pISSN 2384-0269
eISSN 2508-3635

J Milk Sci Biotechnol 2017;35(3):162-168
https://doi.org/10.22424/jmsb.2017.35.3.162

ARTICLE

원유에서 Coagulase-Negative Staphylococci 검출율 및 특징

김종희 · 김부민 · 함준상 · 오미화*

농촌진흥청 국립축산과학원

Detection and Characteristics of Coagulase-Negative *Staphylococcus* sp. isolated from Dairy Cattle Milk

Jong-Hui Kim, Bu-Min Kim, Jun-Sang Ham, and Mi-hwa Oh*

National Institute of Animal Science, RDA

Received: July 31, 2017
Revised: September 5, 2017
Accepted: September 18, 2017

*Corresponding author :
Mi-hwa Oh
National Institute of Animal Science,
Rural Development Administration,
Wanju 55365, Republic of Korea.
Tel :+82-63-238-7379,
Fax :+82-63-238-7397,
E-mail : moh@korea.kr

Copyright © 2017 Korean Society of Milk Science and Biotechnology.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/ licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

Mastitis is a common and serious infection of the mammary gland in dairy cattle and has a major economic impact on the production of milk and dairy products. Bacterial mastitis is caused by several pathogens and is most frequently associated with coagulase-negative staphylococci (CNS). Although CNS are typically associated with subclinical or mild mastitis, the importance of CNS has increased as these pathogens have emerged as predominant mastitis-related pathogens in many countries. CNS can cause persistent infections, resulting in increased milk somatic cell counts and thereby affecting milk quality and decreasing milk production. Globally, *Staphylococcus chromogenes*, *S. epidermidis*, and *S. simulans* are the predominant CNS species in dairy cattle mastitis. Antibacterial resistance of CNS varies with species, and most CNS are susceptible to vancomycin and resistant to penicillin and tetracycline. As the most frequently isolated CNS species, some strains of *S. chromogenes* exhibit phenotypic resistance to ampicillin, erythromycin, oxacillin, penicillin, and tetracycline. Some strains of *S. epidermidis* and *S. haemolyticus* are only susceptible to vancomycin and rifampicin. Therefore, more studies are needed to achieve the control and prevention of CNS as environmental pathogens.

Keywords

mastitis, dairy cattle, coagulase-negative staphylocci (CNS), antibacterial resistance

서 론

유방염은 산유량 감소와 유방염 원유 폐기, 감염우의 조기도태, 치료비 등으로 국내외 낙농산업에 막대한 경제적 손실을 야기하고 있다. 임상형 유방염은 육안으로 쉽게 판별할 수 있지만, 산유량 감소와 함께 유방염의 잠재성을 가진 준임상형 유방염은 임상증상이 없기 때문에 진단하는 것이 쉽지 않다. 준임상형 유방염은 캘리포니아 유방염 진단법(CMT) 등의 야외진단 방법이나 유즙의 세균배양 등 실험실 진단에 의해서만 판정할 수 있으며, 임상형 유방염보다 발생율이 15~40배나 높다(국립수의과학검역원, 2001). 이들을 치료하지 않은 채 방치하면 임상형 유방염으로 진행될 수 있기 때문에 준임상형을 신속하게 진단 · 치료하거나 예방하는 것이 유방염의 방제를 위해서 매우 중요하다고 할 수 있다(Nam, 2010).

유방염 원인체는 발생 양상에 의해서 전염성과 환경성으로 분류되며, 전염성 유방염 원인균으로는 *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae*와 *Streptococcus agalactiae* 등이 있고, 환경성 유방염 원인균으로는 *Escherichia coli*와 *Streptococcus uberis* 등이 있다(Lee 등 2007). 국제기구(National Mastitis Council; NMC)에 의해 전 세계적으로 보급된 '유방염 관리프로그램'을 적용한 후에는 전염성 유방염 원인균이 크게 감소되어 유질이 획기적으로 개선되었다. 그러나 환경성

유방염 원인균 근절에는 효과적이지 못하였으며, 이러한 환경성 원인체에 의한 임상형 유방염이 점차적으로 문제가 되었다(Nam, 2010).

