurring antibodies in cat populations in Korea and the prevalence of possible NI in practice are clearly required.

**Key words :** Blood typing, cat, transfusion reaction.

## 서 론

고양이의 혈액형에 대한 연구는 1950년대 영국의 Holmes 가 서로 다른 적혈구 항원에 대하여 자연적으로 발생하는 동종항체를 발견하면서 시작되었다(16). Eyquem 등(8)은 고양이 혈액형을 A형과 B형으로 분류하였으며, Auer와 Bell (3,4)은 고양이 혈액형을 A, B, AB 등 세 종류의 혈액그룹(blood group)으로 정의하였다. 고양이의 혈액형은 적혈구 세포막의 당지질이 항원의 주요 결정부위로 작용하며, A형과 B형은 동일한 유전자의 locus에 위치한 두 개의 allele에 의해 결정된다(1,14,18,19). A형이 B형에 대하여 우성으로 알려져 있기 때문에 표현형이 A형인 고양이의 유전자형은 a/a 또는 a/b이고, 유전자형 b/b만이 표현형으로 B형을 보인다(10). 고양이의 경우 서로 다른 적혈구에 대한 항체가 자연적으로 존

재하며 모든 B형 고양이는 A형 고양이의 적혈구 항원에 대하여 높은 역가의 동종항체(anti-A isoagglutinin)를 가지고 있다. 반면에 A형 고양이의 일부의 일정도만이 B형 적혈구 항원에 대한 동종항체를 보유하고 있으며 역가의 수준도 비교적 낮은 것으로 알려져 있다(5,9,13). 이러한 동종항체는 자신의 혈액형과 다른 혈액을 수혈 받을 경우, 특히 B형 고양이가 A형 고양이의 혈액을 수혈 받을 때 용혈성 빈혈과 급성과민반응이 나타날 수 있으며 심하면 폐사에 이르는 수혈 부작용이 초래된다(2,4,9,15). 또한 B형 고양이가 A형이나 AB형의 새끼를 분만한 경우 초유에 포함되어 있는 항체를 섭취한 새끼의 적혈구가 파괴되는 신생아 적혈구 용혈증(neonatal isoerythrolysis, NI)의 원인이 된다(6,11).

고양이 혈액형에 대한 연구결과에 의하면 지역과 종에 따라 다양하며, A형의 빈도가 가장 높지만 순종 고양이에서는 품종에 따라 B형 비율이 0-59%로 다양한 것으로 보고되었다(7,10-14,18-22). 따라서 본 연구는 강원 및 서울 지역의 Korean shorthair 종과 순종 고양이를 대상으로 혈액형 빈도

<sup>1</sup>Corresponding author.  
E-mail : paksi@kangwon.ac.kr

를 조사하고 수혈부작용으로 NI의 발생위험을 추정하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공사동물 및 채혈

2005년 8월부터 2007년 7월까지 강원, 서울 지역의 총 482두의 고양이 (domestic shorthair 336두, pedigree 146두)로부터 샘플을 채취하였으며, 지역, 성별, 품종, 피모 및 눈의 색깔에 대한 정보를 기록하였다. 약 0.5-1 ml의 혈액을 목정맥 또는 요골피정맥으로부터 채혈하여 EDTA가 처리된 튜브에 담은 후 검사 직전까지 4°C에서 보관하였으며 혈액형 검사는 채혈 후 5일 이내에 수행하였다. 각 샘플은 혈장을 따로 분리하여 B형으로 확인된 시료에 대해서는 혈장의 동종 항체 검사를 함으로써 혈액형을 재확인하였으며 혈액형 검사 후 모든 샘플을 -20°C에 보관하였다.

