

2003년 국내 원종계 및 종계의 추백리-가금티푸스 감염실태

김애란 · 김재홍* · 이영주¹ · 조영미 · 권준현 · 권용국 · 이윤정 · 최준구 · 조성준
김민철 · 이은경 · 김창섭² · 양홍구² ·곽상익² · 성환우³ · 모인필⁴

농림부 국립수의과학검역원, ¹경북대학교 수의과대학, ²농림부 가축방역과
³강원대학교 수의과대학, ⁴충북대학교 수의과대학

(계재승인: 2006년 11월 8일)

The prevalence of pullorum disease-fowl typhoid in grand parent stock and parent stock in Korea, 2003

Ae Ran Kim, Jae Hong Kim*, Young Ju Lee¹, Young Mi Cho, Jun Hun Kwon,
Yong Kuk Kwon, Youn Jeong Lee, Jun Gu Choi, Sung Jun Joh, Min Chul Kim,
Eun Kyoung Lee, Chang Seub Kim², Hung Gu Yang²,
Sang Ick Kwag², Haan Woo Sung³, In Pil Mo⁴

National Veterinary Research and Quarantine Service, MAF, Anyang 430-824, Korea

¹College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Animal Health Division, MAF, Gwacheon 427-719, Korea

³College of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

⁴College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

(Accepted: November 8, 2006)

Abstract : Serum samples of 30 chickens per flock from 6 grand parent stock (GPS) farms and 70 parent stock (PS) farms were collected for seroprevalent study of pullorum disease-fowl typhoid (PD-FT) infection by serum plate agglutination test (SPA). The incidence of PD-FT infection in GPS flocks and PS flocks were 0% and 15.7%, respectively. Especially PS flocks infected with PD-FT showed age dependent patterns that 22.2% of flocks between 20 to 30 weeks of age and 38.9% of flocks between 30 to 40 weeks of age were positive. The incidence of GPS flocks and PS flocks using *Salmonella (S.) gallinarum* 9R (SG9R) live vaccine were 33.3% and 58.6%, respectively. The sero-positive rate of 11 flocks were 6.7-83.3% by SPA and 2.9-55.6% by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA), and ELISA showed more lower antibody levels than SPA. Furthermore, specific antibodies produced by SG9R vaccination were detectable by SPA using SG9R antigen without cross-reaction with the PD-FT infection.

Key words : prevalence, pullorum disease-fowl typhoid (PD-FT), SG9R

서 론

동일한 항원구조를 가지는 것으로 알려진 *Salmonella (S.) pullorum*과 *S. gallinarum*은 닭에서 추백리(Pullorum disease)와 가금 티푸스(Fowl Typhoid)를 일으키며 국내 양계 산업에 다양한 임상증상 및 폐사율을 동반함으로써

많은 경제적 피해를 주어 왔다 [5-8]. 특히 현재까지도 양계 산업에 문제시 되고 있는 가금티푸스는 어린 병아리에 서부터 노계에 이르기까지 전 연령에 걸쳐 높은 폐사율과 함께 간, 비장, 신장의 종대 및 충·충혈 병변과 만성형의 경우 녹갈색 또는 청동색의 미만성 피사반점이 산재한 간과 비장의 종대를 특징으로 하고 있다 [18, 21].

*Corresponding author: Jae Hong Kim

National Veterinary Research and Quarantine Service, MAF, Anyang 430-824, Korea
[Tel: +82-31-467-1903, Fax: +82-31-467-1730, E-mail: kimhong@nvrqs.go.kr]

국내에서의 가금티푸스 발생은 지난 1980년대 말까지는 명확히 밝혀진 바가 없었으며 다만 1968년에 최 등 [14]이 당시 국내에서 분리한 추백리의 항원형에 관한 연구보고에서 추백리 양성계로부터 가금티푸스의 원인 균인 *S. gallinarum* 4주를 분리하였다고 밝혔으나 이들 분리균의 동정시험 및 발생에 관한 조사는 명확히 이루어지지 못하였다. 이후 1992년에 가금티푸스의 국내 발생이 김 등 [5]에 의해 공식적으로 확인되었으며 이후 양계농장의 차단방역과 위생관리의 부실을 틈타 본 질병은 전국적으로 급속히 확산되었다.