Coagulase-negative Staphylococci(CNS)는 환경성 유방염 주요 원인균으로 세계적으로 분리되는 빈도가 증가하고 있다(Sawant *et al.*, 2009; Piessens *et al.*, 2011). Staphylococci는 혈액 응고를 일으키는 효소인 coagulase를 생산하는 능력에 기초하여 Coagulase-positive Staphylococci(CPS)와 CNS로 나누어진다. *Staphylococcus aureus*는 대표적 CPS로서 일반적으로 *S. aureus*와 CNS 두 그룹으로 나눌 수 있다(Pyörälä and Taponen, 2009a). 유방염 진단에서 *S. aureus*는 주요 병원균으로 잘 알려져 있지만, CNS는 보통 준임상적 또는 경증의 유방염만을 일으키기 때문에 종 수준으로 식별되지 않고 하나의 그룹으로 취급하였다(Pyörälä and Taponen, 2009a). 그러나 최근 연구에 따르면 일부 종은 임상적 유방염과 관련성이 있을 수 있다고 지적하고 있다(Piessens *et al.*, 2011). 또한 CNS는 많은 국가에서 유방염을 일으키는 가장 흔한 원인체가 되었고, 유선에 상재하면서 체세포 수를 증가시키고, 우유의 품질저하를 유발한다(Nam *et al.*, 2012). 또한 최근 면역저하 환자나 인공장치물을 삽입한 환자들에서 자주 패혈증이나 원내감염을 일으키는 기회감염균으로 밝혀졌다(Nam *et al.*, 2000; Choi *et al.*, 2004). Shin과 Park(2007)은 병원에서 1년간 입원환자와 외래환자에서 *Staphylococcus*의 분리율을 조사한 결과 CNS가 각각 46.6%, 85.4%로 매우 높은 비율을 차지한다고 보고하였다.

이러한 유방염의 치료를 위해서 주로 항생제 요법이 활용되고 있다. 적절한 항생제를 선택하기 위해서는 유방염 원인균에 대한 감수성 검사를 선행하는 것이 중요하다(Rajala-Schulz *et al.*, 2004). 왜냐하면 Nam 등(2000)은 삼성병원에서 1997년부터 32개월간 자료조사 결과 CNS의 73.0%가 methicillin 내성을 보인다고 보고하였고, 그 외 여러 연구에서도 CNS의 각종 항생제 내성을 보고하고 있기 때문이다(Virdis *et al.*, 2010; Sawant *et al.*, 2009; Huber *et al.*, 2011; Maran, 2005).

이에 본 고는 국가별 전임상 유방염에서 CNS 균종의 분리 빈도와 일반적인 특성, 예방법을 파악함으로서 유방염을 효과적으로 통제하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

본 론

1. 국내외 젖소에서 *S. aureus*와 CNS의 검출율

젖소에서 유방염의 주요 원인균으로 Staphylococci는 사람 및 동물에 있어서 질병과 관련된 중요한 인자이며, 특히 *Staphylococcus aureus*는 오랜 기간 젖소 농가의 주요한 유방염 원인체로 검출되어 왔다. 이들은 병원성이 매우 강한 그람양성 알균으로 사람과 동물에 각종 화농성 질환과 폐렴, 식중독, 패혈증, 뇌수막염 등을 일으키며, 병원성 *Staphyloccous*의 지표가 되는 내열성 효소인 coagulase, hemolysin, enterotoxin 등 다양한 독성 인자를 생산하는 것으로 알려져 있다(Leonard *et al.*, 2008). 이 외 유방염 원인체인 Coagulase-negative Staphylococci (CNS)는 축사 내 분변, 유방, 유두, 착유기 세척에 사용되는 물 등의 환경을 통해 유선조직에 침입하여 유방염을 유발한다고 알려져 있다(Faria *et al.*, 2009; Pyörälä snf Taponen, 2009a). 최근에 많은 CNS가 원내 감염환자에서 발견되어짐으로써 주요 병원성균 중 하나로 중요도가 커지고 있다(Pyörälä and Taponen, 2009a).

최근 국내에서 Nam 등(2013)은 국내 젖소 유방염 원인균별 분리 빈도를 보기 위해 2006년부터 2012년도까지 조사하였다(Table 1). 연구결과에 따르면 주요 원인균은 Staphylococci으로서, 2012년을 제외한 매년 분리율의 50%이상을 차지하는 것으로 나타났다. 이 중 CNS가 약20% 이상 많게는 약 47% 이상을 차지하고 있었다. 이렇듯 빈번한 젖소 유방염의 원인체로 작용하기 때문에 CNS는 신종 출현 병원체라고 표현할 수 있다(Pyörälä and Taponen, 2009a). Kim 등(2010)의 연구에서도 CNS는 약 45%로 분리 빈도가 높게 나타났는데, 외국의 경우도 유사한 경향이 나타남을 확인하였다. 즉, 국내와 비슷한 결과가 미국, 네덜란드, 스웨덴, 벨기에에서도 보고된 바 있다(Sawant *et al.*, 2009; Sampimon *et al.*, 2009; Piessens *et al.*, 2011; Waller *et al.*, 2011). 그러나 1990년대 이전에는 국내 유방염 원인균으로서 가장 빈번하게 분리되는 균은 *S. aureus*라는 보고가 있었다(Cho *et al.*, 2001). 근래에 들어서야 환경유래 기회세균인 CNS가 주된 유방염의 원인균으로 큰 비율을 차지하게 되었는데, Nam 등(2010)은 이러한 이유를 유방염 방제프로그램이 *S. aureus*와 같은 감염성 유방염 원인체의 감소에 큰 기여를 했기 때문

