

< Original Article >

제주지역 말허피스바이러스, 말인플루엔자바이러스 및 선역균에 대한 혈청학적 조사

하종철¹ · 양형석¹ · 고진아¹ · 박창남¹ · 김시택¹ · 이두식² · 손원근^{2*}
제주특별자치도 동물위생시험소¹, 제주대학교 수의과대학 및 수의과학연구소²

Seroprevalence of equine herpesvirus, equine influenza virus and *Streptococcus equi* subspecies *equi* in Jeju

Jong-Chul Ha¹, Hyoung-Seok Yang¹, Jin-A Ko¹, Changnam Park¹,
Si-Taek Kim¹, Du-Sik Lee², Won-Geun Son^{2*}

¹Jeju Self-Governing Provincial Veterinary Research Institute, Jeju 63344, Korea

²College of Veterinary Medicine and Veterinary Medical Research Institute, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

(Received 29 March 2020; revised 18 June 2020; accepted 18 June 2020)

Abstract

The aim of the study was to investigate the seroprevalence of equine herpesvirus type 1 (EHV-1) and type 4 (EHV-4), equine influenza virus (EIV), and *Streptococcus (S.) equi* subspecies *equi* in the horse population of Jeju. Serum samples were taken from 71 horses, regularly vaccinated with EHV-1 and strangles twice (April and November) a year. In April 2014, seropositive rates of EHV-1 and strangles were 24.5% and 84.5%, while in November, were 26.8% and 62.0%, respectively. A total of 1,144 serum samples, including Jeju native horses, Halla horses, and Thoroughbred horses were collected from slaughter house for 4 years (2014 to 2017) and it is unclear the animals were vaccinated or not. The seropositive rates in Jeju was 21.9% (250/1,144) for EHV-1, 96.4% (1,103/1,144) for EHV-4, 14.6% (129/882) for EIV, and 79.3% (879/1,108) for strangles. The seropositive rate was the highest in Thoroughbred, but lowest in Hala horse.

Key words : Equine herpesvirus, Equine influenza virus, Seroprevalence, *Streptococcus equi* subspecies *equi*, Jeju

서 론

제주특별자치도는 국내에서 가장 많은 말을 보유하고 있으며 그 산업규모 또한 점차 증가하고 있는 추세이다. 그럼에도 불구하고 개체별 사양관리 및 질병관리 시스템이 체계화되어 있지 않아 유사산, 자마 폐사 등으로 인한 농가의 경제적 손실이 증가하고 있다. 국내 주요 말 전염성 질병에 대한 감염현황 조사는 1986년 아시안게임 및 1988년 서울올림픽대회에 참가

하는 말의 위생상 안전을 도모하기 위하여 아프리카마역, 구역, 비저, 수포성구내염, 말파이로플라즈마병, 말전염성동맥염, 베네주엘라말뇌염, 말전염성빈혈, 말전염성유산, 일본뇌염, 게타바이러스감염증, 말비강폐렴 및 말인플루엔자(equine influenza; EI)에 대하여는 혈청학적 조사를 실시한 바 있으나(Lee 등, 1986), 그 이후 지속적으로 조사가 이루어지지 않고 있다.

말 호흡기 질환에 문제시되는 바이러스는 말허피스바이러스(equine herpesvirus; EHV) 및 말인플루엔자바이러스(equine influenza virus; EIV)가 있다. EHV는 Herpesviridae과, Alphaherpesvirinae에 속하는 바이러스

*Corresponding author: Won-Geun Son, E-mail. wonson@jejunu.ac.kr
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2513-2328>
These first two authors contributed equally to this work.

이며, EHV-1, EHV-3 및 EHV-4, 3가지 type이 말 질병에 관여한다(Vail, 1993). EHV-1은 호흡기 질환, 유사산, 갓 태어난 망아지의 폐사, 기립불능 등을 일으키며 EHV-4는 주로 호흡기 질환에 관여하고 있다(Jackson과 Kendrick, 1971; Matsumura 등, 1993). EHV-3은 비뇨생식기 질환을 유발함으로써 전 세계적으로 말 산업에 경제적 손실을 주고 있는 것으로 알려져 있다. EI는 Orthomyxoviridae에 속하는 RNA 바이러스인 EIV 감염에 의하여 발생하는 말의 급성 호흡기성 질환으로 발열, 기침 및 비루를 특징하는 질병이다. EIV는 주로 경주마와 종마 이동시 유입되거나 전파되어 유럽 및 북미 대륙뿐만 아니라 아시아권 나라에서도 문제시 되고 있다(OIE, 2016). EIV는 두 가지의 subtype이 존재하고 있다. 하나는 1980년대 이후로 분리 보고가 없는 equine-1 (A1, H7N7)과 1963년 첫 보고이후 현재까지 발생하고 있는 equine-2 (A2, H3N8)가 있다. 1990년대부터는 유전자 분석에서 H3N8 subtype은 항원성에서 차이를 나타내는 European (A/equine/Suffolk/89) 계열과 American (A/equine/Newmarket/1/93) 계열로 분류되고 있다(Boliar 등, 2006).