그 간 이 질병의 국내 방제를 위하여 사균백신의 개발 [12] 및 보급과 아울러 근년에는 외국으로부터 사균 및 생균백신이 수입, 시판되고 있으며 [23] 또한 감수성 있는 각종 항균제의 선발 및 고단위 투약 등 [3, 4, 11] 여러 가지 예방 및 치료방안이 강구되어 왔다. 그러나 *S. gallinarum*을 비롯한 살모넬라균의 감염특성인 숙주 내 침입시 보균계의 형성과 낮은 면역원성 [26], 숙주세포 특히 비장과 간장내에서 생존 및 증식성 [16], 국내 분리주의 고병원성 [13] 및 난계대 전염방식 [22, 26] 등에 기인하여 현재까지도 효과적인 방제가 이루어지지 못하고 있다.

미국, 영국 등 몇몇 양계 선진국들에서는 수십년 전부터 국가적 차원에서 추백리를 위주로 하는 박멸프로그램(미국의 국가산업발전계획: National Poultry Improvement Plan 및 영국의 가금건강계획: Poultry Health Scheme)을 설립하여 장기간에 걸쳐 살모넬라 감염 양성 개체나 계군의 살처분 정책을 수행한 결과 현재와 같은 청정화 수준에 이르고 있다 [22, 27]. 국내에서도 1970년대 이후 ‘추백리방역실시요령’에 따라 120일 이상의 종계 및 원종계 전수수에 대하여 전혈평판응집반응을 실시하여 양성계를 살처분 하고 있으나 [15] 현재까지도 효과적으로 근절되지는 못하고 있다. 이는 검사대상 종계의 정기적인 검색 불이행, 살처분대상 감염계의 억제

처치 및 농장단계의 biosecurity 부실 등으로 본 질병의 근절이 더욱더 어려운 것으로 판단된다.

본 연구는 국내의 실용육계병아리에서 가금티푸스의 난계대전염으로 인한 경제적 피해가 해마다 줄어들지 않고 있음에 따라 [23], 2003년 국내 원종계 및 종계를 대상으로 혈청검사상 동일하게 진단되는 추백리-가금티푸스의 감염상태를 알아보기 위하여 농림부의 협조로 일제 조사를 실시하여 이루어졌으며, 또한 허가되지 않은 종계에서의 생균백신 접종 실태와 진단법 개선에 대한 기초자료 확보를 위하여 혈청검사법 비교조사도 추가로 실시하였다.

재료 및 방법

조사 대상 농장

대한양계협회에서 보유하고 있는 2003년 전국의 원종계 및 종계농장 등록현황 자료를 기초로 사육지역, 계군주령 및 농장규모를 고려하여 6개 원종계 농장 및 70개 종계농장을 무작위로 선발하였다(Table 1 및 Table 2). 선발된 농장에 대하여 2003년 10월부터 11월까지 검사대상 계군별 30수의 닭에 대하여 임의 검사를 실시하였다.

Table 1. Regional distribution of farms tested

Provinces	No. of farms tested (%)		
	GPS*	PS**	Total
Gangwondo	-	1 (1.4)	1 (1.3)
Gyeonggi-do	-	20 (28.6)	20 (26.3)
Chungchongdo	5 (83.3)	24 (34.3)	29 (38.2)
Jeonlado	1 (16.7)	17 (24.3)	18 (23.7)
Gyeongsangdo	-	7 (10.0)	7 (9.2)
Jejudo	-	1 (1.4)	1 (1.3)
Total	6 (100)	70 (100)	76 (100)

*GPS; Grand parents stock.

**PS; Parents stock.

Table 2. Age of flock and scale of farms tested

Age (weeks)	No. of flock (%)		No. of chickens (thousand)	No. (%) of farms	
	GPS*	PS**		GPS*	PS**
< 20	2 (28.6)	12 (17.1)	<1	0 (0)	8 (11.4)
20 ≤ < 30	0 (0)	18 (25.7)	10 ≤ < 20	3 (50.0)	36 (51.4)
30 ≤ < 40	0 (0)	18 (25.7)	20 ≤ < 30	2 (33.3)	15 (21.4)
40 ≤ < 50	4 (57.1)	9 (12.9)	30 ≤ < 40	1 (16.7)	8 (11.4)
50 ≤ < 60	1 (14.3)	17 (24.3)	40 ≤ < 50	0 (0)	1 (1.4)
60 ≤	0 (0)	8 (11.4)	50 ≤	0 (0)	2 (2.9)
Total	7 (100)	70 (100)	Total	6 (100)	70 (100)

*GPS; Grand parents stock.

