

우리 나라 젖소 및 한우의 Bovine Leukemia Virus 항체 분포조사

서국현¹ · 이정길* · 이채용* · 허태영 · 강석진 · 손동수 · 류일선 · 안병석 · 김남철 · 주이석**

농촌진흥청 축산기술연구소

*전남대학교 수의과대학

**국립수의과학검역원

Prevalence of Anti-bovine Leukemia Virus Antibodies in Dairy and Korean Native Cattle

Guk-Hyun Suh¹, Chung-Gil Lee*, Chai-Yong Lee*, Tai-Young Hur, Seog-Jin Kang,
Dong-Soo Son, Il-Sun Ryu, Byeong-suk Ahn, Nam-Chul Kim and Yie-Seok Joo**

National Livestock Research Institute, RDA

*College of Veterinary Medicine, Chonnam National University

**National Veterinary Research and Quarantine Service

Abstract : As a baseline study for the establishment of bovine leukemia virus(BLV)-free herd in Korea, the prevalence of anti-BLV antibody was determined in the present study. Sera from Korean native cows of 8 provinces and from dairy cattle of 9 provinces were subjected to enzyme-linked immunosorbent assay. Anti-BLV antibodies were positive in two (0.14%) of 1,413 Korean native cows. In contrast, 54.2% of 2,415 dairy cows were positive for anti-BLV antibodies, and their seropositive herd rate was 86.8%. And no differences were found in the sero-positive rates with age. The results indicate that the BLV infection rate has been increased continuously in Korea and that the establishment of BLV-free herd is imminent.

Key words : bovine leukemia virus, ELISA, Korean native and dairy cows, sero-prevalence

서 론

소 백혈병 (enzootic bovine leukosis, EBL)은 주로 성우에서 발생하는 전염성질환으로 그 병원체는 bovine leukemia virus (BLV)이다^{11,16}. BLV는 모든 품종의 소에 감염을 일으키는데, 감염은 BLV에 감염된 림프구에 의하여 주로 수평적으로 이루어지는 것으로 알려져 있다⁶. 소가 일단 BLV에 감염되면 수주 이내에 혈액 중에 바이러스 중화항체가 출현함에도 불구하고 전 생애동안 바이러스를 보유한 보균우로 존재하게 된다^{8,15}. 그러므로 BLV 특이항체의 검출은 BLV 감염유무를 파악하는 주요한 지표가 된다⁹.

EBL의 예방이나 근절은 감염을 조기에 진단하여 보균우를 정확히 구별함으로써 가능하게 된다. 전에는 EBL의 진단에 혈액학적 진단법을 사용하였으나^{14,25} 그 후 보다 정확한 진단법이 요구되어 BLV 특이항원을 이용하는 여러 가지 혈청학적 진단법이 개발되었다. 그러한 혈청학적 진단법에는 agar-gel immunodiffusion test (AGID)³², complement fixation test³¹, radioimmunoassay¹¹, enzyme linked immunosorbent assay (ELISA)⁹, syncytium inhibition test²¹ 등이 있다. 그리고 최근에는 BLV에 감염되었으나 혈청 내에 항체가 존재하지 않는 경우에도 감염을 정확하게 알아낼 수 있

는 방법으로 PCR법^{9,21}이 개발되어 BLV의 조기진단에 사용되고 있다.

소 백혈병은 전세계적으로 발생하고 있는 질병으로 우리나라에서 사육된 한우에서 임상예가 보고된 것은 1958년 이었다²⁷. 그 후에도 소의 림프육종은 1980년대 중반까지 지속적으로 보고 되었으며^{23,24,28-30} 그밖에 EBL에 대한 역학적 조사가 혈액학적 방법^{25,28,32} 및 혈청학적 방법^{4,23,26,32,33,35}으로 이루어졌다. 한편 김 등²¹은 감염백혈구로부터 provirus DNA를 직접 검출할 수 있는 PCR-ECL법을 적용하여 젖소와 한우에서 BLV 감염실태를 조사하였다.