말의 세균성 호흡기 질환은 *Streptococcus (S.) equi* subspecies (subsp.) *equi*가 원인체인 선역이 매우 중요하다(Kang과 Son, 2006). 선역의 임상증상은 발열, 식욕부진, 콧물, 두경부 림프절의 종창, 특히 하악 및 인후두림프절의 뚜렷한 종창이 특징적이다. 선역은 전 세계적으로 발생되고 있는 질환으로서 국내에서도 비주기적으로 발생되고 있으나 지속적인 검사가 이루어지지 않아 발생보고가 많은 편은 아니다.

본 연구는 제주지역에서 사육중인 말을 대상으로 EHV, EIV 및 선역균에 대한 혈청검사를 수행하여 항체 양성률을 파악하고 농가 방역지도 자료로 활용함과 동시에 말 호흡기질환의 예방과 올바른 사양관리 선택을 위한 기초 자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

혈청시료

혈청은 백신접종에 따른 항체가 양성률 조사를 위하여 매년 정기적으로 EHV-1 및 선역균 백신 접종을 2회(4월 및 10월) 실시하는 제주마 사육목장에서 2014년 4월 및 11월에 71두의 혈액을 각각 채취하였다(Table 1). 도축마에서의 항체 양성률 조사를 위하여

Table 1. Seroprevalence of equine herpesvirus type 1 (EHV-1), type 4 (EHV-4) and strangles of 71 Jeju native mares at April 2014 and November 2014

Diseases	No. of sero-positive horses (%)	
	April 2014	November 2014
EHV-1	20 (28.2)	19 (26.8)
EHV-4	71 (100)	71 (100)
Strangles	60 (84.5)	44 (62.0)

2014년부터 2017년 사이에 제주지역 도축장에 출하된 총 1,144두의 말 혈액을 채취하였다(Table 2).

혈청학적 검사 방법

채취한 혈액은 4°C에서 보관후 12~48시간내에 2,000 rpm, 10분간 원심분리 실시후 상층액을 96 deep well (Corning®, USA)에 분주하여 검사 전까지 -20°C 냉동고에 보관한 후 질병별 효소면역측정법(enzyme-linked immunosorbent assay; ELISA)을 실시하였다.

EHV는 EHV1/EHV4-Ab ELISA kit (SVANOVA, Sweden), EIV는 Influenza A Ab Test (IDEXX, USA), 선역은 ID Screen® *Streptococcus equi* indirect kit (IDVET, France)를 이용하였다. 모든 실험은 제조사의 설명에 따라 실시하고 판정기준에 따라 항체 양성 또는 항체 음성을 결정하였다.

결 과

백신 접종(EHV-1 및 선역) 모축의 항체 양성률

EHV-1, EHV-4 및 선역에 대한 항체 양성두수는 2014년 4월에는 각각 20두(28.2%), 71두(100%) 및 60두(84.5%), 11월에는 19두(26.8%), 71두(100%) 및 44두(62.0%)를 나타내었다(Table 1). EHV-1의 개체별 항체 양성 내역을 분석한 결과에서는 71두 중 15두(21.1%)가 2회(4월 및 11월) 연속 항체 양성을 보였고, 2회 검사 모두 음성인 경우가 43두(60.6%)로 대다수를 차지하였다. 선역의 경우 71두 중 40두(54.9%)가 2회 모두 항체 양성을 나타내었다. 4월에 선역 항체 양성인 개체가 11월 검사에서 음성으로 조사된 개체가 20두(28.2%)였다.

Table 2. The annual seroprevalence of equine herpesvirus type 1 (EHV-1) and type 4 (EHV-4), equine influenza (EIV) and strangles in slaughtered horses for the period 2014~2017