Table 1. Relative frequency of *S. aureus* and CNS isolated from milk samples of subclinical mastitis in dairy cattle in Korea during 2006~2012

Pathogens		Number of isolates (%)							
		Total	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
Staphylococci spp.	*S. aureus*	503 (14.7)	88 (7.1)	29 (22.8)	72 (36.9)	78 (31.8)	56 (11.0)	115 (25.4)	65 (9.8)
	CNS	1079 (31.5)	246 (19.9)	41 (32.3)	61 (31.2)	100 (40.8)	203 (40.1)	117 (25.9)	311 (46.9)
Total		3422	1237	127	195	245	505	451	662

Source: Nam *et al.*, 2010; 2012; 2013 Source: Nam *et al.*, 2010; 2012; 2013.

이라고 언급하였다.

2. 유병염 젖소에서 CNS 균종별 검출율

앞서 설명한 바와 같이 국내외에서 최근 유방염 원인균으로 Staphylococci 중 CNS의 빈도가 가장 매우 높게 나타나고 있다. CNS의 분리균종별 검출율을 더 상세히 살펴보기 위해 국내(Nam *et al.*, 2010) 뿐만 아니라 미국, 네덜란드, 스웨덴, 벨기에에서 조사했던 준임상 유방염 젖소의 우유에서 CNS 균종별 분리빈도를 Table 2에 나타냈다(Sawant *et al.*, 2009; Sampimon 등, 2009; Waller *et al.*, 2011; Piessens *et al.*, 2011). 분리된 균종은 국가별로 차이를 보였으나, 우리나라를 제외한 미국, 네덜라드, 스웨덴, 벨기에에서 CNS 분리균종 중 *S. chromogenes*가 30.3~36%로 가장 많이 분리되었으며, 그 다음으로는 *S. epidermidis*(11.9~22%), *S. simulans* (11~18.8%), *S. haemolyticus*(1~27.6%), *S. warneri*(2.2~4%)순으로 나타났다. CNS 균종 간의 분리된 빈도 차이 또는 특이적으로 검출되는 종은 국가에 따라 차이가 있었다. 미국과 네덜란드에서는 *S. hyicus*와 *S. intermedius*가 분리되었는데 특히 *S. hyicus*는 미국에서 22%의 높은 빈도를 보였다. 이 두 종은 균주에 따라 Cagulase positive 또는 Coagulase-variable가 다양하게 존재한다. 국내 CNS 분리균종에서는 특이하게도 가장 빈번히 검출된다고 보고된 *S. chromogenes*는 검출되지 않았고, 다른 국가에서는 검출되지 않거나 소수로 분리되어진 *S. auricularis*가 가장 높은 검출율인 약 40% 정도를 차지하였다. 그 다음으로 빈도가 높은 균종은 *S. simulans*와 *S. haemolyticus, S. xylosus, S. sciuri, S. hominis, S. warneri, S. saprophyticus*, *S. epidermidis*의 순으로 나타났다. *S. chromogenes*의 존재 유무에서 국외 연구와 큰 차이를 보이는 이유는 생화학적 동정과 유전학적 동정이 꼭 일치하지는 않기 때문으로 사료된다.

