

한우 송아지의 초유 섭취 수준 측정 진단법 비교

이병석, 강문일, 정용운, 이채용, 한동운¹, 위성환², 윤소라², 조재진², 강주원*

전남대학교 수의과대학, 천안연암대학¹, 국립수의과학검역원²,
(접수 2008. 9. 10, 게재승인 2008. 10. 27)

Comparison of diagnostic methods on failure of passive immunoglobulin transfer to Korean-indigenous calves

Byoung-Seok Lee, Mun-Il Kang, Yong-Un Chung, Chai-Yong Lee, Dong-Un Han¹,
Sung-Hwan Wee², So-Rah Yoon², Jae-Jin Cho², Ju-Won Kang*

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Gwangju, 500-757, Korea,
¹Cheonan Yonam College, Chungnam, 330-709, Korea, ²National Veterinary and Quarantine
Office, MAF, Anyang, 430-856, Korea

(Received 10 September 2008, accepted in revised from 27 October 2008)

Abstract

For screening the appropriate field diagnostic techniques to failure of passive immunoglobulin transfer (FPT) in Korean-indigenous calves, 258 sera was examined by spectinophotometry for total protein (TP) and globulin (Glo), sodium sulfate precipitation test (SSPT), zinc sulfate turbidity test (ZSTT), and single radial immunodiffusion test (sRID). All calves aged within 6-week old. Morbidity and mortality to various diseases, mainly including enteric and respiratory disorders, were 18.9% (49) and 4.2% (11), respectively. FPT was 27.9% (72/258) when the cutoff point of TP was 4.5g/dl and among them the morbidity and mortality were 27.9% and 6.9%, respectively. FPT was 29.1% (75/258) when the cutoff point of Glo was 2.0g/dl and among them the morbidity and mortality were 29.0% and 6.9%, respectively. FPT was 13.1%(34/258) when the cutoff point of SSPT was 1+ and among them the morbidity and mortality were 67.6% and 23.5%, respectively. FPT was 19.7% (51/258) when the cutoff point of IgG with sRID was 1,000 mg/dl and among them the morbidity and mortality were 41.1% and 11.7%, respectively. In addition, mean concentration of IgG with sRID tested was 2,150 mg/dl at 3-day old but 1,100 mg/dl at 9-days with 1,100mg/dl. The results

*Corresponding author

Phone : +82-62-530-2853, Fax : +82-62-530-2852

E-mail : juwondr@empas.com

of the study were suggested that SSPT for FPT was the relatively reliable and convenient method for evaluating the immune status of calves ($P < 0.05$).

Key words : Failure of passive transfer(FPT), Korean-indigenous calves, Morbidity, Mortality, Sodium sulfate precipitation test(SSPT)

서 론

신생 반추류는 태반의 부착이 결합조직 용모 외배엽(syndesmochorial) 결합형태로 되어 있어서 모체의 면역 글로불린이 태아의 혈액으로 들어가지 않기 때문에 사람과 같은 영장류나 설치류와는 다르게 면역글로불린이 전혀 없다¹⁾. 그러므로 생후 몇 시간 이내에 모체의 초유를 섭취하는 것이 필수적이며 생후 몇주 동안은 수동면역에 전적으로 의존하게 된다²⁾. 그러나 여러 가지 원인에 의해서 적절한 양의 초유를 섭취하지 못하는 경우도 있는데 이를 초유 흡수부전 (failure of passive immunoglobulin transfer: FPT) 이라고 한다. 이러한 개체들은 정상에 비해서 질병에 이환될 확률과 폐사율이 각각 6.4배, 5.4배 이상 높고³⁾ 대장균이나 로타바이러스 감염에 의한 설사이환율은 물론 패혈증에 의한 폐사도 높다고 알려져 있다^{4,5)}. 또한 적절한 양의 초유를 섭취하더라도 약 10~30%의 송아지가 저 감마 글로불린혈증 또는 무 감마 글로불린혈증 상태를 나타낸다^{6,7)}.

FPT가 발생하는 요인으로서는 초유 흡수시간의 지연이나 초유 흡수능력의 상실과 같은 요인과 송아지에 제공되는 모체의 낮은 면역글로불린 함량에 의해 발생할 수 있다⁸⁻¹³⁾. 모체 초유중의 면역글로불린에 영향을 미치는 요인은 품종, 연령, 건강 상태 등의 다양한 요인에 의해 변화되며, 초산우의 모유는 경산우에 비해 초유의 질이 떨어지는 편이다¹⁴⁾. 그리고 흡수된 모체 이행항체는 IgG의 경우 100일이 소요되며 IgM, IgA는 24일과 14일에 각각 97% 이상이 소실되는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 반면에 체액성 면역반응은 항원의 집중량에 따라 다양하게 나타나며 생후 몇주 동안에는

항체가 증가하지 않는 것으로 알려져 있다¹⁶⁾. 이처럼 어린 송아지는 능동 면역 보다는 수동면역에 의해 감염성 질환에 대한 방어능을 가지고 있다. 따라서 혈청 면역 글로불린을 측정하는 FPT 진단법이 어린 송아지의 조기 질병 예방과 치료를 위해서 사용되고 있다. 그 방법으로는 혈청 단백질 측정 (TP), glutaraldehyde test, sodium sulfite precipitation test (SSPT), zinc sulfate turbidity test (ZSTT), single radial immunodiffusion test (sRID)를 이용한 면역글로불린의 측정 방법 등이 현재 FPT 진단을 위해 사용되고 있다¹⁷⁻²⁰⁾. 그러나 국내에서는 아직 FPT 발생에 대한 보고가 미약한 실정이며, 이러한 각각의 진단방법들에 대한 기준점이 마련되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 현재 이용되고 있는 혈청 총 단백질, 알부민, 글로불린 검사, 황산 아연 탁도 실험, 황산나트륨 침전법, 단순방사상 면역확산법을 이용한 IgG 검사 등의 초유 흡수량에 대한 측정법을 비교 연구하였으며, 각각의 기준점에 의한 민감도와 특이도 검사와 한우 송아지에서 FPT 국내 발생률을 조사하였다. 또한 bovine viral diarrhea virus (BVDV), para-influenza-3 virus (PI-3V), infectious bovine rhinotracheitis virus (IBRV), bovine coronavirus (BCV)에 대한 중화항체가 분석으로 어린 송아지의 질병발생과 송아지 초유 흡수량과의 상관성에 관한 연구를 병행하여 실시하였다.

재료 및 방법

실험동물

97년 9월부터 99년 9월까지 생후 6주 이내의 한우 송아지 258두에 대하여 실험을 하였

으며 분만한 송아지는 자연 포유토록 하였고 분만 후 2주 이상 어미와 함께 관리하였다.

임상학적 검사

송아지는 2개월 동안 주 2회씩 계속 임상 증상을 관찰 및 치료를 실시하였으며 폐사한 송아지들은 부검을 통하여 폐사원인을 분석하였다.