Diseases	Breed	No. of seropositive horses / No. of tested horses (%)				
		2014	2015	2016	2017	Total
EHV-1	JH	2/20 (10.0)	3/25 (12.0)	4/34 (11.8)	17/41 (41.5)	26/120 (21.6)
	HH	8/140 (5.7)	16/240 (6.7)	11/166 (6.6)	41/103 (39.8)	76/649 (11.7)
	TH	7/34 (20.6)	30/97 (30.9)	45/126 (35.7)	66/118 (55.9)	148/375 (39.5)
	Total	17/194 (8.8)	49/362 (13.5)	60/326 (18.4)	124/262 (47.3)	250/1,144 (21.9)
EHV-4	JH	18/20 (90.0)	24/25 (96.0)	34/34 (100)	41/41 (100)	117/120 (97.5)
	HH	120/140 (85.7)	231/240 (96.3)	164/166 (97.8)	103/103 (100)	618/649 (95.2)
	TH	29/34 (85.3)	97/97 (100)	124/126 (98.4)	118/118 (100)	368/375 (98.1)
	Total	167/194 (86.1)	352/362 (97.2)	322/326 (98.8)	262/262 (100)	1,103/1,144 (96.4)
EIV	JH	1/20 (5.0)	0/25 (0.0)	8/34 (23.5)	NT	9/79 (11.4)
	HH	5/140 (3.6)	8/240 (3.3)	34/166 (20.5)	NT	47/546 (8.6)
	TH	12/34 (35.3)	15/97 (15.5)	46/126 (36.5)	NT	73/257 (28.4)
	Total	18/194 (9.3)	23/362 (6.4)	88/326 (27.0)	NT	129/882 (14.6)
Strangles	JH	16/20 (80.0)	20/25 (80.0)	29/34 (85.3)	33/36 (91.7)	98/115 (85.2)
	HH	104/140 (74.3)	151/235 (64.3)	119/166 (71.7)	83/95 (87.4)	457/636 (71.9)
	TH	29/34 (85.3)	81/92 (88.0)	115/126 (91.3)	99/105 (94.3)	324/357 (90.7)
	Total	149/194 (76.8)	252/352 (76.8)	263/326 (80.7)	215/236 (91.1)	879/1,108 (79.3)

JH, Jeju native horse; HH, Halla horse; TH, Thoroughbred horse; NT, not tested; Halla horses are defined as a crossbreed between Jeju native horses and Thoroughbred horses.

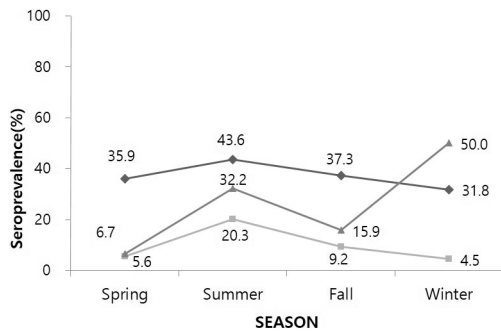


Fig. 1. Seasonal difference of seroprevalence for equine herpesvirus type 1 in a total of 1,144 Thoroughbred (TH), Halla (HH) and Jeju native horses (JH).

EHV의 항체 양성률

백신실시 여부가 불명확한 도축마를 대상으로 EHV, EIV 및 선역균에 대한 항체 양성률을 조사하였다. 도축마 1,144두의 혈액에서 EHV-1에 대한 항체 보유 여부를 조사한 결과, 21.9% (250두/1,144두)에서 항체가 검출되었다(Table 2). 품종별로 볼 때 항체 양성률은 더러브렛 종이 가장 높아 39.5% (148두/375두)였으며, 제주마는 21.6% (26두/120두), 한라마는 11.7% (76두/649두) 순이었다. 항체 양성률은 품종에 관계없이 연도가 갈수록 높아졌으며 2014년 194두 중 17두 (8.8%), 2015년 362두 중 49두(13.5%), 2016년 345두 중 64두(18.4%), 2017년 270두 중 128두(47.3%)가 항

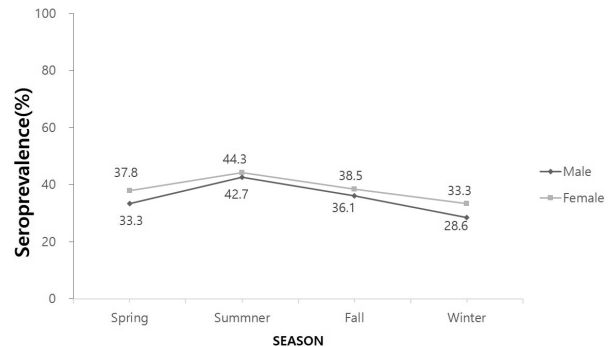


Fig. 2. Sex difference of seroprevalence for equine herpesvirus type 1 in 375 Thoroughbred horses.

체 양성을 나타내었다.

계절별 EHV-1 항체 양성률은 더러브렛 종의 경우 여름철에 43.6%, 가을 37.3%, 봄철 35.9% 및 겨울철은 31.8%였다. 한라마에서는 여름철 20.3%, 가을철 9.2%, 봄철 5.6% 및 겨울철 4.5%였다. 제주마는 겨울철 50.0%, 여름철 32.2%, 가을철 15.9% 및 봄철 6.7%로 나타났다(Fig. 1). 더러브렛 말의 계절별 EHV-1 항체 양성률을 암수를 구분하여 분석하였다. 여름철에 최고치를 나타낸 후 점차 감소하는 경향을 보였지만 항체 양성률은 성별 간에 큰 차이가 없었다(Fig. 2).

