

## 영남지방 돼지의 *Pasteurella multocida* 감염상태 및 분리균의 생화학적 특성

조길재·김봉환  
경북대학교 수의과대학  
(1989. 8. 7 접수)

### Incidence of *Pasteurella multocida* infection in Youngnam swine herds and the biochemical properties of the organisms recovered from pigs with atrophic rhinitis and pneumonic lungs

Gil-jae Cho, Bong-hwan Kim

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University

(Received Aug 7, 1989)

**Abstract:** The present study was conducted to investigate the incidence of *Pasteurella multocida* infection in Youngnam swine herds during the period from March 1988 to February 1989 and some properties of the isolated organisms.

*P. multocida* was isolated from 22(43.1%) of 51 growing pigs of 4 to 12 weeks of age and from 8(80.0%) of 10 herds. From nasal turbinates of 102 slaughtered pigs, 47(46.1%) pigs were culture positive and pigs from 8(88.9%) of 9 herds were found to be infected with *P. multocida*. From lungs of 101 slaughtered pigs, 42(41.6%) pigs were culture positive and the pigs from 11(91.7%) of 12 herds were found to be infected with *P. multocida*.

The majority of biochemical and cultural properties of the *P. multocida* isolates were identical to those of the standard strains.

The isolation frequencies of *P. multocida* in relation to pig snout lesion grades of 0 to 5 were 28.6%, 41.6%, 48.0%, 50.0%, 85.7%, and 100%, respectively.

**Key words:** *Pasteurella multocida*, atrophic rhinitis, pneumonic pasteurellosis, biochemical property.

### 서론

*Pasteurella multocida*(*P. multocida*)는 1880년 Louis Pasteur에 의해 fowl cholera에 걸린 닭에서 처음 분리되어 fowl cholera의 원인체임이 밝혀진 이래, 여러 학자들에 의해 *Micrococcus gallicidus*, *M. cholerae-gallinarum*, *Bacterium cholerae-gallinarum* 등으로 명명되어졌으며, 이 균과 동일한 성상을 가진 균이 소를 위시한 여러 동물에서도 유사한 출혈성 패혈증을 일으킨다는 사실이 밝혀져 *Bacterium septicemia hemorrhagiae*로 개명되기도 하였다.<sup>1,2</sup> 1887년 Tre-

visan은 fowl cholera의 원인체를 처음 분리·보고한 Pasteur의 이름을 기리기 위해 *Pasteurella*속의 신설을 제안하였으며, 이 균을 *Pasteurella cholerae-gallinarum* 이라고 개명할 것을 주장하였다.<sup>3</sup> 이후에도 이 균이 분리되는 동물의 종에 따라 *avicida*, *suicida*, *bovisepitica* 등의 종명이 붙여졌으며 이것을 통일하기 위해 1929년 Topley와 Wilson은 *P. septicica*로 할 것을 제안하여 상당한 호응을 받았으나 여러 동물에 병원성을 가지고 있는 이 균의 특성을 들어 *P. multocida*로 명명하는 것이 타당하다는 Rosenbusch와 Merchant의 주장이 받아들여져서 일반적으로 널리 통용되고 있다.<sup>1-3</sup>

이 *Pasteurella*속에는 현재 *P. multocida*, *P. pneumotropica*, *P. hemolytica*, *P. ureae*, *P. aerogenes*, *P. gallinarum* 등 6종이 분류되어 있다.<sup>1</sup>

돼지에 있어서 *P. multocida*는 비갑개골 위축, 상악골 발육부전, 기침, 재채기, 비출혈 등의 증상을 나타내는 전염성 위축성 비염(infectious atrophic rhinitis: AR)은 물론 폐렴의 원인균인 것으로 여러 연구자들에 의해 밝혀져 있다.<sup>4-9</sup>

*Pasteurella*에 기인된 폐렴에 있어서 *P. multocida* 단독 감염에 의한 발병은 드물고, 주로 *Haemophilus*, *Mycoplasma*, hog cholera virus, influenza virus 등의 감염에 이은 2차감염이나 폐충, 회충의 유충에 의한 폐손상, 스트레스, 기후의 급변, 환경관리 소홀 등으로 항병성이 약화되었을때 평소 상부 호흡기도에 잠복해 있던 *Pasteurella*균이 갑자기 폭발적으로 증식하면서 폐렴을 유발시킨다고 보고되어 있다.<sup>10,11</sup>

하지만 AR의 원인론에 대해서는 오랫동안 많은 논란의 대상이 되어왔다. Switzer<sup>12</sup>, Cross와 Claffin<sup>13</sup>, Duncan et al<sup>14</sup>, Harris et al<sup>15</sup>, Nakai et al<sup>16</sup>은 AR의 주병원체가 *Bordetella bronchiseptica*(*B. bronchiseptica*)라고 주장한 반면, Gwatkin<sup>17</sup>, Schöss<sup>18</sup>, Dirks et al,<sup>19</sup> Thiel<sup>20</sup>, Rutter et al,<sup>21</sup> Schimmel<sup>9</sup>, Eamens et al,<sup>22</sup> Pedersen et al<sup>7</sup>은 toxigenic *P. multocida*가 primary agent라고 하였다.