Vliegher 등(2003) 연구에 따르면, *S. chromogenes*는 송아지의 유두에서 주로 분리되었으며 나이에 따라 그 수는 증가하였다. 또한 *S. chromogenes*는 *S. xylosus*, *S. sciuri*, *S. saprophyticus*, *S. warneri* 및 *S. epidermidis*와 함께 젖소의 피부 및 환경에서 우세한 CNS 종으로 알려져 있다(Matos *et al.*, 1991; white *et al.*, 1989). Devriese와 De Keyser (1980)는 *S. chromogenes*를 제외하고, 젖꼭지와 유두관에서 자주 검출된 CNS 종은 주로 우유에서 분리 된 CNS 종과 차이가 있다고 보고하였다. 즉, 젖소의 유두 피부와 유두 꼭대기에서 얻은 시료에서는 *S. xylosus*, *S. sciuri* 및 *S. haemolyticus*가 우세한 반면, 우유 시료에서 주로 *S. epidermidis*, *S. chromogenes*, *S. simulans*가 높은 빈도로 분리되어 분포에 차이가 있음을 제시하였다. 또한 임상 또는 준임상형 유방염에서는 *S. simulans*가 우세한 CNS 종이었으며, *S. hyicus*와 *S. epidermidis*는 또한 CNS 유방염으로부터 빈번히 검출되었다(Taponen

Table 2. Frequency of coagulase-negative staphylococci species isolated from milk sample with subclinical mastitis

CNS species	Value or description in study				
	Sawant *et al.* (2009)	Nam *et al.* (2008)	Sampimon *et al.* (2009)	Waller *et al.* (2011)	Piessens *et al.* (2011)
Stuudy design parameters					
Country	USA	Korea	Netherland	Sweden	Belgium
No. of isolates	168 (100)	169 (100)	155 (100)	98 (100)	134 (100)
Identification metods	PFGE anaysis	API Staph	API Staph	tuf gene PCR	RAPD fingerprints
Identified Staphylococci (%)					
S. chromogenes	61 (36)		47 (30.3)	30 (31)	41 (30.6)
S. epidermidis	37 (22)	2 (0.9)	20 (12.9)	21 (21)	16 (11.9)
S. auricularis		66 (39.9)	2 (1.3)		3 (2.2)
S. capitis			17 (11)		
S. simulans	16 (10)	31 (18.8)	17 (11)	13 (13)	15 (11.2)
S. warneri	7 (4)	7 (4.1)	12 (7.7)	2 (2)	3 (2.2)
S. xylosus	1(1)	14 (8.2)	7 (4.5)	4 (4)	
S. haemolyticus	2(1)	21(12.4)	6 (3.9)	14 (14)	37 (27.6)
S. hominis	4 (2)	12 (7.1)	1 (0.7)		5 (3.7)
(*S. hyicus*)[a]	37 (22)		3 (1.9)	1	
(*S. intermedius*)[a]	2 (1)		4 (2.6)		
S. cohnii			2 (1.3)		4 (3.0)
S. sciuri	1(1)	13 (7.6%)	3 (1.9)		
S. saprohyticus		3 (1.7)	1 (0.7)	7 (7)	4 (3.0)
Others			13 (8.4)	6 (6)	6 (4.5)

[a] If part of the study, percentages of coagulase-positive or coagulase-variable species (species names in parentheses) are also given.

et al., 2006; Rajala-Schulz *et al*., 2004). 유사하게도 Table 2의 결과에서 보듯이 준임상형 유방염 젖소의 우유에서는 *S. epidermidis*, *S. chromogenes*, *S. simulan*가 우세하게 분리되었음을 확인할 수 있었다.

3. CNS의 항균제 내성률

Staphlococci의 가장 잘 알려진 대표적 항생제 내성균인 methicillin resistant *S. aureus* (MRSA)는 많은 연구가 보고되었지만, 최근 유방염 원인체로 국내를 비롯한 여러 국가에서 가장 빈번히 분리되는 CNS는 다제내성을 쉽게 일으키는 경향이 있음에도 불구하고 별로 중요하지 않는 병원체로 간주되어 왔다(Pyörälä and Taponen, 2009a). 이들은 *S. aureus*에 항생제 내성 유전자를 전달하는 매개체로서도 작용할 수 있다는 보고와 함께 최근에 그 중요성이 부각되었으다(Leonard and Markey, 2008). Archer와 Climo (1994)에 따르면 원내 감염에 있어서 CNS 증가는 다중 저항성을 가진 CNS 균주의 증가로 인한 것일 수 있다고 언급하였다. Staphylococci에서 가장 흔한 저항기작은 β-lactamase 생산으로 penicillin G와 aminopenicillins에 내성을 갖는 것이다(Pyörälä and Taponen, 2009a). 유방염에서 분리된 CNS의 penicillin 저항성은 노르웨이(36%, NORM-VET, 2005), 덴마크(25%, DANMAP, 2001), 네덜란드(41~61%, MARAN, 2005), 필란드(32%, Pyörälä *et al*., 2004)로 보고되었다.