백신을 실시하지 않는 제주지역 말에서 EHV-4에 대한 전체 항체 양성률은 96.4% (1,103두/1,144두)였다. 연도별 항체 양성률은 2014년 86.1% (167두/194

두), 2015년 97.2% (352두/362두), 2016년 98.8% (322두/326두)를 보였으며 2017년에는 100.0% (262두/262두)였다(Table 2). 품종별로는 모든 품종이 대체로 높게 나타났으며 더러브렛 말이 98.1% (368두/375두), 제주마 97.5% (117두/120두) 및 한라마 95.2% (618두/649두) 순이었다.

EIV의 항체 양성률

EIV의 전체 항체 양성률은 14.6% (129두/882두)로 나타났다(Table 2). 연도별로는 2014년 9.3% (18두/194두), 2015년 6.4% (23두/362두), 2016년 27.0% (88두/326두)가 항체 양성이었다. 품종별로 살펴봤을 때 연도에 관계없이 더러브렛 종이 가장 높은 28.4% (73두/257두), 제주마가 다음 순인 11.4% (9두/79두), 한라마가 가장 낮은 8.6% (47두/546두)로 나타났다. 계절별 EIV 항체 양성률은 봄철과 여름철에 비하여 가을과 겨울철에 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 3). 품종별 항체 양성률은 더러브렛 말이 20.0%에서 40.9%였고, 한라마가 3.1%에서 22.7% 사이였다.

선역의 항체 양성률

제주지역 말에게 선역 백신은 하반기(10~11월)에 1회 접종하는 것으로 알려져 있다. 1,108두의 도축마 혈청 중 879두에서 항체 양성인 나타나 79.3%의 양성률을 보였다(Table 2). 연도별 선역 항체 양성은 2014년 194두 중 149두(76.8%), 2015년 352두 중 252두(76.8%), 2016년 326두 중 263두(80.7%), 2017년 236두 중 213두(91.1%)로서 미약하게 증가하였다. 품종별로는 더러브렛 말이 90.7% (324두/357두), 제주마 85.2% (98두/115두) 및 한라마 71.9% (457두/636두) 순이었

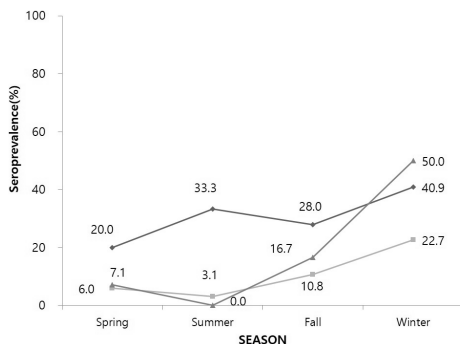


Fig. 3. Seasonal difference of seroprevalence for equine influenza in a total of 882 Thoroughbred (TH), Halla (HH) and Jeju native horses (JH).

다. 품종별 선역균 항체가는 대부분 품종에서 중간 양성을 나타내었으며, 선역균 감염에 의한 매우 강한 양성은 나타나지 않았다(Fig. 4).

고찰

캐나다, 호주, 인도, 스웨덴 등의 여러 나라에서 조사된 EHV-1 및 EHV-4의 항체 양성률은 각각 8~85.5% 및 95~100% 사이로 보고되고 있다(Ataseven 등, 2009; Avci 등, 2018; Crabb과 Studdert, 1993; Gilkerson 등, 1999; Keane 등, 1998; Nordengrahn 등, 1999; Singh 등, 1999). 국내 사육중인 말의 EHV-1 항체 양성률은 1995년에 중화시험법을 이용하여 최초로 조사되었다. 그 결과, 서울지역 말의 항체 양성률은 90.3%, 제주지역은 60.3%의 항체 양성률을 나타내었다(Cho 등, 1995). 야외 감염은 2001년 제주지역 유산 말에서 첫 EHV-1 및 EHV-4의 감염이 확인되었다(Moon 등, 2001). 그 이후부터 제주지역 말산업에서는 EHV 백신이 시행되었고 임신마에서 유사산의 원인으로 볼 수 있는 EHV-1 백신은 더러브렛 임신마를 대상으로 시행되어 왔다. 이번 연구에서는 백신실시 여부가 불명확한 제주지역 총 1,144두의 도축마 혈액에서 EHV-1 항체 양성률은 21.9%였다. 백신 접종 여부가 불분명할 지라도 대부분의 더러브렛 종은 암말의 경우에는 유산 방지를 위하여 임신마를 대상으로 2개월 간격으로 백신을 실시하는 것에 비하여 항체 양성률이 다소 낮게 나타났다. 특히 매해 정기적으로 EHV-1 백신을 2회(4월 및 10월) 접종한 것으로 조사된 제주마에 대한 항체 양성률 조사에서도 2014년 4월 및 11월 모두 30%를 넘지 않았다. 따라서 EHV-1 백신의 보급률, 사용방법 등을 포함하는 정확한 사용실태를 조사할 필요가 있다. 국내에서 사용하는 EHV-1 백신 프로그램