이 연구에서는 BLV가 없는 젖소군의 조성을 위한 연구의 일환으로 우리나라의 9개 도에서 사육 중인 젖소와 제주도를 제외한 8개 도에서 사육중인 한우를 대상으로 ELISA 방법을 이용하여 BLV항체를 검사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

연구에 사용한 재료를 지역별로 구별하여 Table 1에 요약했다. 먼저 한우의 BLV 항체를 검사하기 위한 재료는 농촌진흥청 축산기술연구소에 동결·보관된 혈장이었다. 이것은 1999년부터 2003년까지 제주도를 제외한 8개 도에 있는 한우개량단지의 1,092농가에서 사육된 암소 1,413마리에서 채

¹Corresponding author.
E-mail : ghsuh@rda.go.kr

취된 것이었다. 축산기술연구소에서 후대검정에 사용할 목적으로 계획된 수정을 실시하여 분만시킨 송아지와 그 어미 소에서 헤파린이 들어있는 진공채혈병에 채혈한 후 혈장을 분리했다. 이 재료는 후대검정 시에 친자확인을 위한 것이었는데 어미 소 혈장의 일부만을 이 연구에 사용하였다. 어미 소들의 연령은 2세에서 12세까지이었다.

젓소의 BLV항체를 검사하기 위한 재료는 국립수의과학검역원에서 분양된 것이었다. 그 혈청은 2000년부터 2002년까지 전국 9개 도에 산재하는 389농가의 2,415마리에서 채혈한 재료에서 분리한 것이었다. 그 중 2000년과 2001년의 것은 구제역의 예찰을 위하여 주로 경기도와 충청남도에서 채취하였고 2002년의 것은 전국을 대상으로 모기가 매개하는 질병을 검색하기 위하여 도축장 및 농가에서 채취한 것으로 차이는 있으나 농가 당 약 3-4마리가 채취의 대상이었다. 모든 혈청은 사용 시까지 동결·보관되었으며, 젓소의 연령은 1세에서 8세까지이었다.

BLV항체의 측정

혈청 및 혈장 중의 BLV 항체는 혈청 및 혈장용 CHEKIT®-Leucotest kit (Dr. Bommeli AG, Switzerland)를 사용하여 ELISA법으로 측정하였다. 불활화 된 BLV항원 (+Ag)과 대조항원 (-Ag)이 교대로 코팅된 96-well plate의 각 well에 증류수로 10배 희석한 (pH 5.5-6.0) 세척·희석액 (CHEKIT-washing & dilution solution, CWDs) 180 µl를 분주한 다음 가검혈청과 양성 및 음성대조혈청을 적당한 well에 각각 20 µl씩 첨가하여 10배 희석하였다.

Plate 교반기를 사용하여 well 내의 CWDs와 혈청을 충분히 혼합한 다음 plate를 잘 덮고 실온 (18-20°C)의 항습배양기에서 90분 동안 배양한 후 내용물을 버리고 well당 300 µl의 CWDs를 가하여 3회 세척하였다.

Peroxidase로 표지한 anti-ruminant IgG conjugate를 CWDs로 1:400으로 희석한 다음 각 well당 200 µl씩 분주하여

Table 1. Numbers of cattle sampled in each province for bovine leukemia virus seroprevalence survey

Province	Korean native cows sampled		Dairy cattle sampled	
	No. of herds	No. of cows	No. of herds	No. of cattle
Gangwon-do	78	99	44	154
Gyeonggi-do	87	135	111	938
Chungcheongbuk-do	152	243	24	128
Chuncheongnam-do	219	270	81	476
Jeollabuk-do	85	111	27	183
Jeollanam-do	71	76	28	168
Gyeongsangbuk-do	123	144	35	99
Gyeongsangnam-do	277	335	36	209
Jeju-do	-	-	3	60
Total	1,092	1,413	389	2,415

잘 덮고 실온의 항습배양기에서 30분 동안 배양한 다음 well당 300 µl의 CWDs로 3회 세척하였다.

