

軍用犬 German shepherd의 hemoglobin 및 albumin型에 關한 研究

박권무 · 강주원 · 한방근
전남대학교 수의과대학 생리학교실
(1994년 7월 23일 접수)

Studies on the types of hemoglobin and albumin in German shepherds

Kwon-mu Park, Ju-won Kang, Bang-keun Han

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University

(Received July 23, 1994)

Abstract : The study was conducted to investigate the phenotypes of blood proteins, hemoglobin and albumin, of 104 German shepherds in Dag-gu, Yac-chun, Kim-hae and Kwang-ju area by the starch gel electrophoresis.

The results obtained were summarized as follows:

1. The hemoglobin phenotypes were observed three(HbBB, HbBb and Hbbb). Fast migrating bands were same and slow migrating bands were divided by heavy(HbBB), light(HbBb) and non-stained(Hbbb). The frequencies of appearance in HbBB, HbBb and Hbbb were 17.31%, 51.92 % and 30.77%, respectively.

2. The hemoglobin phenotypes were controlled by two allelic genes, Hb^b and Hb[^]. The gene frequencies were calculated at 0.567 in Hb^b and 0.433 in Hb[^].

3. The albumin phenotypes were observed three(AlbFF, AlbSS and AlbFS), which were divided by fast migrating band(AlbFF), slow migrating band(AlbSS) and mixed migrating band(AlbFS). The frequencies of appearance in AlbFF, AlbFS and AlbSS were 5.77%, 28.85% and 65.38%, respectively.

4. The albumin phenotypes were controlled by two allelic genes, Alb^f and Alb^s. The gene frequencies were calculated at 0.202 in Alb^f and 0.798 in Alb^s.

Key words : phenotype, gene, hemoglobin, albumin.

서 론

가축의 혈액형에 관한 연구는 인간의 ABO식 혈액형이 최초로 발견된 1900년대에 시작되어 초기에는 주로 기초적인 연구에 머물렀다. 그러나 연구가 수행됨에 따라 이러한 혈액성분의 형들은 개체 특유의 명확한 유전형질로서 번식능력과의 상관관계, 계통의 유전적 특징 파악, 품종의 개량, 친자감별, 개체의 식별, 계통의 순수성 감정 등 여러분야에 걸쳐 응용이 확대되어 현재에는 단순한 항원결정기에 의한 적혈구형 뿐만 아니라 hemoglobin^{1,3}, haptoglobin⁴, albumin^{5,6}, transferrin^{7,8},

prealbumin⁵ 및 postalbumin^{9,10} 등의 혈액단백질형과 glucose phosphate isomerase¹¹, erythrocyte catalase¹², plasma esterase¹³ 및 erythrocyte esterase¹⁴ 등의 효소형에 이르기까지 각종 동물에서 다양한 연구가 진행되고 있다.

혈액형이 여러 축종에 걸쳐 파악되어 왔는데 한우의 albumin형은 Zebu종에서 검출되었던 Alb^c 유전자는 나타나지 않고 Alb^a와 Alb^b 유전자만이 검출되었다. 그리고 같은 Alb^a와 Alb^b 유전자를 가지고 있는 Japanese brown, Japanese black 및 Japanese shorthorn종과는 유전자의 출현율이 차이가 있다¹⁵. Thorough bred종과

Anglo-Arab종 말의 albumin형은 Alb^A와 Alb^B 유전자에 의해 지배되었으며, 우리나라 경주마도 같은 유전자에 의해 지배를 받았으나 출현율에 있어서는 다른 특징을 나타내었다¹⁶.