**PS; Parents stock.

추백리-가금티푸스 감염여부 진단을 위한 혈청평판응집반응

채취한 혈액샘플은 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 회수하였으며, 56°C에서 30분간 비동화한 신선 혈청을 4°C에 보관하면서 실험하였다. 응집반응을 위하여 국립수의과학검역원에서 생산하고 있는 *S. pullorum* 항원을 이용한 추백리-가금티푸스 혈청검사용 진단액 30 µl와 조사대상 혈청 30 µl을 평판에 적하하고 혼합한 후, 1분 이내에 응집괴가 형성되는 경우를 양성 및 1분 이내에 응집괴가 형성하지 않는 경우는 음성으로 판정하였다 [19]. 비특이 양성반응에 대한 우려를 제거하기 위하여 혈청평판응집반응에서 나타난 양성혈청은 추후 실시된 enzyme linked immunosorbent assay(ELISA) 검사 결과에서 양성으로 나타날 경우만 최종 추백리-가금티푸스 양성으로 판정하였다.

생균백신 접종유무 진단을 위한 혈청평판응집반응

국내 시판되고 있는 생균백신의 원종계 및 종계 접종유무를 알아보기 위한 진단액 생산은 NPIP [25]의 방법에 따라 실시하였다. 즉, 시판 생균백신균주인 *S. gallinarum* 9R(SG9R) 항원 배양액에 0.5% phenol이 함유된 12% NaCl 용액으로 균액을 불활화하여 집균하였으며, 50X McFarland tube No. 0.75가 되도록 농도를 맞추어 사용하였다. 혈청평판시험법은 추백리-가금티푸스 진단과 동일하게 실시하였으나 단, 비특이 양성반응유무를 확인할 수 있는 ELISA kit을 적용할 수 없었기에 일반적으로 야외에서 백신접종시 항체양성율이 20% 이상임을 감안하여 조사대상 계군의 양성율이 20% 이상일 경우만을 최종 양성계군으로 판정하였다.

ELISA

Salmonella group D 항체를 검출할 수 있도록 제작된 BioChek사(Crabethstraatt, Netherland)의 CK117 kit을 사용하였으며, 405 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 양성 및 음성을 판정하였다.

결 과

원종계군 및 종계군의 추백리-가금티푸스 감염 현황

S. pullorum 항원을 이용한 혈청평판응집법으로 조사대상 원종계 및 종계의 추백리-가금티푸스 감염 현황 결과는 Fig. 1과 같다. 조사대상 종계군의 15.7%가 감염계군으로 확인되었으며, 주령별로는 20주 이상 30주 미만 계군의 22.2%가, 30주 이상 40주 미만 계군의 38.9%가 양성반응을 보였고, 지역별로는 경기도, 충청도, 전라도

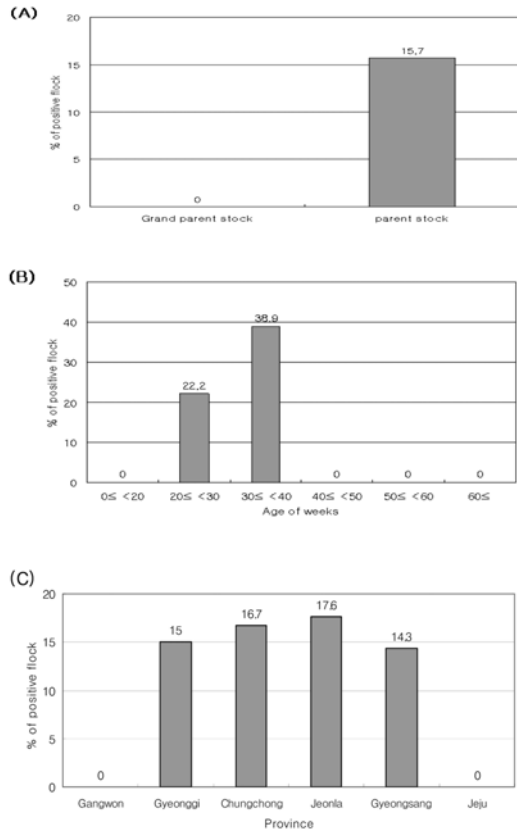


Fig. 1. The incidence of pullorum disease-fowl typhoid infection confirmed by serum plate agglutination test using *S. pullorum* Ag. (A) Breeds (B) Age (C) Regional distribution.