### 혈액형 검사

혈액형 판정을 위한 시험관 검사법은 미국 펜실베니아 대학의 Dr. Blais로부터 제공받았다. 먼저 혈액을 3000 rpm에서 3분간 원심분리하여 혈장과 적혈구를 분리하여 적혈구는 pH

**Table 1.** Frequency of blood types in non-pedigree and pedigree cats

	Gender					
	Male		Female		Total	
Blood type	n	%	n	%	n	%
Non-pedigree	A	150	95.5	174	98.3	324 96.4
	B	8	4.5	4	1.7	12 3.6
Pedigree	A	75	97.4	66	95.7	141 96.6
	B	2	2.6	3	4.3	5 3.4

n = number of cats examined. No type AB cats found.

7.4의 PBS에 3회 세척한 후 2%의 적혈구 부유액을 제조하여 사용하였다. A형 혈액형을 확인하기 위한 항혈청은 B형 고양이의 혈청을 56°C에서 30분간 가열하여 보체를 불활성화시키고 0.45 μm 필터로 여과 후 사용하였으며, 측정역가가 1:512 이상인 경우 PBS로 8배 희석하였다. B형 혈액형을 확인하기 위한 시약은 *Triticum vulgare* lectin (Sigma)을 8 μg/ml로 희석하여 사용하였다(14,18).

시험관 검사를 위하여 anti-A, anti-B, control 튜브에 A형 항혈청, *T. vulgare* lectin 용액, PBS를 50 μl씩 분주한 후 25 μl의 적혈구 부유액을 각 시험관에 넣어 실온에 15분간 방치하였다. 1500 g에서 15초간 원심분리하여 결과를 판정하였으며, 결과해석에서 시험관을 부드럽게 섞어 응집되지 않고 가라앉아있는 적혈구들을 재부유하였다. 응집상태는 육안으로 관찰하여 눈으로 보이는 응집상태가 없을 경우 0, 적혈구가 하나의 큰 덩어리로 응집될 때 4+로 등급으로 판정하였다. B형이나 AB형의 결과에 대해서는 동종항체검사법으로 재확인하였다(22,24). 즉 혈액형을 이미 알고 있는 A형과 B형 적혈구 부유액을 슬라이드글라스에 25 μl 점적 후 샘플 혈장 50 μl와 부드럽게 섞어주어 2분정도 방치하여 응집여부를 확인하였다. 대조군으로는 동일한 고양이의 적혈구 부유액과 혈장을 반응시켰다. B형 고양이의 혈장은 A형의 적혈구에만 응집이 일어나고 AB형 고양이의 혈장은 A형과 B형 적혈구 모두에 응집이 일어나지 않을 것으로 예측된다.

### 결과 분석

성별과 혈액형 빈도의 관련성에 대하여 Fisher 검정법을 사용하였으며 유의수준 0.05에서 유의성을 판정하였다. Hardy-Weinberg 방정식 ( $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ ,  $p = 1-q$ )을 이용하여 b 유전형질을 가지는 빈도 q를 추정하였으며 이 결과에 근거하여 무작위 교배시 발생할 수 있는 NI 발생 확률을 계산하였다(10).

## 결 과

총 482두 중 Korean domestic shorthair가 69.7%(n=336)

**Table 2.** Estimated frequency of mating and kittens at risk for developing neonatal isoerythrolysis in non-pedigree and pedigree cats

Breed	No. of cats	Type-A (%)	Type-B (%)	Mating at Risk (%)
Non-pedigree	336	324 (96.4)	12 (3.6)	3.4
Pedigree				
Abyssinian	3	2	1	22.2
Birman	2	2	0	-
British short hair	1	0	1	-
Himalayan	2	2	0	-
Persian	42	41 (97.6)	1 (2.4)	2.3
Russian blue	19	19 (100.0)	0	-
Scottish fold	11	11	0	-
Siamese	30	30	0	-
Turkish angora	36	34 (94.4)	2 (5.6)	5.2
All	146	141 (96.6)	5 (3.4)	3.3

를 차지하였으며. 순종 고양이는 30.3%(n=146)로 Persian 42두, Turkish angora 36두, Siamese 30두, Russian blue 19두, Scottish fold 11두 등이었다(Table 1, 2). 성별로 볼 때 암컷 51.2%(n=247), 수컷 48.8%(n=235)의 분포를 보였다.