개의 hemoglobin 형에 대한 연구로는 Ikemoto¹⁷ 및 Naik¹⁸가 실험한 견종에서 하나의 형만이 존재한다고 하였으나, Tanabe et al¹⁹은 여러 품종의 견종에 대한 실험에서 세개의 형을 검출하였는데 종간에 따라 하나의 형만이 나타난 것과 다형이 나타난 것 등 표현형이 달랐으며, 다형이 분리된 종들간에도 다형을 지배하는 유전자의 출현율에 현저한 차이가 있음을 보고하였다. 또한 김²⁰ 및 김 등²¹들은 한국의 고유품종인 진도견에서도 다형을 인정하고, 모색에 따라 출현율이 차이가 있음을 보고한 바 있다. Braend²²는 등전점 전기영동법으로 hemoglobin형을 검출하여 Tanabe et al¹⁹, 김²³, 김 등²¹에 의해서는 다형이 인정되지 않았던 품종들에서 다형을 검출하였고, 품종별로 이러한 다형을 지배하는 유전자의 출현율도 차이가 있다고 보고하였다.

Day et al²³ 및 田名富雄¹⁴은 개의 albumin형에 대한 조사에서 세개의 형을 검출하였으며, Christensen et al²⁴은 다리의 길이가 짧은 품종이 다리가 긴 품종보다 전기영동상에서 이동이 빠른 albumin형의 출현율이 더 많이 나타났으나 체중과는 무관하다고 하였다.

국내의 견종에 대한 혈액형에 관한 연구는 진도견에서 모색에 따른 albumin형²¹ 및 hemoglobin형²³ 등 극히 소수의 품종에 대한 국한된 연구만 있을 뿐 미약한 실정이다.

따라서 경비견, 수렵견 및 사역견을 비롯하여 여러 분야에서 활용되고 있는 German shepherd를 대상으로 적혈구내 hemoglobin과 혈청내 albumin의 표현형과 지배유전자의 유전적 특성을 파악하여, 혈통의 파악 및 개체특성의 보호육성 뿐만 아니라 타견종과의 비교 등에도 이용될 수 있는 자료를 마련해 보고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

공시동물 : 대구, 예천, 김해 그리고 광주지역에서 무작위로 착출한 군용견 German shepherd 104두를 대상으로 실시하였다.

혈액시료 : Hemoglobin용액은 적혈구를 분리한 후 이를 용혈시켜 chloroform으로 혈구막 등을 제거하여 순수하게 분리하였고¹², albumin용액은 혈청을 사용하였다. 이들 시료는 -20℃에서 보관하면서 사용할 때

마다 상온에서 용해시켜 사용하였다.

실험방법 : 수평식 전분겔 전기영동법으로 실시하였다.

Hemoglobin형 : Electrode buffer는 Tris (hydroxymethyl) aminomethane 30.2g, EDTA 3.0g 및 boric acid 2.3g을 재증류수에 용해하여 1,000ml로 만든 후 pH 8.6으로 조절한 완충액을 사용하였고, gel buffer는 electrode buffer 23%에 증류수 77%의 비율로 하였으며, 겔은 전분(dehydrolysed potato starch, Sigma Co) 농도 12%로 제조하였다. 영동은 2.2mA/1cm의 정전류로 4시간 동안 실시하였다.

Albumin형 : Electrode buffer로는 Tris (hydroxymethyl) aminomethane 6.9g, citric acid 10.7g을 재증류수로 용해시켜 1,000ml로 만든 후 pH 3.9로 조절한 완충액을 사용하였고, gel buffer는 Tris (hydroxymethyl) aminomethane 3.6g, citric acid 5.7g을 재증류수로 용해시켜 1,000ml로 만든 후 pH 4.2로 조절하여 사용하였다. 겔은 hemoglobin 검출 때와 같이 제조하였다. 영동은 200 volt로 15분, 300 volt로 1시간 그리고 250 volt로 5시간동안 실시하였다.

검출방법 : Homoglobin형과 albumin형은 동일하게 methanol 45%, acetic acid 10% 그리고 distilled water 45%의 용적비로 만든 용액에 amido black 10B 1g을 첨가하여 1,000ml가 되게 한 염색액으로 염색하고, amido black 10B를 첨가하기 전의 용액으로 탈색시켜 검출하였다.