및 경상도의 조사계군 중 14.3~17.6%가 양성반응을 나타내었다. 원종계 및 20주 미만과 40주 이상의 종계군에서는 감염이 확인되지 않았다.

원종계군 및 종계군의 생균백신 접종 현황

생균백신균주인 SG9R 항원을 이용한 혈청평판응집 반응법으로 조사대상 원종계군 및 종계군의 생균백신 접종 현황을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 조사대상 원종계군과 종계군의 33.3% 및 58.6%가 생균백신 접종 계군으로 확인되었으며, 주령별로는 20주 미만 계군의 78.6%, 20주 이상 40주 미만 계군의 77.8%, 및 50주 이상 60주 미만 계군의 38.9%가 생균백신에 대한 항체 양성율을 나타내었다. 지역별로는 경기도 조사대상 계군의 57.0%, 충청도 37.9%, 전라도 89.0%가 생균백신을 접종한 것으로 확인되었고, 강원도 조사대상인 1개 종계군에서도 생균백신을 접종한 것으로 나타났다.

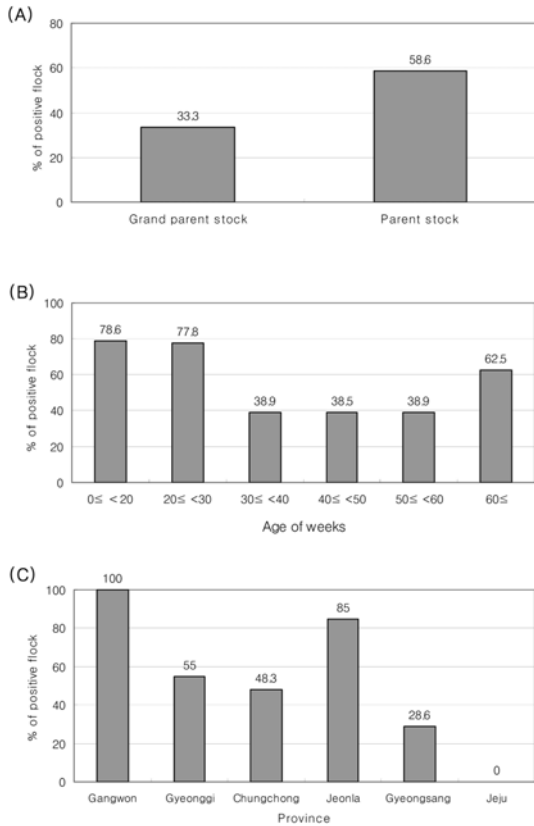


Fig. 2. The incidence of vaccination against *S. gallinarum* confirmed by serum plate agglutination test using SG9R strain. (A) Breeds (B) Age (C) Regional distribution.

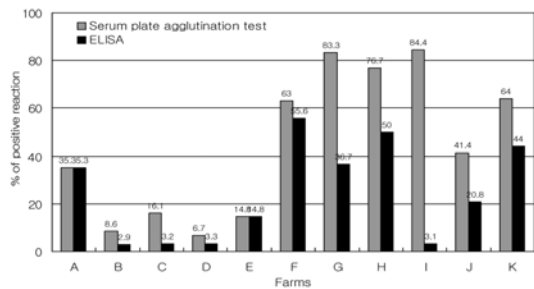


Fig. 3. Comparison between serum plate agglutination test and ELISA for detection of pullorum disease-fowl typhoid antibodies.

***S. pullorum* 항원을 이용한 혈청평판응집반응법 및 ELISA 비교**

S. pullorum 항원을 이용한 혈청평판응집반응법과 ELISA를 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. 추백리-가금티푸스 양성계군으로 확인된 11개 종계군의 혈청평판응집반응 양성율은 6.7-83.3%이었으나 ELISA에서는 2.9-55.6%

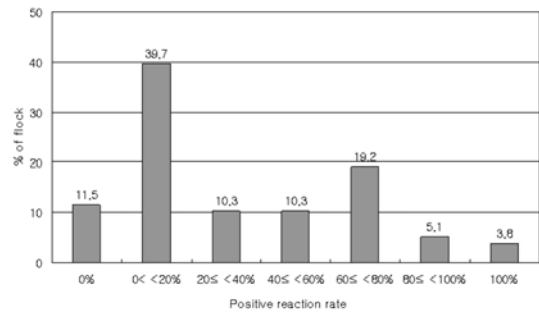


Fig. 4. Distribution of positive flocks with SG9R serum plate agglutination test, which are negative in the pullorum-fowl typhoid test.