채 혈

검사대상 송아지의 경정맥에서 약 10 ml의 혈액을 채취하였고 vacutainer (Beckton DicksonTM)에 넣어 주고 상온에서 2-3시간 놓아둔 다음 4°C의 3,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 다음 검사에 이용하기 위하여 -70°C의 동결보관하며 사용하였다.

sRID 검사

sRID용 IgG 12 well Kit (VMRDTM)를 이용하여 IgG 값을 측정하였으며, 그 방법으로는 well에 혈청 3 μ l 씩 분주하여 상온에서 20-24 시간 정치 후 반응 지름을 측정하였으며 미리 표준 혈청을 이용하여 IgG 농도 400, 800, 1,600, 3,200 mg/dl의 표준 곡선을 산정한 후 가검물 혈청의 값을 대입하여 결과를 해석하였다.

TP, Alb, Glob의 측정

Vitros DT 60 II, DTSC II Chemistry System (Johnson & JohnsonTM)을 사용하여 혈청 총단백질(total protein; TP)과 알부민(albumin; Alb)을 측정하였으며 글로불린(globulin; Glob)은 총 단백질에서 알부민량을 빼 값으로 하였다.

SSPT

SSPT 실험은 Nancy와 Travis의 방법²¹⁾을 이용하여 실시하였다. 요약하면 14%, 16%, 18%의 Na₂SO₄ (anhydrous) 용액을 준비하여 각각의 시험관에 황산나트륨 1.9ml씩 분주하였다. 여기에 혈청 0.1 ml를 혼합하여 잘 흔들어 준 다음 상온에서 1시간 정치시킨 후 다시 잘 흔들어 준 다음 결과를 해석하였다. 결과 해석은 침전물이 있을 경우에는 양성으로 하여 각 농도에서의 양성 수에 따라 음성, 1+, 2+, 3+로 구분하였으며 침전물이 형성되지 않을 경우 음성으로 판정하였다.

ZSTT

황산 아연 탁도 실험은 McEwan 등의 방법²²⁾을 변형하여 실시하였으며 이를 요약하면 증류수를 이용하여 ZnSO₄ · 7H₂O가 208 mg/l 가 되게 하여 황산아연 용액을 만든 후 이산화 탄소를 제거하기 위하여 10-15 분간 끓였다. 상온에서 1시간 정치 후 시험관에 6 ml 씩 분주 하였으며 여기에 혈청 0.1 ml를 첨가한 다음 잘 혼합하여 1시간 동안 상온에서 정치시켰다. 다시한번 잘 흔들어 준 다음 분광 광도계 (spectrophotometry, DUTM, USA)를 이용하여 흡광도 490 nm로 결과를 해석하였으며, 400, 800, 1,600, 3,200 mg/dl IgG의 표준곡선을 산정하여 분광광도계의 결과를 표준곡선에 대입하여 결과를 해석하였다.

바이러스 중화항체 검사

혈청 중화시험을 위하여 먼저 10% fetal bovine serum (FBS)이 들어 있는 α -minimum essential medium (α -MEM gibcoTM, USA) 배지에 MDBK 세포를 배양한 다음 80%의 단층이 형성되었을 때 바이러스를 접종하였으며, 세포 변성효과 (cytopathic effect: CPE)가 90% 이상 일어나면 바이러스를 회수하여 -70°C에 보관하면서 혈청 중화시험에 사용하였다. 혈청 중화시험에 사용된 각 바이러스의 표준 strain은 다음과 같다. BVDV, BCDV, IBRV와 PI3-V에 대하여 BVDV NADL strain, Kagegawa strain,

PQ7 strain (국내분리주), PI-3V NADL strain 을 사용하였다. 혈청 중화시험에는 96 well microplate 법을 이용하였다. 요약하면 가검혈 청을 56°C에서 30 분간 비동화한 후 50 μ l의 희석액이 들어있는 96 well microplate에 혈청 을 동량 첨가하여 37°C에서 1 시간 감작시킨 다음 10% FBS가 들어 있는 α -MEM 배지의 MDBK 세포를 96 well microplate에 24시간에 단층을 형성할 수 있도록 하여 0.1 ml씩 넣었다. 37°C의 CO₂ 배양기에서 가검 혈청과 희석 액 및 200 TCID₅₀/ml의 바이러스와 MDBK세 포가 들어있는 96 well microplate를 4 일간 배 양한 후 CPE 여부를 관찰하였다. CPE가 전체 세포의 10%이상 일어나지 않은 희석배수의 역 수를 중화항체가로 결정하였으며, 중화 항체가 가 2 이상일 때 양성으로 판정하였다.

통계 분석

실험성적은 연령별로 평균치를 구하고 필요에 따라 유의성검정은 Student's T-검정을 실시하

였으며 측정법간의 비교는 Anova(analysis of variance: SAS)를 이용하였다.

결 과

임상증상

실험대상 258두의 한우 송아지중 51두(19.8%)에서 질병이 발생하였고 이중 폐사한 두수는 13두 (5.0%)였다. 이들의 질병발생은 설사나 식 체 등의 소화기 질환이 33두로 가장 많았으며, 다음으로 기침이나 콧물 등의 호흡기 질환이 11두, 허약한 송아지 및 기타의 순으로 나타났 다. 폐사한 송아지들은 장독혈증 등의 소화기 질환으로 폐사한 경우(9두)로 가장 많았고, 호흡기 질환(2두)을 비롯 제대염 및 난산에 의한 허약 자우의 폐사도 있었다(Table 1).

질병이 발생한 송아지들에 대한 TP, Alb, Glob, IgG 검사결과 임상증상이 발현되지 않았던 송아지들보다 TP, Glob, IgG의 혈청내 농도는 낮게 나타났으나, Alb은 더 높았다.

Table 1. Biochemical values of Korean-indigenous calves used

Clinical signs	No. occurred	Biochemical value ^a (g/dl)			
		TP	Alb	Glob	IgG
Respiratory	11(2 ^b)	4.1 ± 0.4 ^c	2.0 ± 0.3	2.0 ± 0.3	1.2 ± 0.5
Enteric	33(9)	4.1 ± 0.4	2.2 ± 0.3	1.9 ± 0.4	1.2 ± 0.4
Weakness	5(0)	4.8 ± 0.4	2.3 ± 0.3	2.4 ± 0.3	1.6 ± 0.4
Others	2(2)	3.4 ± 0.3	1.8 ± 0.2	1.7 ± 0.1	0.8 ± 0.1
Subtotal	51(13)	4.1 ± 0.4	2.2 ± 0.3	2.0 ± 1.0	1.2 ± 0.5
No	207	4.9 ± 0.5	2.2 ± 0.3	2.6 ± 0.3	1.6 ± 0.6
Total	258	4.8 ± 0.5	2.2 ± 0.3	2.5 ± 0.8	1.5 ± 0.5

^aTP, total protein; Alb, albumin; Glob, globulin. ^b No. of death. ^c Mean ± SD.

sRID를 이용한 IgG 수준

sRID를 이용한 IgG 검사에서 전체 258 두의 IgG 평균값은 1,530±410mg/dl 였으며, 일령별 평균값은 Fig 1과 같다. 초유 섭취 후 9 일령에는 2,160±460mg/dl로 가장 높았으며, 15일령에는 1,140±380 mg/dl로 낮아졌다가, 22 일령에는

2,040mg/dl까지 다시 상승하였다. Ig수준을 800, 1,000, 1,300mg/dl로 기준하면 FPT 진단은 각각 34두, 53두 및 93두였으며 이들에 대한 민감도는 1,000mg/dl에서 0.45로 가장 높았고 특이도는 1,300mg/dl에서 0.88로 가장 높았다. 또한, 폐사우에 대한 민감도는 1,000mg/dl를 기준으로 했을 경우 0.15로 가장 높았다(Table 2).