결 과

대구, 예천, 김해 및 광주지역에서 사육되고 있는 군용견 German shepherd 104두를 무작위로 채혈하여 hemoglobin형과 albumin형을 수평식 전분겔 전기영동법으로 분석한 결과는 다음과 같다.

Hemoglobin(Hb)형 : Hemoglobin의 전기영동상은 이동도가 빠른 영동대는 동일하게 나타났으며, 이동도가 느린 영동대는 진하게 염색되는 것, 약하게 염색되는 것 그리고 염색이 되지 않는 것으로 구분되어, 이를 각각 HbBB형, HbBb형 그리고 Hbbb형이라 하였다 (Fig 1).

각 형의 출현빈도는 HbBB형이 30.77%(32두), HbBB형이 51.92%(54두) 그리고 Hbbb형이 17.31%(18두)이었고, 출현빈도와 표현형에 의하여 hemoglobin형이 지배유전자는 Hb^B와 Hb^b의 2종임을 알 수 있었으며(Table 1), 이들 지배유전자의 출현빈도는

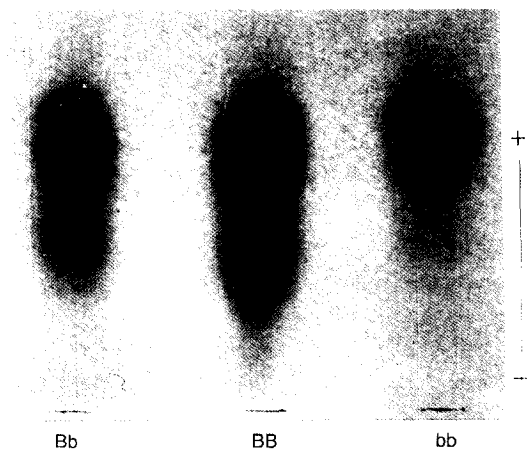


Fig 1. Hemoglobin phenotypes in German shepherd by starch gel electrophoresis.

Table 1. Hemoglobin phenotypes in German shepherd

Breed	No of animal tested	Phenotypes(%)			χ^2	df	Probability
		HbBB	HbBb	Hbbb			
German shepherd	104	32 (30.77%)	54 (51.92%)	18 (17.31%)	0.387	1	0.75-0.50
		* 19.74	* 51.06	* 33.47			

* Expected numbers calculated by Hardy-Weinberg's law.

Table 2. Frequencies of gene for hemoglobin types in German shepherd

Breed	Frequencies of gene	
	Hb ^B	Hb ^b
German shepherd	0.567	0.433

Hb^B가 0.567이었고 Hb^b가 0.433으로 Hb^B가 약간 높게 나타났다(Table 2).

Albumin(Alb)형 : 혈청 albumin의 표현형은 영동상에서 이동도가 빠른 것, 이동도가 느린 것 그리고 이 두개의 혼합형등의 세개의 표현형이 인정되어 각각 AlbFF형, AlbSS형 그리고 AlbFS형이라 하였으며(Fig 2), 각 형의 출현빈도는 AlbFF형이 5.77%(6두), AlbFS형이 28.95%(30두) 그리고 AlbSS형이 65.38%(68두)이었다(Table 3).

표현형과 출현빈도에 의해서 albumin의 지배유전자는 이동도가 빠른 Alb^F와 이동도가 느린 Alb^S의 2종이었음을 알 수 있었고, 이들 지배유전자의 출현빈도는 Alb^F

가 0.202 그리고 Alb^S가 0.798으로 Alb^S의 유전자의 출현율이 높게 나타났다(Table 4).