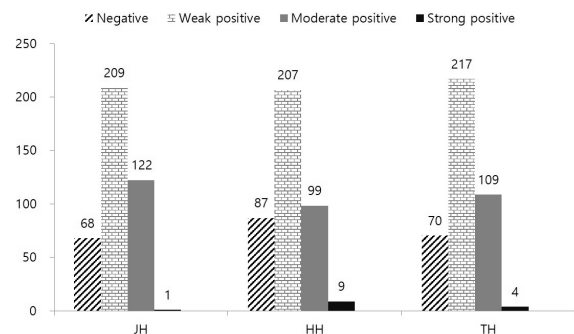


Fig. 4. Distribution for strangles antibody titer in 1,108 Thoroughbred horse (TH), Halla (HH) and Jeju native horse (JH).

은 일반적으로 9개월령 이상의 건강한 말에 1두분(2 mL)을 근육접종하며 망아지의 경우 이유 후 3~4주 간격으로 2회 접종하고 6개월 후 보강 접종을 실시한 다음 매년 재접종을 실시한다. 임신마는 임신 5, 7, 9개월에 각각 접종한다. 본 연구에서 EHV-1의 항체 양성률은 증가 추세를 보였으나 대부분 50% 이하였다. 따라서 EHV-1에 의한 질병을 예방하기 위해서는 임신마 뿐만 아니라 망아지에 대해서도 백신 접종을 병행하여야 할 것으로 보인다. 계절별 EHV-1 항체 양성률은 더러브렛 종의 경우 다른 품종에 비해서 대체로 높게 나타나 여름철에 가장 높은 43.6%였고, 그 외 계절에서는 35% 전후였다. 이에 비하여 한라마의 항체 양성률은 여름철 20.3%였고, 그 외 계절에는 10% 이하로 나타나 항체양성률이 가장 낮았다. 제주마는 한라마 보다는 항체 양성률이 높게 나타났으나 검사두수가 많지 않아 상관 관계를 분석하기에는 한계가 있었다(Fig. 1). 더러브렛 말의 계절별 EHV-1 항체 양성률을 암수를 구분하여 분석하였다. 여름철에 최고치를 나타낸 후 점차 감소하는 경향을 보였지만 항체 양성률은 성별 간에 큰 차이가 없었다(Fig. 2). EHV-4 바이러스는 사육중인 더러브렛 말에서 2015년 국내에서 최초로 분리 동정되었으며 EHV-4 염기서열은 기존 알려져 있었던 GenBank No. M26171과의 동질성이 99.8%, 아미노산 동질성이 99.5%라고 보고되었다(Choi 등, 2015). 도내에서 EHV-4백신을 실시하지 않고 있음에도 EHV-4 항체검사결과 항체 1,103두(96.4%)에서 양성을 보여 지방병성으로 EHV-4 감염이 이루어지고 있을 것으로 보여 진다. 따라서 향후 도내에서의 감염 양상과 바이러스 분리를 통한 유전자 분석 등의 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

국내 EIV 백신 접종 현황은 경마 또는 승마대회에 참가하고자 하는 대상 말들은 EIV 백신 접종 증명서가 첨부되어야 한다. 일반적으로 경주마로 선발된 2세부터 백신이 접종되고 있으며, 경주마로 선발된 이후에는 6개월 간격으로 정기적인 백신 접종을 실시하고 있다. 또한 한국마사회에서 관리하고 있는 씨수말과 씨암말은 상대적으로 다른 말보다도 백신 접종을 더 철저히 실시하고 있으나, 육성마의 경우에는 백신 접종이 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. EIV 백신은 2005년도부터 2008년 초까지는 2종의 H3N8 subtype과 1종의 H7N7 subtype 바이러스가 포함된 Calvenza EIV 불활화백신을 사용하였다. 하지만 2008년도 7월 25일부터 현재까지는 2종의 H3N8 subtype의 HA를 Canarypox vector system에 재조합한 ProteqFlu 백신을