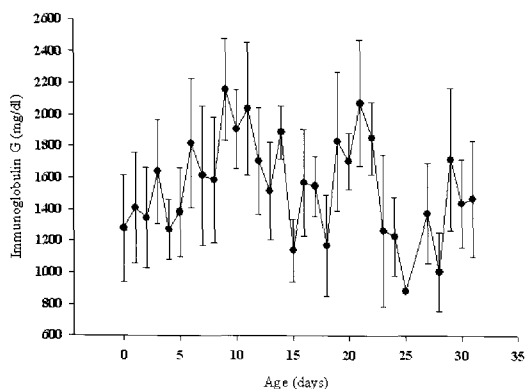


Fig 1. Mean IgG concentrations of Korean-indigenous calves by age.

*Error bar was standard deviation. The value at 31 day was the mean levels between day 31 and 42.

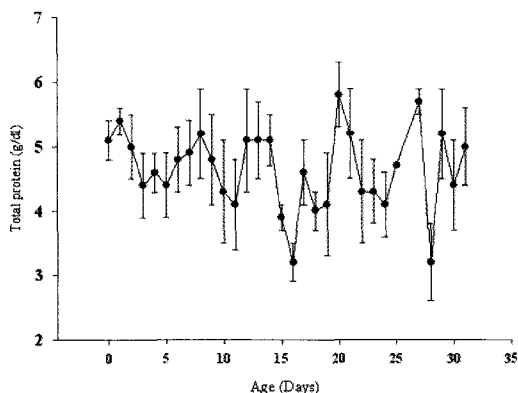


Fig 2. Mean serum total protein levels of Korean-indigenous calves by age.

*Error bar was standard deviation. The value at 31 day was the mean levels between day 31 and 42.

Table 2. Sensitivity and specificity of the cutoff point to Korean-indigenous calves with FPT by the concentration of immunoglobulin G

Cutoff point (mg/dl)	No. of FPT	No. diseased	No. died	Sensitivity	Specificity
800	34	14 (10 ^a)	5 (2)	0.41	0.83
1,000	53	24 (16)	8 (4)	0.45	0.87
1,300	93	31 (21)	9 (5)	0.33	0.88
Mean	60	23 (16)	7 (4)	0.40	0.86

^aNo of calves with enteric disorders.

TP 검사 결과

혈청 TP검사서 총 258 두의 평균 혈청 TP량은 4.76 ± 0.6 g/dl였으며, 일령별로 구분하였을 때 혈청 IgG농도(sRID)와 상관성을 보인 1일령에서 가장 높은 농도(5.4 ± 0.6 g/dl)를 보였고 15일령에는 가장 낮았으며(3.2 ± 0.5 g/dl), 19일령에

는 5.8 ± 0.5 g/dl로 상승하였다(Fig 2).

TP수준을 3.5g/dl, 4.0g/dl, 4.5g/dl이하로 각각 FPT를 구분했을 경우 FPT 발생은 61두, 77두 및 96두였고, 이들에 대한 민감도는 4.0g/dl이하에서 0.35로 가장 높았으며, 특이도는 3.5 g/dl이하에서 0.89로 가장 높았다. 또한 폐사율에 대한 민감도는 4.0g/dl이하에서 0.10으로 가장 높았다(Table 3).

Table 3. Sensitivity and specificity of the cutoff point of FPT to 258 Korean-indigenous calves by total protein

Cutoff point (g/dl)	No. of FPT	No. diseased	No. died	Sensitivity	Specificity
3.5	61	20(12 ^a)	4(2)	0.33	0.89
4.0	77	27(17)	8(5)	0.35	0.87
4.5	96	31(20)	8(5)	0.33	0.88
Mean	78	26(16)	7(4)	0.34	0.88

^a No of calves with enteric diseases.

Alb 수준

총 258 두의 평균 Alb은 $2.2 \pm 0.4 \text{g/dl}$ 였으며 일령별로 구분하였을 경우 혈청 IgG 농도 (sRID)와 상관성을 보인 1일령에서 높은 TP 농도($2.5 \pm 0.4 \text{g/dl}$)였으며, 15일령에 가장 낮았으며($1.7 \pm 0.3 \text{g/dl}$), 20 일령에 다시 상승한 ($2.5 \pm 0.3 \text{g/dl}$)후 지속적으로 2.0 g/dl 이상을 유지하였다. 연령별 평균값의 분포는 최고치와 최저치의 차가 0.8g/dl 이하로 연령별로 고른 분포를 보였다(Fig 3). 혈청 Alb수준을 각각 1.5, 2.0, 2.5g/dl으로 FPT를 구분했을 경우 FPT 해당두수는 31두, 70두 및 172두였다. 각각의 기준점에 따른 민감도와 특이도 검사에서 2.5g/dl이하를 기준으로 했을 경우 민감도(0.22)와 특이도(0.85)가 가장 높게 나타내었으며 FPT

진단율(66.7%)이 가장 높았다(Table 4).

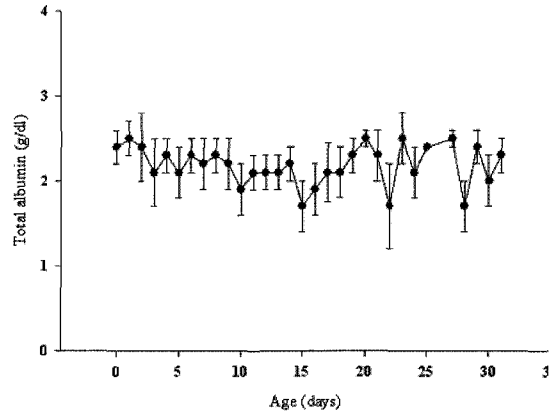


Fig 3. Mean serum albumin levels of Korean-indigenous calves by age.

*Error bar was standard deviation. The value at 31 day was the mean levels between day 31 and 42.

Table 4. Sensitivity and specificity of the cutoff point of FPT to Korean-indigenous calves by total albumin

Cutoff point (g/dl)	No. of FPT	No. diseased	No. died	Sensitivity	Specificity
1.5	31	6(3 ^a)	1	0.19	0.80
2.0	70	13(8)	2	0.19	0.80
2.5	172	38(29)	9(6)	0.22	0.85
Mean	91	19(13)	4(2)	0.20	0.82

^aNo of calves with enteric diseases.