발색을 위하여 chromogen substrate를 각 well당 200 µl씩 분주하고 실온에 10-30분간 정치한 후 spectrophotometer (Spectra Rainbow, Teacan, USA)로 405 nm 파장에서 optical density (OD)치를 측정하여 양성대조혈청의 순흡광도 (Net extinction, NE)가 0.4 이상일 때 stop solution을 각 well당 50 µl씩 분주하여 반응을 중지시킨 후 OD값을 측정하였다. 양성 및 음성대조구와 가검재료의 NE 값은 각각 +Ag이 코팅된 well에서 얻은 OD로부터 -Ag이 코팅된 well의 OD의 값을 뺀 것으로 하였다. 재료 내의 BLV에 대한 항체 유무는 다음과 같은 계산식으로 산출하여 얻은 값으로 판정하였다.

재료(S)/양성대조군(P) 비교 값(%)

$$= \frac{NE_{sample} - NE_{neg}}{NE_{pos} - NE_{neg}} \times 100$$

(NE_{sample}, 재료의 NE; NE_{pos}, 양성대조구의 NE; NE_{neg}, 음성대조구의 NE)

BLV항체의 유무는 S/P 값이 <30%일 때 음성, >50%일 때 양성, 그리고 30-50%일 때 의양성으로 판정하였다.

통계처리

젓소의 BLV항체 양성 예에 대한 지역별, 연령별 그리고 우군별 독립성검정은 chi-square방법으로 분석하였다¹⁷.

결 과

한우 암소 1,413마리의 BLV항체 양성률은 0.14% (2마리) 이었고 의양성률은 0.28% (4마리) 이었다. 대상우 중 BLV항체 양성을 나타낸 2마리는 충남과 충북의 각 1마리씩이었으며 의양성은 경기도, 충북, 충남 및 경남에서 각각 1마리씩 나타났다. BLV항체 양성을 나타낸 두 마리의 연령은 각각 3세와 4세이었고 의양성은 2세 미만에서 2마리, 5세에서 1마리, 6세에서 1마리로 나타났다.

총 2,415마리의 젓소에서 채취한 혈청을 대상으로 조사한 지역별 BLV항체 양성률은 Table 2와 같다. 그중 1,310두가 BLV항체 양성으로 나타나 양성률은 54.2%이었다. BLV항체 양성률은 지역에 따라 차이를 보이고 있어서 (p < 0.001) 충청북도에서 가장 낮았고, 경상남도에서 가장 높았다. 한편 조사대상 9개도 중 경기도와 충청북도를 제외한 7개 도에서 BLV 항체 양성률이 50.0% 이상으로 나타났는데 그 중에서도 충청남도, 전라북도, 전라남도 및 경상남도에서는 60% 이상의 높은 양성률이 나타났다.

332개의 우군에 대한 지역별 BLV 항체 양성 우군의 분포는 Table 3과 같다. 총 332개 우군 중 BLV 항체 양성 우군은 288개 (86.8%) 이었다. 지역별 BLV 항체 양성우군은 경

Table 2. Seroprevalence of bovine leukemia virus antibodies in dairy cattle according to regions

Province	No. of cattle tested	No. of cattle positive (%)	No. of cattle suspected (%)
Gangwon-do	154	79 (51.3)	1 (0.7)
Gyeonggi-do	938	436 (46.5)	13 (1.4)
Chungcheongbuk-do	128	47 (36.7)	3 (2.3)
Chuncheongnam-do	476	290 (60.9)	3 (0.6)
Jeollabuk-do	183	123 (67.2)	5 (2.7)
Jeollanam-do	168	108 (64.3)	0 (0.0)
Gyeongsangbuk-do	99	54 (54.6)	2 (2.0)
Gyeongsangnam-do	209	142 (67.9)	3 (1.4)
Jeju-do	60	31 (51.7)	0 (0.0)
Total	2,415	1,310 (54.2)	30 (1.2)

상북도가 가장 낮았으며 제주도는 3개 우군에서 모두 BLV 항체 양성우가 검출되었다. 기타지역에서는 BLV 항체 양성우군이 75% 이상으로 매우 높았다.