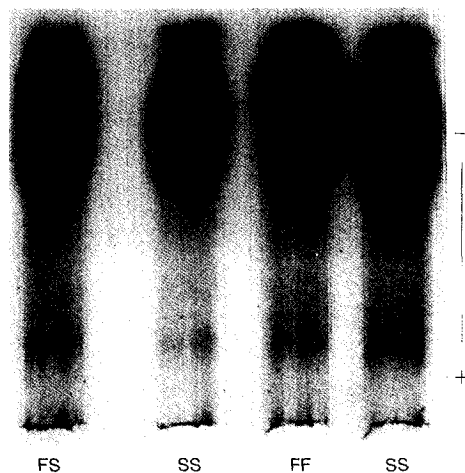


Fig 2. Albumin phenotypes in German shepherd by starch gel electrophoresis.

Table 3. Albumin phenotypes in German shepherd

Breed	No of animal tested	Phenotypes(%)			χ^2	df	Probability
		AlbFF	AlbFS	AlbSS			
German shepherd	6	6 (5.77%)	30 (28.85%)	68 (65.38%)	1.147	1	0.50-0.25
		* 4.24	* 33.52	* 66.24			

* Expected numbers calculated by Hardy-Weinberg's laws

Table 4. Frequencies of gene albumin types in German shepherd

Breed	Frequencies of gene	
	Alb ^F	Alb ^S
German shepherd	0.202	0.798

고 찰

Hemoglobin(Hb)형 : 건종의 hemoglobin형에 의해 Naik et al¹⁸은 유럽품종에 대해 전기영동법으로 조사한 결과 hemoglobin의 다형을 검출하지 못하였고, Ikemoto et al¹⁷도 전분겔 전기영동법으로 일본내에서 사육되는 Beagle종에 대한 연구에서 하나의 형만을 검출하였다. 김²⁰은 한국내의 황모의 진도견, 백모의 진도견, German shepherd 및 Deberman종등을 한천겔 전

기영동법으로 분리하여 이동도가 빠른 영동대를 나타내는 Hb^a와 이동도가 느린 영동대를 나타내는 Hb^b의 2종의 유전자에 의해 지배되는 HbBB형, HbAA형 및 HbAB형의 세개의 표현형을 검출하고 이중 Hb^b 유전자는 한국 고유의 품종인 진도견과 German shepherd 종에서만 검출되었다고 보고하였다.

김 등²¹도 수평식 전분겔 전기영동법으로 진도견의 hemoglobin이 다형을 확인하고, 이도 역시 김²⁶의 보고와 같이 두개의 지배유전자에 의해서 지배된다고 하였다.

또한 Tanabe et al¹⁹도 몇몇 유럽 품종과 일본 고유의 품종에 대하여 수평식 전분겔 전기영동법으로 hemoglobin형을 검출하여 HbA형, HbB형 및 HbAB형의 세개의 표현형이 존재하였음을 발견하였는데, 이들의 지배유전자의 출현빈도가 각 품종마다 달라 Hb^a 유전자의 출현빈도가 Akita종은 0.118, Hokkaido 품종은 0.057 그리고 Shiba종은 0.290으로 나타났고, German shepherd 종등의 유럽 품종에서는 Hb^a 유전자의 출현빈도가 0.000이었는데, 이는 Naik et al¹⁸ 및 Ikemoto et al¹⁷이 조사했던 유럽 품종에서 다형이 검출되지 않았던 것과 일치하였다.

그러나 Braend²²는 Tanabe et al¹⁹이 다형이 인정되지 않는다고 했던 유럽 품종을 등전점 전기영동법을 사용하여 다형이 있음을 보고하고, 이들 형은 Hb³³와 Hb⁶⁵의 2종의 유전자에 의해서 지배됨을 밝혔다. 그리고 지배유전자인 Hb³³와 Hb⁶⁵이 출현빈도가 German shepherd 종에서는 각각 0.42와 0.58이었고, Golden retriever 종은 0.54와 0.46이었으며, Boxer 종은 Hb³³ 유전자만 인정되었고 Hb⁶⁵ 유전자는 인정되지 않았다고 보고하였다.