Glob 수준

총 258두의 혈청내 평균 Glob은 $2.54 \pm 0.4 \text{g/dl}$ 이었으며 일령별로 구분할 경우 혈청 IgG 농도 (sRID)와 상관성을 보인 8일령과 12 일령에서 높은 Glob 농도($3.0 \pm 0.4 \text{g/dl}$)를 나타냈고, 16일령에는 가장 낮은 수준($1.3 \pm 0.3 \text{g/dl}$)을 보였으나, 다시 20 일($3.4 \pm 0.4 \text{g/dl}$)에는 높은 수준으로 상승하였다(Fig 4). 혈청내 Glob 수준을 각각 1.5, 2.0, 2.5g/dl로 FPT를 구분했을 경우 각각의 해당두수는 45두, 78두, 110두씩이었다. 이들에 대한 민감도는 1.5g/dl 이하를 FPT 기준점으로 했을 경우 0.38로 가장 높은 민감도를 나타냈으며, 특이도는 2.5g/dl 이하에서 0.89로 가장 높았다. 또한 폐사율에 대한

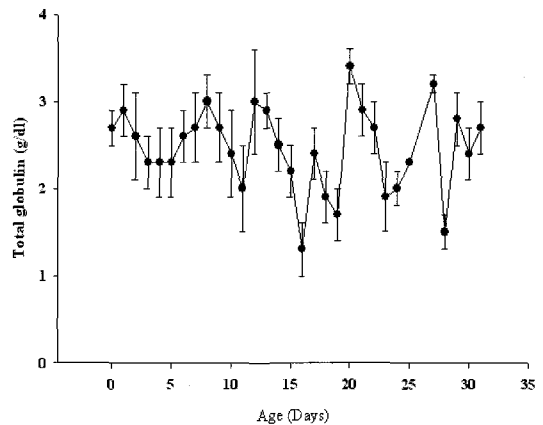


Fig 4. Mean serum globulin levels of Korean-indigenous calves by age.

*Error bar was standard deviation. The value at the day 31 was indicated the mean level between day 31 and 42.

민감도는 2.5g/dl 이하에서 0.1로 가장 높았다 (Table 5).

SSPT

황산마그네슘의 농도가 각각 14%, 16%, 18%인 용액으로 침전도 검사를 했을 경우 19%에서 모두 음성반응을 나타낸 혈청은 34두이었고, 양성반응을 보인 두수는 51두였다. 16%와 18%에서 양성반응을 나타낸 개체는 71두였으며, 세가지 모든 용액에 양성반응을 보인 개체는 186두였다. 이 중에서 1+

이하의 34두가 FPT로 분류되었는데 이중 27두가 질병이 발병되어 10두가 폐사하였다. 2+이하는 51두로 이중 36두가 발병하여 12두가 폐사하였다. 또한 3+ 이하는 37두가 이환되었으며, 12두가 폐사하였다(Table 6). 민감도와 특이도 검사에서 1+ 이하를 FPT 기준점으로 했을 경우 0.79 로 가장 높은 민감도를 나타냈으며, 특이도는 2+ 이하와 3+ 이하에서 0.93으로 가장 높았다.

이상의 결과 황산나트륨 탁도 실험이 전체 실험중에서 민감도와 폐사율에 대한 민감도가 가장 높게 나타냈다.

Table 5. Sensitivity and specificity of the cutoff point of FPT to 258 Korean-indigenous calves by total globulin

Cutoff point (g/dl)	No. of FPT	No. diseased	No. died	Sensitivity	Specificity
1.5	45	17(12 ^a)	4(3)	0.38	0.84
2.0	78	27(17)	8(5)	0.35	0.87
2.5	110	34(23)	11(7)	0.31	0.89
Mean	78	26(18)	8(5)	0.34	0.87

^aNo of calves with enteric diseases.

Table 6. Sensitivity and specificity of the cutoff point of FPT to 258 Korean-indigenous calves by sodium sulfite precipitation test

Cutoff point	No. of FPT(%)	No. diseased	No died	Sensitivity	Specificity
<1+	34(13.2)	27(20 ^a)	10(7)	0.79	0.89
<2+	51	36(25)	12(9)	0.71	0.93
<3+	71	37(25)	12(9)	0.52	0.93
Mean	52	33(23)	11(8)	0.67	0.92

^aNo. of calves with enteric diseases.

ZSTT

분광흡도계를 이용한 흡광도 490nm에서 측정을 한 결과 평균 IgG는 1,440±420mg/dl였고, 일령별 평균값으로 구분하여 본 결과 sRID 에 의한 IgG 와 상관성을 보인 9일령에서 가장 높은 IgG 농도(2,300mg/dl)를 유지하였다. 이후 18일령에는 1,150mg/dl로 비교적 낮았으며 25일령 이후로는 1,000mg/dl이하로

감소하였다(Fig 5).

ZSTT를 통한 혈청 IgG농도를 800mg/dl, 1,000mg/dl 및 1,300mg/dl이하로 하였을 때 FPT로 진단된 송아지는 각각 59두, 70두 및 111두였다. 민감도와 특이도 검사에서 민감도는 800 mg/dl이하에서 가장 높은 0.42를, 특이도는 1,300 mg/dl이하에서 가장 높은 민감도(0.88)를 나타냈다. 또한 폐사율은 800mg/dl 이하에서 0.12로 가장 높은 민감도를 보였다(Table 7).

Table 7. Sensitivity and specificity of the cutoff point of FPT to Korean-indigenous calves by zinc sulfate turbidity test

Cutoff point (mg/dl)	No. of FPT	No. diseased	No. died	Sensitivity	Specificity
800	59	25 (16 ^a)	7 (3)	0.42	0.87
1,000	70	27 (18)	8 (4)	0.39	0.87
1,300	111	34 (23)	9 (5)	0.31	0.88
Mean	80	29 (19)	8 (4)	0.37	0.87

^aNo of calves with enteric diseases.

Table 8. Sensitivity, specificity and relative risk to each test for determining FPT to Korean-indigenous calves

Test ^a	IgG	TP	Alb	Glob	SSPT	ZSTT
Sensitivity	0.45	0.35	0.19	0.35	0.79	0.39
Specificity	0.87	0.87	0.80	0.87	0.89	0.87
Relative risk	3.45	2.65	0.09	2.63	7.38	3.07

^aThe cutoff point was based on the following; IgG (sRID) was less than 1,000 mg/dl, total protein less than 4.0 g/dl, albumin less than 2.0 g/dl, globulin less than 2.0 g/dl, sodium sulfite precipitation test less than 1+, and zinc sulfate turbidity test less than 1,000 mg/dl.

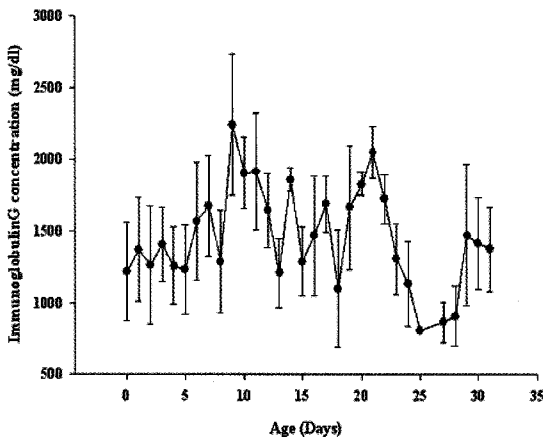


Fig 5. Immunoglobulin G concentration of Korean-indigenous calves with zinc sulfate turbidity test

^aError bar was standard deviation. The value at the day 31 was indicated the mean level between the day 31-42.