연령의 기록이 정확한 1,098마리의 젖소를 대상으로 조사한 연령별 BLV 항체 양성률을 Table 4에 요약했다. 연령에 따른 BLV 항체 양성률의 차이에는 유의성은 없었으나

Table 3. Seroprevalence of bovine leukemia virus antibodies in dairy herds according to regions

Province	No. of herds tested*	No. of herds positive (%)
Gangwon-do	31	24 (77.4)
Gyeonggi-do	102	87 (85.3)
Chungcheongbuk-do	17	13 (76.5)
Chuncheongnam-do	77	69 (89.6)
Jeollabuk-do	21	20 (95.2)
Jeollanam-do	28	27 (96.4)
Gyeongsangbuk-do	19	13 (68.4)
Gyeongsangnam-do	34	32 (94.1)
Jeju-do	3	3 (100.0)
Total	332	288 (86.8)

*No. of herds from which more than three cattle were sampled.

Table 4. Seroprevalence of bovine leukemia virus antibodies in dairy cattle according to age

Age	No. of cattle tested	No. of cattle positive (%)	No. of cattle suspected (%)
1	54	35 (64.8)	0 (0.0)
2	132	75 (56.8)	1 (0.8)
3	294	171 (58.2)	5 (1.7)
4	363	214 (59.0)	8 (2.2)
5	195	121 (62.1)	1 (0.5)
≥6	60	32 (53.3)	1 (1.7)
Total	1,098	648 (59.0)	16 (1.5)

($p=0.7403$), 1세에서 가장 높았고 2세에서 가장 낮았다. 모든 연령에서 양성률은 높게 나타난 반면 의양성률은 아주 낮게 나타났다.

고 찰

EBL은 우리 나라 뿐만 아니라 세적으로 유행하는 전염성 질병이며 경제적으로 매우 중요한 질병이다¹⁶. 이 질병은 BLV가 감염됨으로 발생되는데 소에서는 BLV에 대한 체액성 면역반응으로 항체가 혈액 중에 나타나게 되고 바이러스는 지속적으로 존재하면서 지속적으로 항체를 생산한다¹⁵. 그래서 이 특성은 BLV 감염우를 구분하는 혈청학적 진단방법에 이용되고 있다⁸. BLV 감염 상태를 정확히 파악하는 것은 BLV 청정우군을 만들기 위하여 꼭 필요한 것이다. 따라서 BLV 감염우를 구분하기 위해서는 민감한 진단법의 사용이 필수적이다³. 지금까지 여러 나라에서 BLV 근절계획의 일환으로 우군 또는 개체별 검진에 AGID법을 많이 사용되어 왔으나 최근에는 보다 간편하고 많은 수의 소를 일시에 검사할 수 있으며 혈청 중 BLV항체가 낮은 수준으로 있어도 검출할 수 있는 민감한 검사법인 ELISA법이 많이 사용되고 있다^{8,14,19}. 이 연구에서는 이 방법을 사용하여 우리 나라 젖소 및 한우를 대상으로 BLV항체의 전국적인 분포를 조사했다.

일반적으로 젖소에 비하여 육우에서 BLV감염률이 낮은 것으로 알려져 있다⁵. 이 연구에서도 예상했던 대로 한우의 BLV항체 양성률은 매우 낮았다. 우리 나라의 여러 연구자들 역시 낮은 감염률을 보고하였는데 종모우, 도축장 및 농가 한우를 AGID법으로 조사한 결과에서 2.4-6.4%로 비교적 낮은 양성률이었고^{4,33,35}, 김 등²¹은 PCR-ECL법으로 검사한 결과 모두 음성이었다고 하였다. 본 연구의 결과에서도 BLV 항체 양성률이 0.14% (2/1,413마리)로 매우 낮았다. 이러한 결과는 호주의 Queensland 지역 육우의 감염률 0.22%와 비슷하였다²⁰.