본 실험에서는 Fig 1과 같이 이동도가 빠른 영동대는 동일하게 나타났고, 이동도가 느린 부분은 진하게 염색이 되는 것, 약하게 염색되는 것 그리고 염색이 되지 않는 것등의 세개의 형으로 나타나, Braend²²의 보고와 같이 유럽 품종인 German shepherd 종에서도 다형이 인정되었다.

이는 Tanabe et al¹⁹의 보고에서 처럼 German shepherd 종에서 Hb^a 유전자는 나타나지 않았고, Tanabe et al¹⁸의 실험에서는 두개의 영동대로 나타났던 HbB형이 본 실험에서는 HbBB형, Hbbb형 및 HbBB형의 세개의 형으로 나타나 Hb^b와 Hb^a 유전자에 의해 지배됨을 알 수 있었다. 이를 지배하는 유전자가 유의성이 있는지를 알아보기 위해 hardy-Weinberg's law에 의해 산출된 기대치와 비교했을 때 일치(df=1, P=0.75-0.50)되었다.

Albumin(Alb)형 : Day et al²³과 Tanabe et al¹⁹은 개의

혈청을 수평식 전분겔 전기영동법으로 분리하여 albumin의 형을 전기영동상에서 이동도가 빠른 Alb^f 유전자와 이동도가 느린 Alb^s 유전자에 의해 지배되는 Alb^f, Alb^s 및 AlbFS의 3개의 형이 있음을 보고하면서 이중 AlbS형은 영동상에서 두개의 영동대로 나타난다고 하였다.

그리고 Day et al²³은 조사한 품종중에서 Basset hound, Standard Poodle 및 Collie 종은 하나의 형만이 있다고 보고하였다.

Christensen et al²⁴도 세개의 표현형을 검출하였고, 다리가 긴 품종이 다리가 짧은 품종보다 전기영동상에서 빠른 영동대를 나타내는 Alb^f 유전자를 더 많이 나타냈지만 체중과는 관계가 없는 것으로 보고하였다.

김²⁰은 한국내에서 사육되는 진도견, Mongrel, Shepherd 및 Doberman 종등의 albumin형을 한천 겔 전기영동법으로 분류하여 Alb^a와 Alb^b 유전자에 의해서 지배되는 세개의 형을 보고하였으며, 김 등²¹도 모색별로 진도견의 albumin형을 전분겔 전기영동법으로 분리하여 Alb^f와 Alb^s 유전자에 의한 albumin의 다형을 검출하였다.

본 실험에서는 Fig 2와 같이 이동도가 빠르며 진하게 염색되는 영동대를 나타내는 AlbFF형과 이동도가 느리며 약하게 염색되는 영동대를 나타내는 AlbSS형 그리고 영동대를 동시에 갖는 AlbFS형의 세개의 형으로 나타나 Alb^f와 Alb^s의 두 유전자에 의해서 지배되는 것을 알 수 있었는데 이는 Day et al²³, Christensen et al²⁴ 및 김 등²¹의 보고와 일치한 결과이다. 그리고 Day et al²³은 AlbSS형을 두개의 영동대로 구분하였으나 본 실험에서는 두 영동대로의 구별은 확실치 않았다.

표현형의 출현빈도는 Table 3과 같이 AlbFF형은 5.77%로 출현률이 낮았으며 AlbSS형은 65.38%로 높았고 AlbFS형은 28.85%로 중간이었다. 그리고 지배유전자의 출현빈도는 Alb^f와 Alb^s가 각각 0.202와 0.798으로 Alb^s 유전자의 출현빈도가 높았다. 이를 Hardy-Weinberg's law에 의해 계산된 기대치와 비교하였을 때 Table 3과 같이 일치(df=2, P=0.50-0.25) 하였다.