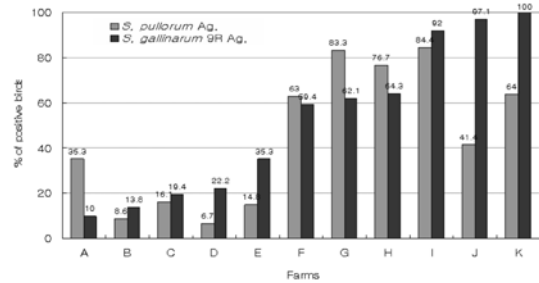


Fig. 5. Comparison of positive rate of serum plate agglutination reaction using either *S. pullorum* Ag. or SG9R Ag. in pullorum disease-fowl typhoid positive flocks.

를 나타내어 혈청평판응집반응법보다 ELISA의 양성율이 현저하게 낮음을 알 수 있었다. 특히 G와 I 농장의 경우 혈청평판응집반응 양성율은 83.3% 및 84.4%를 나타낸 반면, ELISA에서는 36.7% 및 3.1%의 양성율만을 보여 높은 차이를 나타내었다.

추백리-가금티푸스 음성계군에 대한 SG9R 항원 이용 혈청평판응집반응법 적용

Fig. 4에서와 같이 추백리-가금티푸스 음성계군의 SG9R에 대한 계군별 항체양성율은 0-100%에 이르기까지 다양하게 나타났다. 즉, SG9R 항원을 이용한 혈청평판응집반응법의 적용시 SG9R 항체의 특이적인 검출이 가능하였으며, 이 반응은 추백리-가금티푸스 항체와의 교차반응이 아님을 확인할 수 있었다.

추백리-가금티푸스 양성계군에 대한 SG9R 항원 이용 혈청평판응집반응법 적용

Fig. 5에서와 같이 A, F, G 및 H 농장의 경우 *S. pullorum* 항원을 이용한 혈청평판응집반응 양성율이 SG9R 항원을 이용한 혈청평판응집반응 양성율보다 높았던 반면, 나머지 농장의 경우 SG9R 항원을 이용한 혈청평판응집

반응 양성율이 더 높게 나타나 두 항원간에 특이적인 혈청평판응집반응이 유발됨을 확인할 수 있었다.

고 찰

가금티푸스는 범세계적으로 발생되나 미국, 영국 등을 비롯한 양계 선진국에서는 일찍부터 동일한 항원구조를 가진 추백리와 같은 개념으로 취급하면서 검색 및 도태정책을 꾸준히 실천하였고 그 결과, 미국에서는 1980년 이래로 야생조류에서의 일부보고를 제외하고는 실용가금에서의 발생은 보고되지 않고 있으며, 영국에서도 실용가금에서의 발생은 근절된 것으로 알려져 있다. 국립수의과학검역원의 년도별 연구보고서에 의하면 국내 추백리 발생은 2000년 이후 검색이 되지 않고 있으며 근년에 야외에서 문제를 유발하고 있는 것은 추백리아 아닌, 1992년 첫 발생이 보고된 추백리와 동일한 항원구조의 가금티푸스인 것으로 보고되고 있다 [1, 2, 9].

이 등 [23]이 1995년부터 2001년까지 국내 가금티푸스 발생에 대한 역학사항을 조사한 보고에 따르면 가금티푸스는 국립수의과학검역원에서 진단되고 있는 조류전염성 질병 중 1995년 4.3%에 불과한 것이 2001년에는 9.8%로 점차 증가하고 있는 것으로 나타났다. 또한 실용산란계, 실용육계 및 종계에서의 가금티푸스 진단율을 비교해 본 결과, 각각 71.4%, 25.0% 및 3.6%로 산란계에서의 발생이 가장 큰 것으로 나타났으나 2001년부터 산란계에 가금티푸스 생균백신의 사용이 허가됨에 따라 산란계에서의 그 발생율은 급격히 떨어졌다. 이와는 달리 육계에서의 발생율은 1995년 20% 내외이던 것이 2001년에는 50% 정도로 급격히 상승하였으며, 육계 전체 발생의 70%가 2주령이하의 어린 병아리임을 보고하였는 바, 이는 국내 육용 종계의 가금티푸스 감염이 심각한 수준에 이르고 있음을 말해준 것이다.