검사결과 A형이 96.5% (n=465)로 대다수를 차지하였으며 B형은 3.5%(n=17)에 불과하였다. 성별에 따른 혈액형의 빈도에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p = 0.2383$ ). 품종별로 domestic shorthair 336두 중 96.4%(n=324)가 A형, 3.6%(n=12)가 B형이었으며, 146두의 순종 고양이 중 A형 96.6%(n=141), B형은 3.4%(n=5)를 보였다. B형은 domestic shorthair에서 12두, 순종 고양이의 경우 Turkish

**Table 3.** Results of the strength of agglutination reactions in non-pedigree and in some pedigree cats (n = 418)

Breed	Blood type	Strength of agglutination				
		1+	2+	3+	4+	Total
Non-pedigree	A	71	152	101	0	324
	B	0	0	7	5	12
Abyssinian	A	1	1	0	0	2
	B	0	0	0	1	1
British shorthair	A	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	1	1
Persian	A	4	34	3	0	41
	B	0	0	1	0	1
Turkish angora	A	6	11	17	0	34
	B	0	0	0	2	2

\* Some selected pedigree cats as well as non-pedigree cats are presented here.

angora 2두, Abyssinian, British shorthair, Persian 종에서 각각 1두로 나타났으며, AB형은 확인되지 않았다(Table 2).

Hardy-Weinberg 방정식에 의하여 domestic shorthair에서 b 형질을 가지고 있는 고양이의 빈도는 0.19로 계산되며 이 품종 내에서 무작위적인 교배가 이루어질 경우 NI 발생 확률이 3.4%로 추정되었다. 순종 고양이에서 b 형질을 가지고 있는 고양이의 빈도는 Abyssinian 0.58, Persian 0.15, Turkish angora 0.24였으며 이 품종 내에서 무작위적인 교배가 이루어질 경우 NI 발생 확률은 각각 22.2%, 2.3%, 5.2%로 추정되었다(Table 3).

응집반응의 등급은 A형과 anti-A반응에서 1+에서 4+까지의 분포를 보인반면 B형으로 확인된 17두의 경우 *T. vulgaris* lectin 반응에서 3+ 이상의 응집을 보였다.

본 연구결과의 비교를 위하여 국가별 고양이 혈액형 분포에 대한 문헌고찰 결과를 정리하면 Table 4와 같다.

## 고 칠

개외는 달리 고양이에서는 자연 발생 동종항체가 존재하기 때문에 부적절한 수혈이 이루어 질 경우 치명적인 결과를 초래 할 수 있다. 최근 한국에서도 반려고양이의 수가 급격히 증가하고 있지만 수혈의학이나 번식산업에서 혈액형 판정의 중요성은 간과되고 있는 실정이며, 혈액형에 관한 연구도 매우 제한적이다. 고양이의 혈액형에 관한 연구는 매우 오래되었으며 유럽, 미국, 호주, 일본 등에서 보고된 결과에 의하면 고양이 혈액형의 빈도가 지역과 종에 따라 다양한 것이 특징이다. 미국의 경우 총 3,785두 중 98.1%에서 A형이 압도적으로 높았으며, AB형은 0.1%로 보고되었다(10,11). 호주는 B형의 비율이 26.3%로 가장 높은 국가이며(19), 유럽에서 B형