사용하고 있다. 2010년 국내 EIV에 대한 혈청학적 연구보고에 의하면 전국적인 항체 양성률은 H3, H7 subtype에 대하여 각각 23.7%, 33.6%로 나타났다. 말 사육두수가 가장 많은 제주지역의 경우 H3 항체 16.2%, H7 항체 13.2%로 매우 낮은 항체 양성률을 나타내었다. 이는 경주용 제주마, 더러브렛 씨암말 및 육성자마의 저조한 항체 양성률에서 기인된 것으로 보고되었다(Choi 등, 2010). 스페인 안달루시아지역에 사육되는 말에 대해 EIV 항체검사를 실시한 결과 백신을 실시하지 않았음에도 H3N8 항체가 51.9% 나타났고 H7N7 항체는 나타나지 않았다고 보고되어 있다(Jurado-Tarifa 등, 2018). 이번 연구에서는 882두 중 129두(14.6%)에서 EIV 양성률이 확인되어 2010년 Choi 등(2010)이 보고한 것과 비슷하게 낮은 항체 양성을 보였다. 계절별 EIV 항체 양성률은 봄철과 여름철에 비하여 가을과 겨울철에 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 3). 품종별 항체 양성률은 더러브렛 말이 20.0%에서 40.9%로서 대체로 높게 나타났으며, 한라마가 3.1%에서 22.7% 사이로서 가장 낮았다. 경주용으로 활용되었을 것으로 보이는 더러브렛의 경우 여름철(6~8월)과 겨울철(12~2월)이 봄과 가을에 비하여 항체 양성률이 높게 나타나 연2회 실시하는 백신의 영향일 가능성도 있을 것으로 보인다. 품종별로는 더러브렛이 가장 높은 항체 양성률(28.4%)을 나타내었다. 다른 품종에 비하여 비교적 능동적으로 백신이 접종되고 있는 것으로 보이지만 항체 양성률이 연도에 관계없이 낮게 나타났다는 것은 1차 접종 후 항체 조사 없이 6개월 간격으로 백신을 실시하고 있는 관계로 충분한 항체 형성이 유도되지 않았을 가능성이 있다. 따라서 개체별 사양관리 프로그램을 마련하여 백신 접종 전 항체 형성여부를 확인하고 백신 접종 간격 등을 조정해 나갈 필요가 있을 것이다. 국내에서 사용하는 EIV 백신은 프로텍플루-주로서 사용방법은 기초백신은 5~6개월령 건강한 말에 초회 접종한 다음 4~6주 사이에 재접종하며, 기초 백신 5개월 후 재접종을 한 다음 매년 보강 접종을 한다. 본 연구에서 EIV에 대한 항체 양성률은 백신 접종이 잘 실시되고 있는 품종으로 알려진 더러브렛 종에서도 평균 28.4%에 불과하였다. 따라서 현재 시행하고 있는 연 2회 접종에 앞서 망아지에서 접종하는 방법을 준수할 필요성이 있을 것으로 보인다.

선역 백신을 실시하지 않는 이스라엘에서는 항체 양성률이 9.5%라고 보고되었다(Tirosh-Levy 등, 2016). 선역이 발병한 캐나다 경주마 목장에 대한 폐사율 및

이환율을 조사한 결과 각각 3.6% 및 62%였다는 보고 (Piche, 1984)가 있었으며 미국의 제주마 목장의 경우는 폐사율은 2.6%였다(Sweeney 등, 1987). 국내에서 선역에 대한 연구보고는 많지 않으나 Kang과 Son (2006)이 2006년 처음으로 제주에서 발생한 선역의 원인균을 보고하였다. 또한, Moon 등(2015)은 선역에 걸린 더러브렛 말에서 호이산화탄소성 *S. equi*을 분리 동정한 바 있다. 최근 Lee 등(2017)은 제주지역 말을 대상으로 선역에 대한 혈청학적 검사를 실시하였다. 그 결과 항체 양성률은 5개월령 이하의 망아지에서는 9.8%를 나타내었고, 1세 이상의 말에서는 97.5%를 보였다(Lee 등, 2017). 이번 연구에서는 1,108두 중 879두(79.3%)에서 선역 항체가 양성으로 확인되었으며 품종에 관계없이 연중 높은 항체 양성률(71.6~91.1%)을 보였다. 국내에서 선역 백신은 하반기(10~11월)에 연 1회 실시하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 매해 정기적으로 선역 백신을 2회(4월 및 10월) 접종한 제주마 사육목장의 동일개체의 혈청을 2014년 4월 및 11월로 나누어 검사하였다. 그 결과 4월에는 84.5%였던 항체 양성률이 11월에는 62.0%로 감소하였다. 또한 4월에 음성이었던 개체가 11월에 양성으로 전환된 경우는 5.6%로 낮게 나타났다. 아울러 2~6개월 사이의 망아지에 1회 예방접종하였을 때 9두(10.3%)만이 항체가 형성된 것으로 볼 때 백신에 의한 항체 형성률이 낮게 나타난 것으로 보인다. 본 연구에서 사용한 선역균에 대한 항체 양성률은 ELISA 검사의 OD 값에 따라 음성, 약한 양성, 중간 양성, 강한 양성, 매우 강한 양성 5 단계로 나누며, 매우 강한 양성 5 단계의 경우 야외감염을 의미한다. 품종별 선역균 항체가는 대부분 품종에서 중간 양성을 나타내었으며, 선역균 감염에 의한 매우 강한 양성은 나타나지 않았다(Fig. 4). 이는 사용한 혈청이 선역으로 의심되는 환축에서 유래한 것이 아니라 대부분 비교적 건강한 개체인 도축마에서 채취한 것이 때문으로 판단된다. 따라서 향후 선역 의심 환축의 혈청으로 비교 분석할 필요성이 있을 것으로 사료된다. 국내에 사용하고 있는 선역 백신 프로그램은 2주 간격으로 3회 근육 주사 후 매년 1회씩 보강접종하고, 망아지는 3개월령에 첫 3회 접종, 임신마는 분만 2주전 1회 접종을 시행하도록 권고하고 있다. 본 연구에서 선역에 대한 항체가는 비교적 높게 나타났으나 2~6개월 사이의 망아지에서 모체로부터 항체가 이행되었을 가능성이 낮은 것으로 보였으며, 현재 시행하고 있는 1회 보강 접종으로 항체가 양성으로 전환될 가능성도 극히 낮았다. 다른 질