Albumin형의 지배유전자의 출현빈도는 김²⁰은 Alb^a와 Alb^b 유전자의 출현율이 황모의 진도견에서는 43.4%와 56.6%, 백모의 진도견에서는 51.4%와 48.6% 그리고 German shepherd 종에서는 61.9%와 38.1%라고 보고하였고, 김 등²¹은 황모의 진도견과 백모의 진도견에서 Alb^f 유전자의 출현빈도는 각각 0.237과 0.267이었고, Alb^s 유전자의 출현빈도는 각각 0.762와 0.732라고 보고하였다. 그리고 Christensen et al²⁴은 Alb^f와 Alb^s의 지배유전자의 출현빈도가 German shepherd 종

에서 0.37과 0.63, Day et al²³의 Beagles종은 0.03과 0.97 그리고 Besenji, Poodle 및 Collie종은 0.00과 1.00, 그리고 田名富雄¹⁴은 Hokkiodoken종은 0.655와 0.345, Akita종은 0.114와 0.886, Shiba종은 0.000과 1.000 그리고 German shepherd종은 0.254과 0.746라 보고하였다. 이를 본 실험의 결과와 비교하였을 때 같은 German shepherd종은 유사하였으나 다른 품종과는 출현빈도에 있어서 차이가 현저한 것으로 보아 품종의 특징이 될 수 있을 것으로 사료되었다.

본 실험의 결과 German shepherd종의 hemoglobin형과 albumin형은 다른 연구자들에 의해 수행된 타 품종과는 다른 특징을 가지고 있어 이 품종의 특징이 되지만, 각 품종에 대한 연구는 미약하므로 품종별로 출현빈도와 표현형의 특징을 파악해야 할 것으로 사료되었다. 따라서 이러한 혈액단백질의 특징에 관한 연구가 확립된다면 혈통과 및 혈통의 보존 뿐만 아니라 개체의 특성을 보호육성하는데도 유용하게 이용되어지리라 여겨진다.

결 론

대구, 예천, 김해 및 광주지역의 군용견 German shepherd 104두를 대상으로 혈액단백질 hemoglobin과 albumin의 표현형과 지배유전자를 살펴보고자 적혈구에서 분리한 hemoglobin용액과 혈청을 수평식 전분겔 전기영동법으로 분류한 결과 다음과 같이 요약할 수 있었다.

1. Hemoglobin은 영동상에서 이동도가 빠른 영동대는 모두 가지고 있었으며, 이동도가 느린 영동대는 진하게 염색되는 HbBB형, 약하게 염색되는 HbBb형 및 염색이 되지 않는 Hbbb형의 세개의 형으로 분류되었고, 출현율은 HbBB형이 30.77%, HbBb형이 51.92% 그리고 Hbbb형이 17.31%이었다.
2. Hemoglobin의 지배유전자는 Hb^b와 Hb^B의 2종이었으며, 출현빈도는 Hb^B가 0.567이었고 Hb^b는 0.433이었다.
3. Albumin은 영동상에서 이동도가 빠른 영동대를 가지는 AlbFF형, 이동도가 느린 영동대를 갖는 AlbSS형 그리고 이 두가지 형이 혼합된 영동대를 갖는 AlbFS형의 세개의 형으로 분류되었고, 출현율은 AlbFF형이 5.77%, AlbFS형이 28.85% 그리고 AlbSS형이 65.38%이었다.
4. Albumin형의 지배유전자는 Alb^F와 Alb^S의 2종이었