Staphlococci의 항생제 내성이나 병원성, 기회감염에 대한 숙주의 반응은 균종에 따라 다를 수 있어 적절한 항생제 선발을 위해서는 CNS 각각의 균종에 따라 항생제 내성 패턴을 조사할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 전임상 유방염 젖소의 우유에서 분리된 주요 CNS 균종의 항생제 내성 패턴을 여러 연구들을 통해 비교하였다 (Table 3). 대부분의 CNS는 penicillin과 tetracycline에 내성을 보였고, vancomycin에 대해서는 보고된 8종의 CNS 모두 감수성을 나타내었다. 젖소의 유방염 우유에서 가장 빈번하게 분리되는 *S. chromogenes*는 ampicillin, erythromycin, oxacillin, penicillin, tetracycline에 저항성을 보였으며, *S. epidermidis*와 S. *homeolyticus*는 vancomycin과 rifampicin에만 감수성을 보였고, 그 외 10개의 항생제에 대해선 저항성을 나타내었다. *S. saprohyticus*는

Table 3. Colony appearance and antibiotic resistance characteristics of the individual CNS species isolated from animal-derived milk sample with subclinical mastitis

CNS Species	Colony appearance	Antibiotic resistance*												Reference
		Amp	Cef	Cmp	Cip	Em	Van	Gm	Oxa	Rif	Str	Pen	Tc	
S. chromogenes	Butyrous, orange, or creamy	R				R		S	R		R	R	R	Devriese *et al*., 2002 Todhunter *et al*., 1993
S. epidermidis	Gray or grayish white	R	R	R	R	R	S	R	R	R		R	R	Huber *et al*., 2011 Haque *et al*., 2009
S. auricularis	White								R				R	Schwarz *et al*., 1998 Marshall *et al*., 1998
S. simulans	Gray-white					S/R	S		S/R			R	R	Luthje and Schwarz, 2006 Faria *et al*., 2009
S. warneri	Gray-white (20%), slightly yellowish colonical ceter to bright Yellow-orange					S/R	S		S/R				R	Luthje and Schwarz, 2006 Faria *et al*., 2009
S. xylosus	Orange-yellow, yellowish, or gray to gray-white			R		S/R	S		S		S	R	R	Luthje and Schwarz, 2006 Allori *et al*., 2006
S. haemolyticus	Gray-white, white, or slight yellow tint	R	R	R	R	R	S	R	R	S	R	R	R	Huber *et al*., 2011 Bjorland *et al*., 2005
S. hominis	Dull, gray-white to yellowish, or yellow-orange			S	S	R	S	R	R	R		S/R	R	Faria *et al*., 2009; Bjorland *et al*., 2005
(*S. hyicus*)	Gray-white with yellowish			R		R/S		S			R	R	R	Wegener and Schwa, 1992
(*S. intermedius*)						R		S				R	R	Werckenthin *et al*., 2001 Schwarz *et al*., 1998
S. cohnii	Lemon yellow			S	R	R	S	R	R	R		R	S/R	Faria *et al*., 2009 Schwarz *et al*., 1998
S. sciuri	Gray-white with yellowish		R		R	R	S	S		S		R	R	Huber *et al*., 2011
S. saprohyticus	Unpigmented or sloght yellow tint	S	S	S	S/R	R	S	S	S	S		S/R	S	Jeong and Lee, 2015 Luthje and Schwarz, 2006

*Amp, ampicillin; Cef, cefoxitin; Cmp, chloramphenicol; Cip, ciprofloxacin; Em, erythromycin; Van, vancomycin; Gm, gentamycin; Oxa, oxacillin; Rif, rifampicin; Str, streptomycin; Pen, penicillin; Tc, tetracycline.

상당수의 항생제에 대해서 가장 높은 감수성을 보였다. 국내의 유방염 젖소에서 가장 많이 분리된 *S. auricilaris*는 항생제 민감성에 관한 연구가 많지 않았지만 oxacillin과 tetracycline에 저항성이 있음이 보고되었다. CPS(coagulase-positive species)에 속하는 *S. hyicus*와 *S. intermedius*는 erythromycin, penicillin, tetracycline에 대해 내성을 나타냈다. 따라서 CNS 자체 뿐 아니라 항생제 내성 측면에서도 주의를 기울여야 한다.