병의 백신 접종 1회와 마찬가지로 현재 시행하고 있는 연 1회 접종에 앞서 망아지에서 접종하는 방법을 준수할 필요성이 있다.

말의 사양관리와 질병 발생은 밀접한 관계가 있다. 주요 전염병의 예방을 위한 백신의 사용은 모든 축산업에서 필수적으로 이루어져야 한다. 앞으로 지속적인 말 질병 감염실태를 조사하여 백신 접종 1회의 중요성을 알리고 이를 통한 체계적 농장 관리가 이루어질 수 있도록 하여야 할 것으로 사료된다.

결 론

제주 지역내 말 호흡기 질병의 효과적인 관리를 위하여 주요 원인체인 EHV, EIV 및 선역균에 대한 혈청학적 검사를 실시하였다. 정기적으로 EHV-1 및 선역 백신을 2회(4월 및 11월) 실시하는 제주마 목장의 말 71두를 대상으로 항체 양성률을 조사한 결과 2014년 4월에는 EHV-1 28.2% 및 선역 84.5%, 11월에는 EHV-1 26.8% 및 선역 62.0%를 나타내어 백신에 의한 항체 양성률의 증가가 미흡하게 나타났다. 도내 1,144두 말에 대한 EHV-1 항체 양성 개체는 250두(21.9%), EHV-4 항체 양성 개체는 1,103두(96.4%)였다. EIV 항체 양성 개체는 총 882두에서 129두(14.6%)였다. 선역에 대한 항체 양성 개체는 총 1,108두에서 879두(79.3%)로 나타났다. 더러브렛 종이 가장 높은 항체 양성률을 나타내었고 한라마가 가장 낮은 항체 양성률을 나타내었다.

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Jong-Chul Ha, <https://orcid.org/0000-0003-2939-5547>
 Hyoung-Seok Yang, <https://orcid.org/0000-0003-4500-8826>
 Jin-A Ko, <https://orcid.org/0000-0001-5132-2649>
 Changnam Park, <https://orcid.org/0000-0001-7105-969X>
 Si-Taek Kim, <https://orcid.org/0000-0003-1608-6825>
 Won-Geun Son, <https://orcid.org/0000-0003-2513-2328>