검사법별 민감도와 특이도

민감도와 특이도 검사결과 SSPT의 민감도와 특이도가 각각 0.79와 0.89로 가장 높은

반면에, 다른 검사법들은 대체적으로 낮았으며, 특이도는 전체적으로 0.80이상을 나타냈다. 각각의 민감도와 특이도를 살펴보면 혈청 TP은 0.35과 0.87이었고, Alb은 0.19과 0.80이었으며 Glob은 각각 0.35과 0.87이었다. sRID를 이용한 IgG 검사에서 1,000mg/dl를 cutoff point로 했을 경우 민감도가 0.41, 특이도가 0.87이었다. ZSTT의 경우는 민감도와 특이도가 각각 0.39와 0.87이었다(Fig 6). 또한 이들에

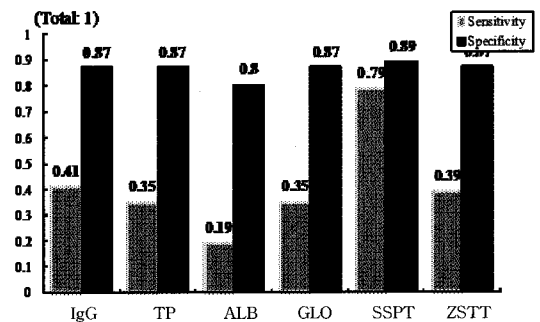


Fig 6. Sensitivity and specificity of Korean-indigenous calves with failure of passive transfer by each test

대한 비교 위험도 검사에서 SSPT는 1+ 이하인 한우 송아지들은 그 이상의 송아지들보다 7.38배 이상 질병에 이환될 확률이 높았다. IgG는 1,000mg/dl이하일 경우 그 이상인 개체보다 질병에 이환될 확률이 3.45배가 높았다. 또한 Alb을 이용한 검사에서는 2.0g/dl이하인 개체가 질병에 이환될 확률이 더 높게 나타났다(Table 8).

바이러스 중화항체보유 상황

총 258두의 송아지 혈청에 대하여 BVDV, BCV, IBRV, PI-3V 등에 대하여 중화항체 검사를 한 결과 Table 9와 같이 항체 양성률은 BCV와 BVD가 96.1%와 73.6%로 높게 나왔으

며 PI-3V와 IBRV는 각각 37.9%, 43.8% 로 비교적 낮게 나타났다. 4종 바이러스에 대한 항체가 분포는 조사 범위 8 log₂에서 모두 양성이고, 항체별 빈도수는 음성(< 2)와 8 log₂에서 항체가가 높은 빈도를 나타냈다. 또한, 암수 성별 분포 조사에서 성별 차이는 나타나지 않았다(P>0.05)(Table 10).

각각의 바이러스 항체가에 대한 연령별 평균값은 송아지 조유 흡수 능력과 상관성이 있다고 여겨지는 6 일령에서 4가지 항체 모두 가장 높았고, 14 일령 이후의 실험기간동안에는 일정한 분포를 나타냈다(Fig 7). 각각의 바이러스에 대한 연령별 항체가는 BCV, BVDV, IBRV, PI-3V 순으로 높게 나타났다. 이중에서 질병에 이환된 개체의 평균은 BVDV, BCV,

Table 9. Prevalence of the antibodies to main viruses in Korean-indigenous calves by sex

Virus ^a	Antibody titer ^b								
	<2	2	4	8	16	32	64	128	≥256
BVDV	73 ^c	3	1	3	5	12	16	28	117
BCV	10	1	4	2	4	4	9	26	298
PI-3V	164	14	16	8	12	5	9	9	20
IBRV	151	20	22	12	8	11	9	8	17

^aNo. of positive / No. of sera tested.

All positives were more than 1 : 2 or higher of neutralization test to each virus.

Table 10. Distribution of antibody titer to some viruses in Korean-indigenous calves

Sex	No. of calves with antibody to			
	BVDV	BCV	PI-3V	IBRV
Female	91/123 ^a	116/123	43/123	51/123
Male	99/135	132/135	55/135	62/135
Total	190/258	248/258	98/258	113/258

^aBVDV, bovine viral diarrhea virus; BCV, bovine coronavirus; PI-3V, parainfluenza-3 virus; IBRV, infectious bovine rhinotracheitis virus. ^bReciprocal of final serum dilution inhibiting viral cytopathic effects. ^cNo of calf.

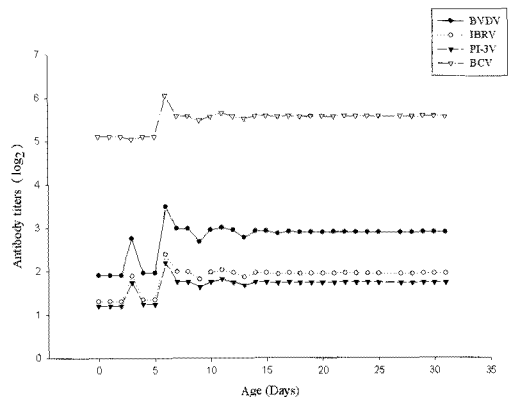


Fig 7. Mean antibody titers to main viruses in Korean-indigenous calves by age

PI-3V, IBRV 순으로 항체가는 각각 4.2, 6.4, 1.2, 1.3 log₂ 였으며, 각각의 항체수준은 전체 평균값보다 낮았고 질병별 항체가 분포는 Table 11과 같다.

항체의 유무에 따른 FPT와의 상관성에서 BVDV가 항체 음성일 경우 황산 아연 탁도 실험을 통한 IgG, 1,000mg/dl 이하를 기준으로 FPT를 측정했을 경우 다른 실험에 비해 가장 높은 FPT 발생률을 나타냈다(Table 12).

BVDV 항체 음성 송아지의 평균 IgG는 1,520mg/dl(ZSTT)였다. 그리고 BVDV 항체가 음성일 경우는 PI-3V와 IBRV 항체가 음성을 나타냈으며, BCV 항체가는 평균 6.5 log₂ 이었다. BVDV 항체가 음성일 경우 항체 양성과 비교하여 FPT 발생률이 전체적으로 낮았으나, IgG(sRID)검사와 비교했을 경우는 FPT 발생률과 폐사율은 높게 나타났다.