고, 출현빈도는 Alb^F와 Alb^S가 각각 0.202와 0.798로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Braend M, Johansen KE. Hemoglobin types in Norwegian horses. *Anim Blood Grps Biochem Genet* 1983; 14: 305-307.
2. Dresler SL, Brimhall B, Jones RT. Multiple structural genes for the α -chain of canine(*canis familiaris*) hemoglobin. *Biochem Genet* 1976; 14: 1065-1070.
3. 金宇權, 李載洪, 韓邦根 등. 反芻動物의 Hemoglobin型에 關한 研究. 農漁村開發研究 1977; 12: 33-39.
4. Juneja Rk, Gahne B, Lukka M, et al. A previously reported polymorphic plasma protein of dogs and horses, identified as apolipoprotein A-IV. *Anim Genetics* 1989; 20: 59-63.
5. Gahne B. Studies on the inheritance of electrophoretic forms of transferrins, albumins, prealbumins and plasma esterases of horses. *Genetics* 1966; 53: 681-694.
6. Knapp KK, Hunter RL. Serum proteins of the beagle dog: A two-dimensional electrophoretic study. *Am J Vet Res* 1975; 36: 193-195.
7. Braend M. Serum transferrins of dogs. *Anim Blood Grps Biochem Polymorphisms* 1966; 319-322.
8. Simonsen V. Electrophoretic studies on the blood proteins of domestic dogs and other Canidae. *Hereditas* 1976; 82: 7-18.
9. Juneja R, Rectz I, Christensen K, et al. Two-dimensional gel electrophoresis of dog plasma proteins: Genetic polymorphism of an α^1 protease inhibitor and another postalbumin. *Hereditas* 1981; 95: 225-233.
10. Juneja Rk, Ghane B, Strtil A. Polymorphic plasma postalbumins of some domestic animals(pig PO2, horse XK, and dog Pa proteins) identified as homologous to human plasma α_1 B-glycoprotein. *Anim Genetics* 1987; 18: 119-124.
11. Arnold ICJ, Bouw J. A new allele of glucose phosphate isomerase in dogs. *Anim Genetics* 1989; 20: 217-220.
12. Nishimura TS, Watanabe Y, Matsushima. Studies on

- the polymorphism of erythrocyte catalase isozyme and hemoglobin in pony. *J Agr Sci Tokyo Univ Agr* 1975; 20: 23-28.
13. Arnold ICJ, Bouw J. Linkage between genes for coat colour and for blood plasma esterase in dogs. *Animal Genetics* 1990; 21: 149-151.
 14. 田名富雄一. 犬における血液蛋白質の遺傳子變異. 在來家畜研究會報告 1980; 9: 169-223.
 15. 韓相基, 李基萬. 韓牛 및 Hostein의 Hemoglobin型에 관한 研究. 韓國畜産學會誌 1982; 24: 517-521.
 16. 韓相基, 鄭義龍, 姜熙日. 競走馬의 血液型에 관한 研究. II. 血清 albumin의 遺傳的 多型. 韓國畜産學會誌 1986; 28: 462-467.
 17. Ikemoto S, Sakurai J, Yoshida H, et al. Polymorphism of genetic markers in serum. Hemoglobin and isoenzyme of beagles bred in Japan. *Jap J Vet Sci* 1977; 39: 587-591.
 18. Naik SN, Anderson DE, Jardine JH. Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency, haptoglobin and hemoglobin variants in dogs. *Anim Blood Grps Biochem Genet* 1971; 2: 89-94.
 19. Tanabe Y, Omi T, Ota K. Genetic variants of hemoglobin in canine erythrocytes. *Anim blood Grps biochem Genet* 1978; 9: 79-83.
 20. 金字權. 개의 Hemoglobin, Albumin 및 Transferrin의 型에 관한 研究. 大韓獸醫學會誌 1974; 14: 191-200.
 21. 金字權, 韓邦根, 金子淑. 珍島犬의 血液像과 血液蛋白質型에 관한 研究. II. 珍島犬의 血液蛋白質型. 大韓獸醫學會誌 1988; 28: 299-305.
 22. Braend M. Hemoglobin polymorphism in the domestic dog. *J Heredity* 1988; 79: 211-212.
 23. Day ME, Kraay GJ, Stevens RWC. Polymorphism of canine serum albumin. *Anim Blood Grps Biochem Genet* 1971; 2: 195-199.
 24. Christensen K, Arnbjærh, J, Andresen E. Polymorphism of serum albumin in dog breeds and its relation to weight and leg length. *Hereditas* 1985; 102: 219-223.