추백리-가금티푸스 및 파라티푸스 감염증은 일반적으로 갈색알을 낳는 품종보다 백색알을 낳는 품종에서 내병성이 뛰어난 것으로 알려져 있다 [10, 13]. 이러한 이유로 백색알을 낳는 육용종계는 가금티푸스에 감염되어도 다른 질병과의 복합감염이 없다면 큰 피해를 유발하지는 않으나 난계대전염이 되었을 경우에는 어린 육계 병아리에는 큰 피해를 유발시킨다. 이에 양계농가에서는 백신균주인 SG9R이 난계대되면 어린 병아리에 가금티푸스로 인한 피해를 줄일 수도 있을 것이라는 막연한 기대로 육용종계 농장에서는 사용이 허가되어 있지 않은 백신접종을 비밀리에 행하고 있는 것으로 추정된다.

본 질병의 박멸을 위하여 추백리와 동일한 개념으로 종계에 정기적인 혈청검사를 실시하여 양성계군을 도태하고 있음에도 불구하고 해마다 어린 육계병아리의 피

해사실이 보고되고 있음에 따라, 2003년 농림부의 협조 아래 전국 원종계 및 종계장의 약 30%에 대하여 무작위 혈청검사를 실시하였다. 그 결과 조사대상 종계군의 15.7%가 가금티푸스에 감염되어 있음을 확인할 수 있었으며, 주령별로는 20주에서 40주 미만의 계군이 61.1%를 차지하였다. 국내 원종계는 예상과 같이 가금티푸스 감염이 없는 것으로 확인되었으며, 이와 더불어 40주 이상 종계에서도 감염이 확인되지 않아 노계군일수록 혈청검사 양성율이 상승한다는 일부 주장과는 다른 결과를 나타내었다. 이는 40주 이전에 이미 감염된 계군이 치료약제 등의 방법으로 사육을 이어나가다가 육계 병아리의 피해가 줄어들지 않음에 따라 점차 감염 계군에 대한 자발적인 도태가 야외에서 이루어지기 때문인 것으로 추측된다.

*S. pullorum*은 *S. gallinarum*과 같이 group D에 속하며 항원구조가 O_{1,9,12}로 동일하여 혈청학적 검사로는 구분하기 어렵다 [26]. 또한 이들 항원을 이용한 평판응집반응법은 oil supplement [29], *Salmonella typhimurium*의 감염 [30] 및 기타 세균성 질병 [18]에 의해 비특이 반응이 유발된다고 보고되고 있다. 평판응집반응에 대한 비특이반응 유발 유무는 이처럼 여러 연구자들에 의해 알려졌으나 Gast 등 [20]은 *S. pullorum*을 이용한 평판응집반응시 민감성이 뛰어났으며 비특이반응은 미약하였고 보고하기도 하였다. 그러나 근년에 이르러는 민감성과 특이성이 우수하다고 알려져있는 ELISA를 이용한 혈청학적 검사가 일반화되었고, 따라서 본 조사에서 평판응집반응법과 국내 시판중인 ELISA kit의 결과를 비교해 보았던 바, ELSIA의 양성율이 평판응집반응법의 양성율보다 전반적으로 낮게 나타남을 알 수 있었다. 특히 검사대상 계군 중 두 계군의 경우에는 평판응집반응법의 양성율이 83.3% 및 84.4%이었으나 ELSIA 양성율은 각각 36.7% 및 3.1%를 보여 두 검사법간에 많은 차이를 보였다. 이러한 결과가 평판응집반응법시 나타날 수 있는 비특이 반응에 의한 것인지 혹은 가금티푸스의 감염시기에 따른 검출가능한 면역글로불린의 차이 등에 의한 것인지는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각되나 두 진단법의 동시 적용시 양성계군 및 양성개체의 명확한 검출이 가능할 것으로 판단된다.