개체별 또는 우군별 BLV 감염률은 연구방법, 사육지역, 사육형태, 위생관리, 목장의 역사, 우군을 구성하는 젖소의 혈통과 도입지역, 우군의 병력 등^{10,22,33}과 BLV 근절계획 실

시여부에 따라 다르게 나타날 수 있다¹⁴. 본 연구에서 나타난 젖소의 개체양성률은 지역에 따라 차이가 있으나 곳에서는 70%에 육박하고 있어서 심각한 문제임을 나타냈다. 거기에도 우군의 양성률도 매우 높았다. 이 질병은 전염병이기 때문에 이러한 결과는 EBL의 심각성을 더 부각시키는 것이다. 우리 나라에서 조사된 이전의 결과보다^{4,21,23,25,26,28,32,33,35} 훨씬 높은 양성률은 그 동안 이 질병에 대한 조치가 전무한 상태여서 나타난 것으로 보이며 실제 외국에서도 이와 유사한 높은 감염률이 보고되기도 했다^{2,13}.

한편 BLV에 감염된 소는 전 생애 동안 혈청양성 보균우로 존재하게 되고¹⁵ 이러한 소와 직접 접촉하는 것이 BLV 전염의 매우 중요한 방법이다^{6,15,22}. 그래서 규모가 비교적 큰 우군을 free-stall 우사에 계속 사육하거나¹⁰ 집약적인 관리가 수행되는 우군에서 BLV 감염률이 높았던 집²⁰을 감안할 때 이 연구에서 나타난 결과는 BLV 감염에 대한 적절한 예방 및 근절대책이 수립되지 않는다면 우리 나라에서는 앞으로 BLV 감염률이 더욱 증가할 것임을 시사한다.

이 연구에서 BLV항체 양성률의 연령별 차이는 인정되지 않았는데 대부분의 논문에서는 연령의 증가와 함께 감염률도 증가한 것으로 기술하고 있다^{2,5,10,22,23,26,33}. 그러나 우군의 감염률이 높은 경우 연령에 따른 차이는 없는 것으로 보고된 연구의 결과¹²도 찾아볼 수 있다. 본 연구의 결과는 1세군의 BLV항체 양성률이 다른 군의 양성률에 비하여 높았는데, 우군의 감염률이 높기 때문에 나타난 현상으로 보인다. 높은 BLV 감염률을 보인 우군에서는 비교적 빠른 일령에 감염이 일어나고¹² 성성숙 후 번식적령기의 처녀우가 BLV항체 양성우가 있는 성우군에 합사된 다음 BLV 감염이 높게 나타나고 있어^{15,22} 앞서 지적한바와 같이 BLV 감염률이 높은데다가 사양관리를 집약적으로 하고 있어서 1세 군에서 높은 BLV항체 양성률이 나타났을 것으로 추정된다.

BLV 감염우는 면역기능이 저하되어 각종 전염성질환의 발생률과 도태율이 증가하고^{1,7} 높은 감염률은 림프육종의 발생률을 높여준다^{18,23}. 그럼으로써 경제적인 손실을 초래하기 때문에 그에 대한 대책을 마련하는 것이 농가소득을 높이는 하나의 방법일 것으로 생각된다. 그러한 견지에서 이 연구는 BLV가 없는 젖소군의 조성을 위한 연구의 일환으로 우리 나라에서 사육되는 젖소와 한우의 항체보유율을 조사한 것이다. 이 연구에서 나타난 결과 젖소에서 광범위하고 높은 BLV항체 양성률을 보이고 있고 EBL에 대한 역학조사가 시작된 이래 BLV 감염률이 지속적으로 증가되고 있어 국내 낙농산업에 있어서 BLV 감염이 심각한 위생문제로 대두될 가능성이 있음을 지적할 수 있다. 따라서 이러한 결과는 BLV 감염예방을 위한 적절한 대책의 수립과 BLV가 존재하지 않는 우군을 만들어야 할 필요성을 강력히 시사한다고 볼 수 있다.