4. CNS 유방염의 예방

CNS 유방염의 경우, 다른 유형의 유방염과 마찬가지로 예방이 가장 중요하다. 그러나 현재까지 대부분의 연구는 주요 병원균에 의한 유방염 예방에 중점을 두고 있으며, CNS에 의한 유방염은 구체적으로 다루어지지 않았다. CNS는 오랫동안 유방염을 일으킬 수 있는 기회주의 환경 미생물로 간주되어 왔다(Faria *et al.*, 2009). 따라서 청결하고 건조한 환경이 무엇보다 중요하다. Pyörälä와 Taponen (2009b)은 임신한 젖소는 임신하지 않은 소보다 CNS에 감염될 확률이 높으며 분만 전이나 분만 직후에 감염이 가장 높게 발생한다고 보고하였다. 따라서 CNS 유방염 예방 시, 임신한 젖소 주변의 환경관리를 철저하게 해야 하며 이는 송아지의 유방 건강을 위해서도 중요한 요인이 될 수 있다고 제시하였다.

유방염에 대한 예방 대책 중 비항생제 요법인 Internal Teat Sealants는 건유기 유방염 치료에 대안제로서 상용될 수 있다. Parker 등(2007) 연구에서 Internal Teat Sealants의 염증 보호 효과가 입증되었다. Internal Teat Sealants를 산전 암소에서 실험하였더니 산후 임상적 유방염과 염증 감염의 위험이 현저하게 감소하였다. 소의 유방염 백신의 개발은 어려우며 심지어 자연적인 유방 내 감염은 후속 감염을 예방하지 못했다(Talbot and Lacasse, 2005). CNS 유방염에 대한 백신 접종은 아직 연구된 바가 없어 앞으로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

결 론

유방염은 낙농 젖소에서 가장 흔하고 해로운 감염이며, 우유 및 낙농제품의 생산에 큰 경제적 영향을 미친다. 유방염에서 가장 빈번히 분리되는 세균 중 하나인 Coagulase-negative staphylococci(CNS)는 최근까지 그다지 중요하지 않은 병원체로 간주되었다. 그러나 많은 국가에서 발생 빈도가 증가하고 원내감염을 일으키는 환경 유래 기회감염균으로 알려지면서 그 중요성이 부각되고 있다. CNS 감염은 대부분 전임상형이나 지속적으로 체세포수를 증가시키고 유질을 떨어뜨리며 유방조직을 손상시켜 유량을 감소시킬 수 있다. CNS는 국내 전임상 유방염 젖소 우유에서 약 20% 이상 많게는 약 47% 이상을 차지하고 있다. 전 세계적으로 *S. epidermidis*, *S. chromogenes*, *S. simulan*는 젖소의 전임상 유방염에서 우세한 CNS 종이며, 국가별 약간의 차이가 있지만 *S. haemolyticus, S. xylosus, S. sciuri, S. hominis, S. warneri, S. saprophyticus*도 잦은 빈도로 검출되었다. 항생제 종류에 대한 CNS 내성양상은 균종에 따라 달랐다. 대부분의 CNS는 penicillin과 tetracycline에 내성을 보였고, vancomycin에 대해서는 조사된 총 11종 중 현재까지 보고되지 않은 *S. chromogenes S. auricularis*를 제외한 다른 9종에서 모두 감수성을 나타내었다. 가장 빈번이 검출되는 CNS 균종 중 일부 *S. chromogenes* 균주는 ampicillin, erythromycin, oxacillin, penicillin, tetracycline에 저항성을 보였으며, *S. epidermidis*와 S. *homeolyticus* 균주는 vancomycin과 rifampicin에서만 감수성을 보였다. 유방염 원인균별 검출율 및 각 CNS 균종별 항생제 내성을 조사한 결과, 국내 젖소에서 유방염을 방제하기 위해서는 환경 유래 유방염 원인균에 대한 통제 및 예방을 위한 노력에 더 많은 주의를 기울여야 한다는 사실을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(축산물 중 식중독균 검출을 위한 시료 전처리법 개발, PJ01199301)과 2017년도 농촌진흥청(국립축산과학원) 박사후연수과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

References

Archer G. L. and Climo M. W. 1994. Antimicrobial susceptibility of coagulase-negative staphylococci antimicrob. Agents Chemother. 38:2231-2237.

Bjorland, J., Steinum, T., Kvitle, B., Waage, S., Sunde, M. and Heir, E. 2005. Widespread distribution of disinfectant resistance genes among staphylococci of bovine and caprine origin in Norway. J. Clin. Microbiol. 43: 4363-4368.

Cho, M. H., Do, J. C., Song, H. J. and Jyeong, J. S. 2001. Identification of bacterial agents causing mastitis in dairy cattle and observation of residual changes of sulfadimethoxine in serum and milk of the cattle after administration of sulfadimethoxine sodium. Korean J. Vet. Serv. 24:31-41.