Table 11. Mean neutralizing antibody titers to main viruses in Korean-indigenous calves with clinical signs

Clinical signs	Antibody titers to			
	BVDV ^a	BCV	PI-3V	IBRV
Respiratory	4.5 ^b	6.6	1.4	1.4
Enteric	4.5	6.4	1.0	1.2
Weakness	2.0	7.2	0	0
Others	4.0	4.0	4.0	5.0
Subtotal	4.2	6.4	1.2	1.3
No	5.4	7.4	1.7	1.8
Total	5.12	7.15	1.6	1.7

^aBVDV, bovine viral diarrhea virus; BCV, bovine coronavirus; PI-3V, parainfluenza-3 virus; IBRV, infectious bovine rhinotracheitis virus. ^bAntibody titer(log₂)

Table 12. Relationships among antibodies to viruses, different test to FPT, and morbidity and mortality of diseases in 258 Korean-native calves

Antibody	Virus	No of calves	% of calves with FPT ^a by					SSPT	Morbi- dity(%)	Mor- tality(%)
			TP	Alb	Glob	sRID	ZSTT			
Sero-ne gatives to	BVDV	73	17.8 (5.0 ^b)	11.0 (2.4)	23.3 (2.5)	30.1 (1,380)	42.5 (1,520)	17.8	24.7	9.6
	BCV	10	30.0 (4.5)	20.0 (2.0)	20.0 (2.5)	30.0 (1,640)	30.0 (1,569)	10.0	20.0	0
	PI-3V	165	20.6 (4.9)	18.8 (2.3)	25.5 (2.6)	20.6 (1,460)	30.9 (1,370)	15.2	21.8	6.7
	IBRV	151	17.9 (4.9)	15.9 (2.3)	23.8 (2.6)	22.5 (1,450)	32.5 (1,340)	13.9	21.2	6.6
Sero- positives to	BVDV	185	34.6 (4.7)	33.5 (2.1)	33.0 (2.5)	16.8 (1,590)	21.1 (1,520)	11.4	17.8	3.2
	BCV	248	30.0 (5.4)	27.4 (2.4)	30.6 (3.0)	19.4 (1,670)	27.1 (1,460)	13.3	19.8	5.2
	PI-3V	93	46.2 (4.9)	62.0 (2.3)	38.7 (2.6)	20.4 (1,640)	20.4 (1,570)	9.7	16.1	2.2
	IBRV	107	46.7 (4.4)	43.0 (2.0)	39.3 (2.4)	17.8 (1,640)	19.6 (1,590)	12.1	17.8	2.8

^aThe cutoff point to failure of passive transfer was <4.0 g/dl of TP, <2.0 g/dl of albumin, <2.0g/dl of globulin, <1,000 mg/dl of IgG, <1,000 mg/dl of ZSTT, and <1+ of SSPT. ^bMean serum concentration by each cutoff point.

BVDV 항체 음성에 따른 질병 발생과 폐사 요인으로는 설사가 18두 중 10두로 가장 많았으며 폐사 또한 7두 중 4두로 가장 높았다. BCV 항체 음성은 10두였고 이들에 대한 FPT 검사 결과 IgG 검사에 의한 FPT 발생률은 30.0% 으며 이중에서 가장 높은 FPT 진단율은 혈청단백질 검사에서 30.0%를 나타냈다. 항체가 음성에 비해 양성일 경우에 폐사율이 보다 높았고, 이환율은 2두 였으나 폐사는 발생하지 않았다. 또한 BCV 음성일 경우 PI-3V의 항체가 음성이었다. PI-3V 항체 음성은 165두이었으며, 본 실험동안 음성률이 가장 높았다. 165 두에 대한 FPT 검사결과 IgG(sRID)검사에 의한 FPT 발생률은 20.6%였으며 이중에서 가장 높은 FPT 진단율은 황산 아연 탁도실험(ZSTT)에 의한 결과로 30.9%를 나타냈다. 항체 양성과 비교해 FPT 진단률이 낮았으며 이환율과 폐사율이 높게 나왔다. 질병 발생은 설사나 식체와 같은 소화기 질환이 36두 중에서 24두로 가장 많았으며 호흡기질병은 6두였다. 또한, 폐사한 11두 중 소화기질환으로 인한 폐사는 8두였으며 호흡기질병으로 인한 폐사는 2두였다. IBRV 항체음성은 151두였으며 이들에 대한 FPT 검사결과 IgG (sRID)검사에 의한 FPT는 22.5%였으며 황산 아연 탁도실험에 의한 FPT 발생률이 32.5%로 가장 높게 나왔다. 또한 질병 이환율과 폐사율은 각각 21.2%와 6.6%였으며, 이는 항체 양성 송아지들보다 높은 결과였다(Table 12). 질병발생은 설사나 식체와 같은 소화기 질환이 가장 발생(20두)이 많았으며 다음은 호흡기 질병(7두)이었다. 또한, 폐사한 10두중 소화기질환으로 인한 폐사(7두)가 가장 높았고 호흡기 질병으로 인한 폐사(2두)는 낮았다.

고 찰

본 연구에서는 어린 송아지의 질병발생에 직접적으로 영향을 미치는 초유 흡수상태의 측정법과 한우 송아지에서 초유흡수부전(FPT) 발생률을 조사하였다. 그리고 각각의 진단법에

대한 기준점 설정으로 야외에서 사용하기에 간편하고 신뢰성있는 초유흡수측정법에 대한 연구를 실시하였다. 실험 기간 동안의 송아지 질병 이환율과 폐사율은 각각 19.7% 와 5.0%이었으며 질병발생과 폐사요인은 설사나 식체와 같은 소화기질환의 발생이 가장 많았다. 이는 5.0%에 달하는 송아지가 이유 이전에 폐사하였다는 Salman 등²³⁾의 소 폐사율 조사결과와도 유사한 발생양상이었다.

혈청내의 Glob과 IgG 농도는 각각, 2.0 ± 0.4 g/dl와 IgG $1,220 \pm 340$ mg/dl이었고 소화기질병에 이환된 송아지의 경우는 각각 1.9 ± 0.4 g/dl, $1,170 \pm 430$ mg/dl로 전체 질병에 이환된 51두의 송아지의 평균값에 비하여 낮게 나타났다. 이 결과는 생존한 송아지의 평균 IgG 농도와 패혈증으로 폐사한 송아지의 평균 IgG 농도가 각각 2940 ± 790 mg/dl, 1720 ± 760 mg/dl로 김과 한⁹⁾의 결과보다 낮았는데, 이는 최근 집단 다두 사육으로 인한 국내 한우의 영양상태의 변화와 관련이 있다고 생각한다. 초유의 질을 평가하는 방법 중에서 가장 우선시 되는 것이 초유중의 IgG 농도인데, 초유중의 IgG 농도 변화는 패혈증을 비롯한 각종 질병 발생에 직접적 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다^{24,25)}. 예컨대 PI-3V의 경우 생후 2주 이후에 혈청 중화항체가 나타나며 *Salmonella dublin*은 24일, BVDV는 28~100일에 항체가 생산되는 것으로 보고된 바 있다^{16,26)}. 본 연구에서는 생후 6주 동안 혈청내 IgG 농도는 평균 $1,530$ mg/dl이었으며, 연령별 평균값을 토대로 IgG의 변이를 추정한 결과 생후 9일령에서 가장 높은 반면에, 15일령에는 가장 낮았다. 이 결과는 김 등⁴⁾의 시간별 일령별 면역글로불린의 측정 결과와는 다소 상이하였으며, 이는 계절에 따른 IgG 농도의 변화, 초유의 양과 질, 측정시기와 방법 등 다양한 요인간의 차이와 관련이 있다고 추정된다.