**Table 4.** Literature review on blood type frequency of non-pedigree cats worldwide

Country	n	A(%)	B(%)	AB(%)	Reference
Australia	1,895	73.3	26.3	0.4	Auer and Bell (1981)
Austria	101	97	3	0	Giger et al (1992)
Denmark	105	98.1	1.9	0	Jensen et al (1994)
England	477	97.1	2.9	0	Holmes (1952)
Finland	61	100	0	0	Giger et al (1992)
France	350	85.1	14.9	0	Eyquem et al (1962)
Germany	600	94	6	0	Giger et al (1992)
Greece	207	78.3	20.3	1.4	Mylonakis et al (2001)
Holland	95	95.8	3.1	1.1	Giger et al (1992)
Italy	401	88.8	11.2	0	Giger et al (1992)
Japan	265	89.3	1	9.7	Ejima et al (1986)
Portugal	185	90.3	3.8	5.9	Silvestre-Ferreira et al (2004)
Scotland	137	87.6	8	4.4	Giger et al (1992)
Spain	100	94	5	1	Ruiz et al (2004)
Switzerland	1,018	99.6	0.4	0	Giger et al (1992)
Turkey	113	43.4	56.6	0	Arikan et al (2003)
USA	3,785	98.1	1.7	0.1	Giger et al (1991)

고양이의 비율은 국가별로 0%에서 20.3%까지 다양한 것으로 알려져 있다(12,15,17-22). AB형은 일본(7), 포루투갈(22), 스코틀랜드(12) 등에서 비교적 높은 비율을 보인다(Table 4). 특히 모든 B형 고양이가 보유하고 있는 높은 역가의 동종항체는 NI 발생률을 높이며 본 연구에서 domestic shorthair에서 19%의 b 형질 보유율에 근거할 때 NI 발생 확률이 3.4%로 계산되었다. 이러한 결과는 다른 국가의 연구자들이 보고한 자료에 근거하여 계산한 결과 터키 24.6%(2), 호주 19.4%(3), 그리스 16.2%(20), 프랑스 12.8%(8), 이탈리아 11.3%(12), 독일 5.6%(12) 등에 비하면 낮은 수준이지만 스코틀랜드 2.9%(12), 덴마크 1.9%(17), 스위스 0.4%(12), 일본 0.1%(7) 등에 비하면 높은 수준이다.

우리나라의 domestic shorthair에서 B형은 3.6%로 다른 국가들과 비교했을 때 일본이나 미국을 제외하면 비교적 낮은 비율에 속한다. 본 연구에서 순종 고양이의 검사 두수가 적기는 하지만 국내 사육 빈도가 높은 Turkish angora 종과 Abyssinian 품종에서 B형의 분포가 높은 것으로 나타나 수혈이 지시되는 상황에서 혈액형 검사를 고려할 필요가 있다. 또한 수혈부작용의 위험을 정확히 추정하기 위해서는 보다 광범위한 지역을 대상으로 자연항체에 대한 정량적 역가분포에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 결 론

한국의 강원 및 서울지역에서 총 482두 (Korean domestic shorthair 336두, 순종 고양이 146두)의 고양이 혈액형을 검사한 결과 96.5%(n=465)가 A형이고 B형은 3.5% (n=17)로 나타났다. A형의 경우 domestic shorthair 334두 중 96.4% (n=322), 순종 고양이 146두 중 96.6%(n=141)로 성별에 따른 혈액형 분포의 차이는 없었다. B형으로 확인된 17두 중 domestic shorthair에서 12두, 순종 고양이에서 5두로 나타났으며, AB형은 확인되지 않았다. B형 유전형질의 빈도는 domestic shorthair에서 약 19%로 무작위 교배시 신생아 적혈구 용혈이 발생할 확률은 약 3.4%로 추정되었다.