Choi, I. O., Jung, S. I., Shin, D. H., Park, Y. K. and Shin, J. H. 2004. Pulsed-Field Gel Electrophoresis (PFGE) patterns and antibiotypes for sequential isolates of *Staphylococcus epidermidis* from blood cultures. Infect Chemother. 36:279-285.

DANMAP, 2001. Use of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals, foods and humans in Denmark. Available at: 〈http://www.danmap.org/pdfFiles/Danmap_2001.pdf〉

de Allori, M. C. G., Jure, M. Á., Romero, C. and de Castillo, M. E. C. 2006. Antimicrobial resistance and production of biofilms in clinical isolates of coagulase-negative *Staphylococcus* strains. Biol. Pharm. Bull. 29:1592-1596.

De Vliegher, S., Laevens, H., Devriese, L. A., Opsomer, G., Leroy, J. L. M., Barkema, H. W. and de Kruif, A. 2003. Prepartum teat apex colonization with *Staphylococcus chromogenes* in dairy heifers is associated with low somatic cell count in early lactation. Vet. Microbiol. 92:245-252.

De Vliegher, S., Laevens, H., Opsomer, G., Catry, B., Leroy, J. and de Kruif, A. 2003. Prevalence of teat apex colonizations by *S. chromogenes* in young and primigravid dairy heifers. Acta. Vet. Scand. 44;1-2.

Devriese, L. A., Baele, M., Vaneechoutte, M., Martel, A. and Haesebrouck, F. 2002. Identification and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus chromogenes* isolates from intramammary infections of dairy cows. Vet. Microbiol. 87:175-182.

Faria, C., Vaz-Moreira, I., Serapicos, E., Nunes, O. C. and Manaia, C. M. 2009. Antibiotic resistance in coagulase negative staphylococci isolated from wastewater and drinking water. Sci. Total Environ. 407:3876-3882.

Haque, N., Hossain, M. A., Bilkis, L., Musa, A. K., Mahamud, C., Bari, M. S. and Islam, M. A. 2009. Antibiotic susceptibility pattern of *Staphylococcus epidermidis*. Mymensingh Med. J. 18:142-147.

Huber, H., Ziegler, D., Pflüger, V., Vogel, G., Zweifel, C. and Stephan, R. 2011. Prevalence and characteristics of methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci from livestock, chicken carcasses, bulk tank milk, minced meat, and contact persons. BMC Vet. Res. 7:1.

Kim, J. H., Ko, M. J., Kim, K. H., Lee, S. H. and Choi, S. S. 2010. Antimicrobial susceptibility of Staphylococci sp. isolated from bovine milk. Kor. J. Microbiol. 46:341-345.

Leonard, F. C. and Markey, B. K. 2008. Meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* in animals-a review. Vet. J. 175: 27-36.

Lüthje, P. and Schwarz, S. 2006. Antimicrobial resistance of coagulase-negative staphylococci from bovine subclinical mastitis with particular reference to macrolide-lincosamide resistance phenotypes and genotypes. J. Antimicrob. Chemother. 57:966-969.

MARAN, 2005. Monitoring of antimicrobial resistance and antibiotic usage in animals in the Netherlands in 2005. Available at: 〈http://www.cidc-lelystad.wur.nl/UK/publications/〉

Marshall, S. A., Wilke, W. W., Pfaller, M. A. and Jones, R. N. 1998. *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci from blood stream infections: frequency of occurrence, antimicrobial susceptibility, and molecular (mecA) characterization of oxacillin resistance in the SCOPE program. Diagn. Microbiol. Infect. Dis. 30:205-221.

Matos, J. S., White, D. G., Harmon, R. J. and Langlois, B. E. 1991. Isolation of *Staphylococcus aureus* from sites other than the lactating mammary gland. J. Dairy Sci. 74:1544-1549.

Nam, H. M., Geum, C. J. and Dae, J. K. 2012. Antimicrobial resistance and resistance patterns of *S. aureus*, coagulase-negative *Staphylococcus* spp., and *E. coli* isolated from bovine mastitis in Korea during 2010~2011. Kor. J. Vet. Publ. Hlth. 36.1:1-10.

Nam, H. M. 2010. Current situation of mastitis and relative frequency of pathogens isolated from subclinical mastitis in dairy cattle in Korea. Kor. J. Vet. Publ. Hlth.

Nam, H. M., Jang, G. C., Kim, H. J. and Jung, S. C. 2013. Culture results from quarter milk samples submitted to veterinary diagnostic laboratories during January~November 2012 in Korea. Prev. Vet. Med. 37:111-119.