결 론

이 연구는 BLV가 없는 젖소군의 조성을 위한 연구의 일

환으로 우리 나라에서 사육하고 있는 젖소 및 한우의 BLV 항체보유율을 조사한 것이다. 전국 9개 도의 젖소와 8개 도의 한우를 대상으로 ELISA 방법을 적용하여 BLV항체보유율을 조사하였다. 한우는 개량단지외의 1,092농가에서 사육중인 암소 1,413마리 중 2마리 (0.14%)가 BLV항체 양성을 나타내어 매우 낮은 감염률을 보였다. 반면 총 389농가에서 사육하는 젖소 2,415마리의 BLV항체보유율을 조사한 결과 개체별 BLV항체 양성률은 평균 54.2%이었으며 BLV항체 양성우군은 평균 86.8%로 매우 높았다. 그 결과 연령에 따른 차이를 보이지 않으면서 가장 어린 1세 군에서 가장 높은 양성률을 보였다. 이러한 결과는 우리 나라 젖소에 BLV가 높고 광범위하게 감염되었음을 보여주고 있어 낙농산업에 있어서 BLV 감염이 심각한 위생문제로 대두될 수 있음을 보여준다. 아울러 우리 나라 젖소 목장에서 BLV의 감염을 예방하기 위한 적절한 대책과 BLV청정우군을 만들어야 할 필요성을 강력히 시사한다고 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- Brenner J, Van-Haam M, Savir D, Trainin Z. The implication of BLV infection in the productivity, reproductive capacity and survival rate of a dairy cow. *Vet Immunol Immunopathol* 1989; 22: 299-305.
- Burridge MJ, Pubr DM, Henneman JM. Prevalence of bovine leukemia virus infection in Florida. *J Am Vet Med Assoc* 1981; 179: 704-707.
- Choi KY, Liu RB, Buehring GC. Relative sensitivity and specificity of agr gel immunodiffusion, enzyme immunoassay, and immunoblotting for detection of anti-bovine leukemia virus antibodies in cattle. *J Virol Meth* 2002; 104: 33-39.
- Choi WP. Survey for antibodies to bovine leukemia virus in dairy and Korean native cattle. *Korean J Vet Res* 1982; 22: 23-26.
- DiGiacomo RF. The epidemiology and control of bovine leukemia virus infection. *Vet Med* 1992; 87: 248-257.
- DiGiacomo RF. Horizontal transmission of the bovine leukemia virus. *Vet Med* 1992; 87: 263-271.
- Emanuelson U, Scherling K, Pettersson H. Relationships between herd bovine leukemia virus infection status and reproduction, disease incidence, and productivity in Swedish dairy herds. *Prev Vet Med* 1992; 19: 121-131.
- Evermann JF. A look at how bovine leukemia virus infection is diagnosed. *Vet Med* 1992; 87: 272-278.
- Gutierrez SE, Dolcini GL, Arroyo GH, Dubra CR, Ferrer JF, Esteban EN. Development and evaluation of a highly sensitive and specific blocking enzyme-linked immunosorbent assay and polymerase chain reaction assay for diagnosis of bovine leukemia virus infection in cattle. *Am J Vet Res* 2001; 62: 1571-1577.
- Jacobs RM, Heeney JL, Godkin MA, Leslie KE, Taylor JA, Davies C, Valli VEO. Production and related variables in bovine leukaemia virus-infected cows. *Vet Res Commun* 1991; 15: 463-474.
- Johnson R, Kaneene JB. Bovine leukaemia virus and enzootic bovine leukosis. *Vet Bull* 1992; 62: 287-312.