## 참 고 문 헌

- Andrew GA, Cavey PS, Smith JE, Rich L. N-glycolylneuraminic acid and N-acetylneuraminic acid define feline blood group A and B antigens. *Blood* 1992; 79: 2485-2491.
- Arikan S, Duru SY, Gurkan M, Agaoglu ZT, Giger U. Blood type A and B frequencies in Turkish Van and Angora cats in Turkey. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 2003; 50: 303-306.
- Auer L, Bell K. The AB blood group system of cats. *Anim Blood Groups Biochem Genet* 1981; 12: 287-297.
- Auer L, Bell K. Transfusion reactions in cats due to AB blood group incompatibility. *Res Vet Sci* 1983; 35: 145-152.
- Bucheler J, Giger U. Alloantibodies against A and B blood types in cats. *Vet Immunol Immunopathol* 1993; 38: 283-295.
- Casal ML, Jezyk PF, Giger U. Transfer of colostral antibodies from queens to their kittens. *Am J Vet Res* 1996; 57: 1653-1658.
- Ejima H, Kurokawa K, Ikemoto S. Feline red blood cell groups detected by naturally occurring isoantibody. *Jpn J Vet Sci* 1986; 48: 971-976.
- Eyquem A, Podliachouk L, Millot P. Blood groups in chimpanzees, horses, sheep, pigs, and other mammals. *Ann NY Acad Sci* 1962; 97: 320-328.
- Giger U, Bucheler J. Transfusion of Type-A and Type-B blood to cats. *J Am Vet Med Assoc* 1991; 198: 411-418.
- Giger U, Bucheler J, Patterson DF. Frequency and inheritance of A and B blood types in feline breeds of the United states. *J Hered* 1991a; 82: 15-20.
- Giger U, Griot-Wenk M, Bucheler J, Diserens D. Geographical variation of the feline blood type frequencies in the United States. *Feline Pract* 1991b; 19: 21-27.
- Giger U, Gorman NT, Hubler M, Leidinger JI, Leidinger EF, Lubas G, Niini T, Slapendel RJ. Frequencies of feline A and B blood types in Europe. *Anim Genet* 1992; 23: 7-18.
- Griot-wenk ME, Callan MB, Casal ML, Chisholm-Chait A, Spitalnik SL, Patterson DF, Giger U. Blood type AB in the feline AB blood group system. *Am J Vet Res* 1996; 57: 1438-1442.
- Griot-Wenk M, Pahlsson P, Chisholm-Chait A, Spitalnik PF, Spitalnik SL, Giger U. Biochemical characterization of the feline AB blood group system. *Anim Genet* 1993; 24: 401-407.
- Gurkan M, Arikan S, Ozaytekin E, Dodurka T. Titres of alloantibodies against A and B blood types in non-pedigree domestic cats in Turkey: assessing the transfusion reaction risk. *J Feline Med Surg* 2005; 7: 301-305.
- Holmes R. The occurrence of blood groups in cats. *J Exp Biol* 1952; 30: 350-357.
- Jensen AL, Olsen AB, Arnbjerg J. Distribution of feline blood types detected in the Copenhagen area of Denmark. *Acta Vet Scand* 1994; 35: 121-124.
- Knottenbelt CM, Addie DD, Day MJ, Mackin AJ. Determination of the prevalence of feline blood types in the UK. *J Small Anim Pract* 1999; 40: 115-118.
- Malik R, Griffin DL, White JD, Rozmanec M, Tisdall PL, Foster SF, Bell K, Nicholas FW. The prevalence of feline A/B blood types in the Sydney region. *Aust Vet J* 2005; 83: 38-44.
- Mylonakis ME, Koutinas AF, Saridomichelakis M, Leontidis L, Papadogiannakis M, Plevraki K. Determination of the prevalence of the blood types in the non-pedigree feline population in Greece. *Vet Rec* 2001; 149: 213-214.
- Ruiz de Goquequi R, Velasquez M, Espada Y. Survey of feline blood types in the Barcelona area of Spain. *Vet Rec* 2004; 154: 794-795.
- Silvestre-Ferreira AC, Pastor J, Almeida O, Montoya A. Frequencies of feline blood types in northern Portugal. *Vet Clin Pathol* 2004; 33: 240-243.
- Stieger K, Palos H, Giger U. Comparison of various blood-typing methods for the feline AB blood group system. *Am J Vet Res* 2005; 66: 1393-1399.