Nam, M. H., Woo, H. Y., Lee, J. H. and Lee, N., Y. 2000. Comparison of mecA gene detection with susceptibility testing methods in coagulase negative *Staphylococcus* according to the new NCCLS guidelines. Korean J. Clin. Microbiol. 3:57-61.

NORM-VET, 2005. Usage of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in Norway, 2006. Available at: 〈http://www.vetinst.no/Arkiv/Zoonosesenteret/NORM_NORM-VET_2005.pdf〉

Parker, K. I., Compton, C., Anniss, F. M., Weir, A. and Heuer, C., McDougall, S. 2007. Subclinical and clinical mastitis in heifers following the use of a teat sealant precalving. J. Dairy Sci. 90:207-218.

Piessens, V., Van Coillie, E., Verbist, B., Supré, K., Braem, G., Van Nuffel, A. and De Vliegher, S. 2011. Distribution of coagulase-negative *Staphylococcus* species from milk and environment of dairy cows differs between herds. J. Dairy Sci. 94:2933-2944.

Pyörälä, A., Haveri, M., Pyörälä, S., Myllys, V. and Honkanen-Buzalski, T. 2004. Bovine mastitis in Finland 2001-prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. J. Dairy Sci. 87:2433-2441.

Pyörälä, S. and Taponen, S. 2009b. Coagulase-negative staphylococci-emerging mastitis pathogens. Vet. Microbiol. 134:3-8.

Rajala-Schulz, P. J., Smith, K. L., Hogan, J. S. and Love, B. C. 2004. Antimicrobial susceptibility of mastitis pathogens from first lactation and older cows. Vet. Microbiol. 102:33-42.

Sampimon, O. C., Barkema, H. W., Berends, I. M., Sol, J. and Lam, T. J. 2009. Prevalence and herd-level risk factors for intramammary infection with coagulase-negative staphylococci in Dutch dairy herds. Vet. Microbiol. 134:37-44.

Schwarz, S., Roberts, M. C., Werckenthin, C., Pang, Y. and Lange, C. 1998. Tetracycline resistance in *Staphylococcus* spp. from domestic animals. Vet. Microbiol. 63:217-227.

Shin H. S. and Park B. Y. 2007. Isolation Frequency of *Staphylococcus* species from clinical materials. Korean J. Clin. Lab. Sci. 39:76-85.

Talbot, B. G. and Lacasse, P. 2005. Progress in the development of mastitis vaccines. Livestock Prod. Sci. 98:101-113.

Taponen, S. and Pyörälä, S. 2009a. Coagulase-negative staphylococci as cause of bovine mastitis -Not so different from *Staphylococcus aureus*?. Vet. microbiol. 134:29-36.

Taponen, S., Simojoki, H., Haveri, M., Larsen, H. D. and Pyörälä, S. 2006. Clinical characteristics and persistence of bovine mastitis caused by different species of coagulase-negative staphylococci identified with API or AFLP. Vet. Microbiol. 115:199-207.

Virdis, S., Scarano, C., Cossu, F., Spanu, V., Spanu, C. and De Santis, E. P. L. 2010. Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* and coagulase negative staphylococci isolated from goats with subclinical mastitis. Vet. Med. Int.

Waller, K. P., Aspan, A., Nyman, A., Persson, Y. and Andersson, U. G. 2011. CNS species and antimicrobial resistance in clinical and subclinical bovine mastitis. Vet. Microbiol. 152:112-116.

Wegener, H. C. and Schwarz, S. 1993. Antibiotic-resistance and plasmids in *Staphylococcus hyicus* isolated from pigs with exudative epidermitis and from healthy pigs. Vet. Microbiol. 34:363-372.

Werckenthin, C., Cardoso, M., Martel, J. L. and Schwarz, S. 2001. Antimicrobial resistance in staphylococci from animals with particular reference to bovine *Staphylococcus aureus*, porcine *Staphylococcus hyicus*, and canine *Staphylococcus intermedius*. Vet. Res. 32:341-362.

White, D. G., Harmon, R. J., Matos, J. E. S. and Langlois, B. E. 1989. Isolation and identification of coagulase-negative *Staphylococcus* species from bovine body sites and streak canals of nulliparous heifers. J. Dairy Sci. 72:1886-1892.

국립수의과학검역원. 2001. 유방염의 종류 및 치료대책. https://www.qia.go.kr/animal/prevent/getZipJcjbWebAction.do?id=229