12. Mammerickx M, Cormann A, Burny A, Dekegel D, Portelle D. Eradication of enzootic bovine leukosis based on the detection of the disease by the GP immunodiffusion test. *Ann Rech Vet* 1978; 9: 885-894.
13. NHAM, National Animal Health Monitoring System. 1996. High prevalence of BLV in US dairy herds. Available on line at www.aphis.usda.gov/vs/ceah/cahm/Dairy_cattle/d96blv.htm.
14. Nuotio L, Rusanen H, Sihvonen L, Neuvonen E. Eradication of enzootic bovine leukosis from Finland. *Prev Vet Med* 2003; 59: 43-49.
15. Piper CE, Ferrer JF, Abt DA, Marshak RR. Postnatal and prenatal transmission of the bovine leukemia virus under natural condition. *J Natl Cancer Inst* 1979; 62: 165-168.
16. Radostits OM, Gay CC, Blood DC, Hinchcliff KW. *Veterinary Medicine*. 9th ed. London: WB Saunders. 2000: 1046-1058.
17. SAS. 1999. SAS User's Guide: Statistics, Version 8.1 edition. SAS Inst., Inc., Gay, NC. USA.
18. Thurmond MC, Lapuz GR, Farver TB, Mandac GC. Retrospective study of four years of carcass condemnation rates for malignant lymphoma in California cows. *Am J Vet Res* 1985; 46: 1387-1391.
19. Trono KG, Perez-Filgueira DM, Duffy S, Borca MV, Carrillo C. Seroprevalence of bovine leukemia virus in dairy cattle in Argentina: Comparison of sensitivity and specificity of different detection methods. *Vet Microbiol* 2001; 83: 235-248.
20. Ward MP. Serological studies of bovine leukemia virus infection in Queensland beef cattle. *Aust Vet J* 1995; 77: 71-72.
21. 김우호, 라창식, 안수환, 윤지병. 소 백혈병 Provirus DNA의 PCR법에 의한 증폭 및 ECL법에 의한 검출에 관한 연구. *대한바이러스학회지* 1992; 22: 1-12.
22. 김찬주, 손제영, 고기환. 축우의 유행성(지방병성) 백혈병에 관한 연구. I. 한 유우군의 우백혈병 바이러스 항체와 혈중 임파구 변동에 관하여. *대한수의학회지* 1990; 30: 333-341.
23. 박노찬, 최원필. 유우 백혈병바이러스에 대한 혈청학적 조사. *대한수의학회지* 1986; 26: 62-68.
24. 박용복, 임창형. 생산성저하로 도태되는 유우의 병인학적 조사. *서울대수의대논문집* 1980; 5: 63-99.
25. 손제형, 김교준. Bovine lymphosarcoma (Enzootic bovine leukosis)에 관한 연구. Bovine lymphosarcoma에 관련된 대구 및 충남지방 유우군에 대한 혈액학적조사. *대한수의학회지* 1968; 8: 31-38.
26. 심항섭, 국정희, 황영옥, 정봉수, 김학열, 이모란, 유성중, 강순근, 임경애, 고태오, 박유순. 경기도 지역 유우의 소백혈병 항체 분포 조사. *한국가축위생학회지* 1998; 21: 255-260.
27. 이기풍. 우의 흉선림프육종 1예. *수의계* 1958; 2(5): 35-37.
28. 이방환, 김상균, 고광두. 우유행성백혈병의 자연발생예에 대한 역학적연구. *대한수의사회지* 1977; 13: 9-16.
29. 임창형. 축우종양의 병리학적 검색. *서울대학교논문집(의학계)* 1969; 20(C): 80-89.
30. 이현범, 최원필, 이근우. 유약우에 발생한 지방유행성 백혈병에 대하여. *대한수의학회지* 1982; 22: 63-66.
31. 전무형, 정운익, 안수환. 소 백혈병에 관한 연구. III. 소백혈병 바이러스 항원(진단액) 생산 및 성상에 관한 연구. *농시보고 (축산·가위)* 1983; 25: 68-74.
32. 전무형, 정운익, 이창구, 임창형. 소 백혈병 (Bovine lymphosarcoma)에 관한 연구. I. 혈액학적 진단과 면역확산법에 의한 혈청학적 진단의 상호관계. *농시보고 (축산·가위)* 1981; 23: 95-100.
33. 전무형, 정운익, 이창구, 임창형. 소 백혈병 (Bovine lymphosarcoma)에 관한 연구. II. 유우의 소 백혈병바이러스항체 분포조사. *농시보고 (축산·가위)* 1982; 24: 93-98.
34. 정운익, 정병탁, 권영방, 박동권. 유우백혈병 발생에 보고. *대한수의학회지* 1972; 12(부록): 202
35. 최해연, 정운선, 유기조, 오홍세. 충청북도 소 백혈병 항체 조사 연구. *한국가축위생학회지* 1992; 15: 51-57.