SG9R 균주는 야의 *S. gallinarum* 균주의 lipopolysaccharide의 일부가 소실되었기에 병원성의 저하와 함께 O_{1,9,12}의 항원구조를 가지지 않는 것을 특징으로 한다 [17, 21, 28]. *S. pullorum* 항원 및 SG9R 항원별 평판응집반응법 적용시 항원구조 차이에 따른 비교조사는 아직 보고된 바 없지만, SG9R 항원구조가 *S. pullorum*과 동일하지 않음에 착안하여 국내 생균백신 접종계의 검출법 확립에 대한 기초연구로 SG9R 항원을 이용한 평

판응집반응법을 적용해 본 결과, 추백리-가금티푸스 음성계군 및 양성계군에서 동일하게 특이적인 SG9R 항체 양성반응을 확인할 수 있었다. 그러나 본 진단법을 공식적으로 적용하기 위해서는 *S. pullorum* 항원과 SG9R 항원간의 교차반응, 백신접종횟수와 접종경로에 따른 항체 양성을 차이 및 백신접종 후 항체검출 가능기간 등에 대한 추가적인 연구 또한 실시되어야 할 것으로 판단된다. 원종계 및 종계에 대한 SG9R 생균백신의 6주 이하 어린 병아리에 대한 안전성 및 효능은 이 등 [24]에 의해 이미 보고된 바 있으나, 종계 접종에 의한 어린 병아리에서의 효능에 대한 연구는 아직 보고된 바 없다. SG9R 항원을 이용한 본 실험에서 평판응집반응에 따른 비특이 양성반응 가능성을 배제할 수 없어 20%미만의 항체양성율을 나타낸 계군은 백신접종농장에서 일단 제외시켰음에도 불구하고 종계군의 58.6% 및 원종계군의 33.3%에서 사용이 허가되지 않은 SG9R 생균백신을 접종하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

결 론

국내 종계 및 원종계의 높은 백신접종율에도 불구하고 어린 육계병아리에서의 가금티푸스로 인한 피해는 줄어들지 않고 있으며, 따라서 종계에 대한 생균백신의 사용은 신중하게 접근되어야 할 것으로 판단되며 이에 대한 지속적인 연구 또한 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 권용국, 모인필, 김기석, 한명국, 전우진, 이영주, 강민수, 성환우, 이윤정, 이재길. 조류질병 모니터링 및 혈청검사. 국립수의과학검역원 2001년 연구보고서 2001, 961-964.
2. 권용국, 전우진, 한명국, 김재홍, 김기석, 성환우, 이영주, 최준구, 이윤정, 조성준, 권혁만. 국내 민원의뢰 조류질병 진단. 국립수의과학검역원 2002년 연구보고서 2002, 727-733.
3. 김기석, 모인필, 우용구, 이희수, 권용국, 권준현, 성환우, 송창선, 김재홍, 권혁만. 가금질병 검색 및 역학조사. 농진청 수의과학연구소 1994년도 시험연구보고서 1994, 319-328.
4. 김기석, 모인필, 이희수, 우용구, 권용국, 김재홍, 권준현, 김상희, 권혁만. 국내 가금 질병 발생 및 역학조사. 농진청 가금위생연구소 1993년도 시험연구보고서 1993, 325-334.
5. 김기석, 이희수, 모인필, 김순재. 국내 닭에서의 가금티푸스(Fowl typhoid) 발생. 농진청 농업논문집 1995, 37, 544-549.
6. 김영호, 장영호, 박경윤. 가금에서 분리한 *Salmonella* 속 균의 항균물질에 대한 감수성 및 plasmid profile. 대한수의학회지 1995, 35, 537-524.