IgG에 대한 FPT의 cutoff point를 Virtala²⁷⁾의 기준에 따라 800mg/dl, 1,000 mg/dl, 1,300 mg/dl 등으로 하면 FPT 발생율은 각각 13.2%, 20.5%, 36.0% 등 이었다. 이중에서 민

감도는 1,000 mg/dl, 특이도는 1,300 mg/dl를 각각 기준으로 했을 때 가장 높았으나 1,000 mg/dl에서도 거의 유사한 결과를 나타냈다. 따라서 한우 송아지에서 IgG 농도를 통한 FPT 구별은 1,000 mg/dl이하로 하는 것이 타당하다고 본다. TP는 송아지 폐사율에 중요한 위험인자이며, 혈청 TP와 송아지 폐사율에 관한 Donovan 등²⁸⁾의 보고에 의하면 혈청 TP이 4.0~5.0g/dl 에서 5.0~6.0 g/dl로 높아질 경우 폐사율이 급격히 감소하며 6.0 g/dl 이상이 될 경우 폐사율은 거의 발생하지 않는다고 하였다. 본 연구 결과 TP 평균농도는 4.67 g/dl로 홀스타인의 혈청 TP농도(6.57~7.07 g/dl)나¹⁴⁾ 김 등⁶⁾의 한우송아지의 TP(6.8±0.9 g/dl)수준보다도 모두 낮았다. 이와같은 결과들의 차이는 품종, 계절, 검사우군의 영양상태, 검사시기의 사회경제적 영향 등과의 관련이 있을 것으로 여겨진다. 한우 송아지의 혈청내 평균 Alb수준은 2.2g/dl이었고, 생후 6주 동안에는 비교적 일정한 양상을 유지하였다. 따라서 Alb 측정을 이용한 FPT 진단기준을 1.5g/dl, 2.0g/dl 및 2.5g/dl로 구분하면 각각 12.0%, 27.1%, 66.7%였으며, 특이도는 0.82인 반면 민감도가 평균 0.20으로 다른 진단법과 비교해 아주 낮게 나타났다. 결국 Alb을 이용한 FPT 진단은 비교적 신뢰도가 낮다고 생각되었지만 합리적인 기준점은 2.0g/dl로 제시할 수 있었다. 생후 6주 이내의 한우 송아지의 평균 Glob은 2.54g/dl였으며, 분만 후 1일령에 증가한 후 6일까지 감소하다가 7일 이후에는 다시 상승하여 20일령에 가장 높았다(3.4g/dl). 홀스타인의 경우 평균 Glob 농도는 분만 후 2~3일령에 2.55g/dl이었고²⁹⁾, 치너우의 경우는 2.57g/dl로 본 연구와 모두 유사한 결과를 보였다. FPT 구분을 위한 Glo 농도를 1.5g/dl 2.0g/dl 및 2.5g/dl로 세분화하여 면 17.4%, 30.2%, 42.6%로 구분되었다. 이 중 1.5g/dl에서는 가장 높은 민감도(0.38)를, 특이도는 2.0g/dl에서 가장 높았다(0.89). 이를 바탕으로 혈청내 Glob을 이용한 한우 송아지의 FPT측정은 2.0g/dl를 기준점

으로 하는 것이 비교적 합리적인 결과를 얻을 것으로 생각된다.

SSPT를 이용한 FPT측정은 야외에서 편리하게 사용할 수 있는 방법²¹⁾으로 널리 알려져 있으며, 1+ 이하를 FPT로 측정했을 경우 민감도와 특이도가 각각 0.79와 0.89로 본 연구에서 사용한 검사법 중 가장 신뢰성 있는 방법으로 확인되었다. 더불어 SSPT에 의한 폐사 예측성도 역시 29.4%로 가장 높은 신뢰성을 나타내었는데 이 예측 결과는 sRID를 이용한 IgG의 검사보다 더 높아 매우 흥미로웠다. 본 연구에서 사용한 검사두수 총 258 두중에서 암모니움 설과이트 농도별 침전검사 결과(+1이하기준) 혈청내 Ig이 5mg/ml이하로 판정된 두수는 51두이었고, 보다 정밀한 측정법인 sRID로써 FPT인 송아지(1,000mg/dl이하)를 구분한 결과는 53두로서 매우 유사하여 SSPT의 민감도와 특이성에 대한 신뢰도가 매우 높음을 알 수 있었다. 이외에 ZSTT 실험의 결과 분만 후 한우 송아지에서 IgG가 생후 9일째 가장 높았으며, 21일령 이후부터 감소하여 25 일에는 가장 낮았다. 이러한 경향은 sRID를 이용한 IgG 측정값과 유사하였다($P > 0.01$). FPT 구분을 위한 검사에서 800 mg/dl에서 가장 높은 민감도(0.42)를 보였고, 1,300mg/dl에서는 특이도(0.88)가 가장 높았지만, 한우 송아지의 경우 1,000mg/dl가 가장 합리적인 판단기준으로 생각되었다. 그러나 이 방법은 실험의 복잡성과 재현성의 미흡이 개선할 점으로 남아 있다.

본 연구에서 바이러스 중화항체는 BCV의 양성율(96.1%)이 가장 높았고, 분만 후 6일째 중화항체가 최고치에 이르렀다. 그 다음엔 BVDV가 73.6%, PI-3V와 IBRV는 평균 40.9%의 항체보유율을 보여 이들 병원체들이 우군내 확산되어 있음을 확인할 수 있었다. BVDV, BCV, PI-3V, IBRV에 대한 항체가 음성인 송아지는 질병 이환율이 항체양성 송아지에 비해 1.1-1.5배로 높았고 IgG도 양성인 송아지보다 낮았다. 각 바이러스에 대한 항체 음성 송아지와 FPT 진단법들과의 적중

를 비교해 본 결과 ZSTT가 가장 높은 FPT 적중률을 나타냈으며, SSPT의 적중률은 비교적 낮았다. 그리고 바이러스성 중화항체가 음성인 송아지와 FPT 진단법별 FPT 진단율과의 상관성은 IgG검사가 유의할만하게 높았으나 TP, Alb, Glob 등의 진단법은 유용하지 못한 것으로 평가되었다. 이외에 연구에 이용된 한우 송아지의 중화항체 양성율은 BCV, BVDV, IBRV 및 PI-3V가 각각 96.1%, 73.6%, 43.8% 및 37.9%의 순이었는데, 이 등³⁰⁾이 광주와 전남 한우에서의 바이러스 중화항체 보유율 결과에 비해 전반적으로 더 높았다. 이는 집단 다두 사육형태에 따른 사육환경과 백신접종 등에 의한 변화로 추정된다. 따라서 이들 질병에 대한 바이러스성 중화항체의 모니터링은 질병 발생 추이를 파악하는 지표가 되리라고 판단된다.