REFERENCES

- Ataseven VS, Dagalp SB, Guzel M, Basaran Z, Tan MT, Geraghty B. 2009. Prevalence of equine herpesvirus-1 and equine herpesvirus-4 infections in equidae species in Turkey as determined by ELISA and multiplex nested PCR. *Res Vet Sci* 86: 339-344.
- Avci O, Yapici O, Bulut O, Kale M, Atli K. 2018. Detection of equine herpes virus 1, equine herpes virus 4, and equine arteritis virus antibodies in Kyrgyzstan by ELISA. *Bionature* 38: 219-224.
- Boliar S, Stanislawek W, Chambers TM. 2006. Inability of kaolin treatment to remove nonspecific inhibitors from equine serum for the hemagglutination inhibition test against equine H7N7 influenza virus. *J Vet Diagn Invest* 18: 264-267.
- Cho GJ, Kim BH, Lee DS, Shin TK, Yang KC, Lim YK, Cho SS. 1995. Studies on isolation of rhinopneumonitis virus from Korean horses and its immunogenicity I. Sero-epidemiological studies on equine herpesvirus-1. *Korean J Vet Res* 35: 735-741.
- Choi EJ, Lee CH, Song JY, Shin YK, Moon JS, Choi YG, Yang SJ, Kim HP. Serological survey on equine influenza viruses in Korea. *Kor J Vet Publ Hlth*, 2010, 34, 45-51.
- Choi EJ, Lee HK, Lee KH, So BJ, Song JY, Do JC, Yang SJ, Lee HC, Yang YJ. 2015. The first virus isolation and partial characterization of equine herpesvirus-4 in a horse, South Korea. *Korean J Vet Serv* 38: 141-144.
- Crabb BS, Studdert MJ. 1993. Epitopes of glycoprotein G of equine herpesviruses 4 and 1 located near the c-termini elicit type-specific antibody responses in the natural host. *J Virol* 67: 6332-6338.
- Gilkerson JR, Whalley JM, Drummer HE, Studdert MJ, Love DN. 1999. Epidemiology of EHV-1 and EHV4 in the mare and foal populations on a Hunter Valley stud farm: are mares the source of EHV-1 for unweaned foals. *Vet Microbiol* 68: 27-34.
- Jackson T, Kendrick JW. 1971. Paralysis of horses associated with equine herpesvirus 1 infection. *J Am Vet Med Assoc* 158: 1351-1357.
- Jurado-Tarifa E, Daly JM, Perez-ecija A, Barba-Recreo M, Mendoza FJ, Al-Shuwaikh AM, Garcia-Bocanegra I. 2018. Epidemiological survey of equine influenza in Andalusia, Spain. *Prev Vet Med* 151: 52-56.
- Kang TY, Son WG. 2006. Outbreaks of Strangles in Thoroughbred Horses of Jeju. *J Vet Clin* 6: 158-163.
- Keane DP, Little PB, Wilkie BN, Artsob H, Thorsen J. 1998. Agents of equine viral encephalomyelitis: correlation of serum and cerebrospinal fluid antibodies. *Can J Vet Res* 52: 229-235.
- Lee YO, An SH, Jeon Y, Yoon YD, Park BK, Heo Y, Kim JM, Jang H, Kim YH, Sul DS, Song JB, Jung JK, Lee KH, Kim HP. 1986. The 1985 survey on Horse disease of veterinary importance in Korea. *Korean J Vet Res* 26: 87-92.
- Lee YW, Jeong HW, Lee KK. 2017. Research of strangles antibody titer of horse in Jeju. *J Vet Clin* 34: 132-134.
- Matsumura T, Smith RI, O'Callaghan DJ. 1993. DNA sequence and transcriptional analyses of the region of the equine herpesvirus type 1 Kentucky A strain genome encoding glycoprotein C. *Virology* 193: 910-923.
- Moon H, Kang WC, Kim EJ, Kim JH, Ko HJ, Yang JH, Son WG, Lee DS. 2001. Detection of equine herpesvirus type-1 in naturally aborted equine fetuses in Jeju by polymerase chain reaction. *Korean J Vet Serv* 24: 83-88.
- Moon JH, Kim JH, Takai S, Son WG. 2015. Outbreaks of Strangles due to Capnophilic *Streptococcus equi* subsp *equi* in South Korea. *J Vet Clin* 32: 41-44.
- Nordengrahn A, Merza M, Svedlund G, Roneus M, Berndtsson T, Lindholm A, Drummer HE, Studdert MJ, Abusugra I, Gunnarsson E, Klingeborn B. 1999. A field study of the application of a type-specific test distinguishing antibodies to equine herpesvirus-4 and -1. pp. 125-128. In: Wernery U, Wade JF, Mumford JA, Kaaden OR. (Eds.), Equine infectious diseases, Proceedings of the 8th International Conference Equine Infectious Diseases. R&W Publications, Newmarket.
- Office International des Epizooties (OIE). 2016. Equine influenza (Chapter 2.5.7.). pp. 1-16. In: OIE Terrestrial Manual. Paris, France: The Organisation.
- Piche CA. 1984. Clinical observations on an outbreak of strangles. *Can Vet J* 25: 7-11.
- Quinn PJ, Carter ME, Markey B, Carter GR. 1994. Clinical Veterinary Microbiology. pp. 127-136. Mosby, London.
- Singh BK, Yadav MP, Uppal PK, Rattan B. 1999. National assessment of equine herpesvirus-1 infection among equidae in India. pp. 578-579. In: Wernery U, Wade JF, Mumford JA, Kaaden OR. (Eds.), Equine infectious diseases, Proceedings of the 8th International Conference Equine Infectious Diseases. R&W Publications, Newmarket.
- Sweeney CR, Whitlock RH, Meirs DA, Whitehead SC, Barningham SO. 1987. Complications associated with *Streptococcus equi* infection on a horse farm. *J Am Vet Med Assoc* 191: 1446-1448.
- Tirosh-Levy S, Blum SE, Steward KF, Waller AS, Steinman A. 2016. *Streptococcus equi* subspecies *equi* in horses in Israel: seroprevalence and strain types. *Vet Rec Open* 3: e000187. doi:10.1136/vetrec-2016-000187
- Vail CD. 1993. Herpesvirus infection of horse. *Equine practice* 15: 19-22.