7. 김영환, 김경희, 우용구, 장영술, 조민희, 김수용. 경북지방유래 추백리 양성계에서 균분리 및 혈청역가 추이. 한국가축위생학회지 1997, 20, 19-26.
8. 류재윤, 전무형, 장경수, 손현수, 광학규, 박경재, 우용구. 추백리 혈청검사 양성 산란계로부터 *Salmonella* 속균 분리. 한국가축위생학회지 1999, 22, 221-237.
9. 모인필. 조류질병 모니터링 및 혈청검사. 국립수의과학검역원 2000년 연구보고서 2000, 622-626.
10. 우용구, 김봉환. 가금티푸스균의 인공감염에 대한 백색 및 갈색 산란계 계통간의 내병성 비교. 대한수의학회지 1998, 38, 784-792.
11. 이영주, 강민수, 우용구, 모인필, 김재학. 가금티푸스 및 파라티푸스 예방효과 증진에 관한 연구. 국립수의과학검역원 2000년 연구보고서 2000, 469-478.
12. 이희수, 김기석, 우용구, 모인필, 권용국, 권준현, 남중선, 김순재, 심재국. 국내 분리주 *S. gallinarum*의 닭에 대한 병원성 및 면역원성에 관한 연구. 농진청 수의과학연구소 1994년도 시험연구보고서 1994, 329-344.
13. 이희수, 김순재, 김기석, 모인필, 김태종. 국내 분리주 *Salmonella gallinarum*의 닭에 대한 병원성. 대한수의학회지 1997, 37, 569-576.
14. 최재윤, 이시영, 이창구. 닭의 추백리에 관한 연구: 우리나라에서 분리한 추백리균의 항원형에 관한 연구. 가축위생연구소보 1968, 14, 47-51.
15. 추백리방역실시요령. 농림부 고시 제 95-99호. 1995.
16. Barrow PA, Huggins MB, Lovell MA. Host specificity of *Salmonella* infection in chickens and mice is expressed in vivo primarily at the level of the reticuloendothelial system. Infect Immun 1994, 62, 4602-4610.
17. Feberwee A, de Vries TS, Hartman EG, de Wit JJ, Elbers ARW, de Jong WA. Vaccination against *Salmonella enteritidis* in Dutch commercial layer flocks with a vaccine based on a live *Salmonella gallinarum* 9R strain: evaluation of efficacy, safety, and performance of serologic *Salmonella* tests. Avian Dis 2001, 45, 83-91.
18. Garrard EH, Burton WH, Carpenter JA. Official report of Eighth World Poultry Congress, 1948, 626.
19. Gast RK. Detecting infections of chickens with recent *Salmonella pullorum* isolates using standard serological methods. Poult Sci 1997, 76, 17-23.
20. Gast RK, Beard CW. Serological detection of experimental *Salmonella enteritidis* infections in laying hens. Avian Dis 1990, 34, 721-728.
21. Gupta BR, Mallick BB. Immunization against fowl typhoid I. Live oral vaccine. Indian J Anim Sci 1976, 46, 502-505.
22. Jordan FTW. Poultry Disease. 3rd ed. pp. 11-20, Bailliere Tindall, London, 1990.

23. **Lee YJ, Kim KS, Kwon YK, Kang MS, Mo IP, Kim JH, Tak RB.** Prevalent characteristics of fowl typhoid in Korea. *J Vet Clin* 2003, **20**, 159-165.
24. **Lee YJ, Mo IP, Kang MS.** Safety and efficacy of *Salmonella gallinarum* 9R vaccine in young laying chickens. *Avian Pathol* 2005, **34**, 362-366.
25. **NPIP.** The National Poultry Improvement Plan and Auxiliary Provisions. USDA, APHIS, Beltsville, 1997.
26. **Pomeroy BS, Nagaraja KV.** Fowl typhoid. In: Calnek BW, Barnes HJ, Beard CW, Reid WM, Yoder HW Jr (eds.). *Disease of Poultry*. 9th ed. pp. 87-99, Iowa State Univ Press, Ames, 1991.
27. **Shivaprasad HL.** Pullorum disease and fowl typhoid. In: Calnek BW, Barnes HJ, Beard CW, McDougald LR, Saif YM (eds.). *Disease of Poultry*. 10th ed. pp. 82-96, Iowa State Univ Press, Ames, 1997.
28. **Smith IM.** Protection against experimental fowl typhoid by vaccination with strain 9R reconstituted from the freeze-dried state. *J Comp Pathol* 1969, **79**, 197-205.
29. **Stewart DJ, Clark BL, Emery DL, Peterson JE, Jarrett RG, O'Donnell IJ.** Cross-protection from *Bacteroides nodosus* vaccines and the interaction of pili and adjuvants. *Aust Vet J* 1986, **63**, 101-106.
30. **Wilson JE.** Pullorum disease in Scotland 1926-1966. *Br Vet J* 1967, **123**, 139-144.