결 론

어린 송아지의 질병발생에 직접적으로 영향을 미치는 초유 흡수상태의 측정법을 국내 야외조건에 맞게 확립하고자 한우 송아지에서 초유흡수부전 발생상황을 조사하였으며, 각 진단법에 대한 기준점의 설정을 위해 본 연구를 실시하였다. 258두의 한우 송아지 중 51두(19.8%)에서 각종 질병이 발생하였으며 13두(5.0%)의 폐사가 나타났으며, 원인은 소화기 질환이 가장 많았다. 본 연구에 이용된 한우 송아지들의 중화 항체검사 결과 BCV에 대한 양성 송아지가 96.1%로 가장 높았고, BVDV(73.6%), IBRV(73.6%) 및 PI-3V(43.8%)의 순이었다. 이들 4종의 바이러스에 대한 중화 항체 음성 송아지와 FPT 측정법간의 상관성은 ZSTT가 가장 높았다($P < 0.01$). 또한 이들 바이러스에 대한 항체 음성인 송아지와 FPT 측정법간의 상관성은 IgG검사가 높았으나 TP, Alb, Glob 등의 측정법은 낮았다.

sRID를 이용한 IgG($< 1,000\text{mg/dl}$) 검사 결과 FPT 송아지는 20.5%(53두)였으며, 이들의 질병 이환율과 폐사율은 각각 45.3%와 15.1%

였다. 혈청 TP($< 4.0\text{g/dl}$)를 이용한 FPT 송아지는 29.8%(77두)였으며, Glob($< 2.0\text{g/dl}$)에 의한 FPT 송아지 구분율은 30.2%(78두)였다. 또한 SSPT($< 1+$)에 의한 FPT 송아지 분리율은 13.1%(34두)였고 ZSTT($< 1,000\text{mg/dl}$)에 의한 경우는 27.1%(70두)이었다. 생후 6주령이내 한우 송아지에 대한 FPT의 진단기준은 혈청내 Alb과 Glob은 2.0g/dl 이하, TP은 4.0g/dl 이하, sRID에 의한 IgG는 $1,000\text{mg/dl}$ 이하, SSPT는 +1이하, 그리고 ZSTT는 $1,000\text{mg/dl}$ 이하로 평가되었다. Alb을 제외한 각 FPT 진단방법별로 한우 송아지 질병발생에 대한 위험도를 조사한 결과는 정상 우군보다 FPT에 속한 우군이 2.63~7.38배까지 높았다.

한우 송아지에 대한 FPT 진단법으로는 SSPT가 민감도와 특이도에서 0.79와 0.89로 가장 높기 때문에 야외에서 신속한 진단과 응용을 하기에는 가장 적절하고도 신뢰할만한 진단법이었다($P < 0.01$).

참고문헌

- Osburn BI, MacLachlan NJ, Terrell TJ. 1982. Ontogeny of immune system. *JAVMA* 181: 1049-1061.
- John A. 1997. Managing colostrum in the newborn calf. *Vet Clin North Am Large Anim Pract.* 18: 29-33.
- Whittum TE, Perino LJ. 1995. Passive immune status at postpartum hour 24 and longterm health and performance of calves. *Am J Vet Res* 56: 1149-1153.
- 김 두, 한홍률. 1989. 한우 송아지의 초유 섭취에 의한 수동 면역 획득 상태. *대한수의학회지* 29: 155-162.
- Saif LJ, Smith KL. 1985. Enteric viral infections of calves and passive immunity. *J Dairy Sci* 68: 206-208.
- 김 두, 한홍률. 1989. 초유를 섭취한 한우 송아지의 출생후 12주 동안의 혈청 면역 글로불린과 각종 바이러스 항체의 변화.

- 대한수의학회지 29 : 153-170.
7. Logan EF, Gibson T. 1975. Serum immunoglobulin levels in suckled beef calves. *Vet Rec* 97 : 229-230.
 8. Rajala P, Castren H. 1995. Serum immunoglobulin concentrations and health of dairy calves in two management systems from birth to 12 weeks of age. *J Dairy Sci* 78 : 2737-2744.
 9. 김 두, 한홍률. 1989. 한우 송아지의 초유 섭취에 의한 수동 면역이 포유기간 중의 질병 발생에 미치는 영향. *대한수의학회지* 29 : 171-178.
 10. Stott GH, Fella A. 1983. Colostral immunoglobulin absorption linearly related to connection for calves. *J Dairy Sci* 66 : 1319-1328.
 11. Naylor JM, Kronfeld DS. 1977. Refractometry as a measure of the immunoglobulin status of the newborn dairy calf: comparison with the zinc sulfate turbidity test and single radial immunodiffusion. *Am J Vet Res* 38 : 1331-1334.
 12. McGuire TC, Pfeiffer NE, Weikel JM. 1976. Failure of colostral immunoglobulin transfer in calves dying from infectious disease. *JAVMA* 169 : 713-718.
 13. Selmen IE, Fuente GH, Fisher EW, et al. 1971. The serum immunoglobulin concentrations of newborn dairy heifer calves: a farm survey. *Vet Rec* 88 : 460-464.
 14. Julie Pare, Mark C, Thurmond IA, et al. 1993. Effect of birthweight, total protein, serum IgG and packed cell volume on risk of neonatal diarrhea in calves on two California dairies. *Can J Vet Res* 57 : 241-246.
 15. Banks KL. 1982. Host defense in the newborn animal. *JAVMA* 181 : 1053-1062.
 16. Hudson WG, Payne E. 1976. Plasma corticoid levels in healthy and diarrhoeic calves from birth to 20 days of age. *Br Vet J* 132 : 551-554.
 17. Tyler JW, Hancock DD, Parish SM, et al. 1996. Evaluation of 3 assays for failure of passive transfer in calves. *J Vet Int Med* 10 : 304-307.
 18. Rea DE, Tyler JW, Hancock DD, et al. 1996. Prediction of calf mortality by use of tests for passive transfer of colostral immunoglobulin. *JAVMA* 208 : 2047-2049.
 19. Hopkins FM, Dean DF, Greene W. 1984. Failure of passive transfer in calves: comparison of field diagnosis methods. *Mod Vet Pract* 65 : 625-628.
 20. Naylor JM, Kronfeld DS, Bech-Nielsen S, et al. 1997. Plasma total protein measurement for prediction of disease and mortality in calves. *JAVMA* 171 : 635-638.
 21. Nancy EP, Travis CM. 1977. A sodium sulfite-precipitation for assessment of colostral immunoglobulin transfer to calves. *JAVMA* 170 : 809-811.
 22. McEwan AD, Fisher EW, Selman IE, et al. 1970. A turbidity test for estimation of immunoglobulin levels in neonatal calf serum. *Clin Chim Acta* 27 : 155-163.
 23. Salman MD, King ME, Odde KG. 1991. Annual disease incidence in Colorado cow-calf herds participating in rounds 2 and 3 of the national animal health monitoring system from 1986 to 1988. *JAVMA* 198 : 1739-1744.
 24. Tizard IR. 1996. Immunity in the fetus and newborn. *Veterinary immunology* 5th ed, pp : 237-250.
 25. Besser TE, Gay CC, Pitchett L. 1991. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *JAVMA* 198 : 419-422.
 26. Eberhart RJ, Patt JA. 1971. Plasma

- cortisol concentration in newborn calves. *Am J Vet Res* 32:1921-1923.
27. Virtala AMK. 1997. The effect of maternally-derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life. *Prev Vet Med* 39:25-37.
28. Donovan GA, Dohoo IR, Montgomery DM, et al. 1998. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Prev Vet Med* 34:31-46.
29. DeNise SK, Robison JD, Stott GH, et al. 1989. Armstrong DV. Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J Dairy Sci* 72:552-554.
30. 이채용, 이정길, 남선문. 1995. 광주·전남 지역내 소의 바이러스성 질병에 관한 혈청학적 연구. *대한수의학회지* 35: 615-624.