한편, Bercovich와 Akkermans,<sup>23</sup> Baars et al,<sup>24</sup> Rutter와 Rojas,<sup>8</sup> Pedersen과 Barfod,<sup>25</sup> De Jong,<sup>26</sup> Gois et al<sup>27</sup>은 *B. bronchiseptica*와 toxigenic *P. multocida*의 상호작용 및 환경요인 등이 복합적으로 작용함으로써 AR이 발생된다는 주장을 펴고 있다. *B. bronchiseptica*가 AR의 유일한 병원체라고 하는 단일 병원론이 지배적이던 북미주에서도 Runnels,<sup>28</sup> Gois et al<sup>27</sup>이 복합병원론에 동조하고 있으며, Pijoan<sup>29</sup>은 AR 기병론에 있어서 *P. multocida*의 dermonecrotxin(DNT)의 중요성을 더욱 강조하고 있다. 그러나 최근에 Sawata et al<sup>30</sup>과 Nakai et al<sup>31</sup>은 toxigenic *P. multocida*는 비강절막에 부착성이 미약하여 AR의 primary agent가 될 수 없으며 *B. bronchiseptica*는 비강절막에 쉽게 정착하여 임상적으로 위축성 비염 병변을 재현시킬 수 있었다고 하였다. 이와 같이 AR의 병원론에 대해서는 학자들간의 주장이 아직까지 일치하지 않고 있는 실정 이지만, AR을 면역학적으로 방제하기 위한 백신은 *B. bronchiseptica*와 toxigenic *P. multocida*를 다같이 면역원으로 사용함으로써 좋은 효과를 기대할 수 있다는 여러 보고들이 좋은 반응을 얻고 있다.<sup>24,29</sup>

그럼에도 불구하고 돼지에서 AR 및 폐렴은 양돈규

모가 커지고 집약화 됨에 따라 발생이 증가하고 있는 추세이다.<sup>32-34</sup>

Little과 Harding<sup>5</sup>은 영국의 돼지 20% 이상이 *Pasteurella*에 기인되어 폐사되었다고 보고하였으며, Kobisch와 Tillon<sup>35</sup>은 프랑스 Brittany 지방의 돼지 49%가 AR에 감염되었다고 보고했다. 또 Rosa et al<sup>36</sup>은 브라질의 Santa Catarina주의 돼지 24%가 AR에 감염되었다고 보고한 바 있다. 이렇듯 전 세계적으로 문제시 되고 있는 AR 및 *Pasteurella*에 기인된 폐렴은 우리나라에서도 박 등<sup>37</sup>이 도축장의 돼지와 자돈을 대상으로 하여 조사한 바에 의하면 AR에 26.2%, *Pasteurella* 폐렴에 21.9%가 감염되었음을 알 수 있었다.

근년에 와서 우리나라의 양돈산업은 괄목할 만한 성장을 이루고 있다. 특히 대구 및 부산근교를 중심으로 한 영남지방에서도 양돈산업이 기업양돈으로서의 면모를 갖추게 됨에 따라 다두사육시 크게 문제시 되기 쉬운 AR을 위시한 호흡기질병 문제가 심각해지고 있음은 주지의 사실이다.<sup>38</sup> 그러나 AR 및 *Pasteurella*에 기인한 폐렴에 대해서 박 등<sup>37</sup>이 서울근교 및 호남지방의 돼지에 대해서는 보고한 바 있지만, 영남지방의 돈군을 대상으로 하여 조사한 바는 없었다. 돼지의 생산성을 저하시키는 소모성 질병인 AR에 대해서는 영남지방의 돈군을 대상으로 장과 김<sup>39</sup>이 최근에 그 발생상황을 조사한 바 있으나, AR환돈에서 *P. multocida*의 분리와 *Pasteurella*에 의한 폐렴에 관한 연구는 아직까지 이루어진 바가 없어 이 병의 효과적인 방역을 기대하기가 어려운 실정이다.

이와 같은 배경을 근거로 하여 본 연구는 우리나라에서 크게 문제시되고 있는 돼지 위축성 비염 및 *P. multocida*에 기인된 폐렴의 효과적인 방제를 위한 기초자료를 마련할 목적으로 영남지방에서 사육되고 있는 돼지를 대상으로하여 AR 및 *P. multocida*에 기인된 폐렴의 감염상황을 파악하고 AR감염돈 및 폐병변에서 분리한 *P. multocida*의 배양성상 및 생화학적 특성과 비갑개골 위축병변에 따른 *P. multocida*의 분리빈도를 조사하였다.

## 재료 및 방법

공시동물 : 1988년 3월부터 1989년 2월 사이에 영남지방 10개 양돈장에서 사육되고 있는 4~12주령 자돈 51두와 12개 양돈장으로 부터 출하되는 비육돈(체중 약 90kg) 113두(90두는 snout와 폐를 동시에 공시하였으며 12두는 snout, 그리고 11두는 폐만을 공시하였음)를 포함하여 총 164두를 대상으로 하였다.

재료 채취 방법 : 재료채취용 면봉(150×0.8mm되는

stainless steel)은 brain heart infusion broth에 충분히 침적시킨 후 고압증기멸균(121°C, 30분)하여 1주일 이내에 사용하였다. 4~12주령 돼지의 nasal swab는 Runnels<sup>28</sup>의 방법에 따라 각 양돈장에서 공시돈의 비경부를 알코올 솜으로 깨끗이 소독한 후 면봉을 제 1견치 부근의 비갑개골 부위까지 넣어서 채취하였다. 출하되는 비육돈에 대해서는 도축장에서 도축되는 즉시 두부와 폐를 따로 받아 두부는 Runnels<sup>28</sup>의 방법에 따라 절단하여 재료를 채취하였으며, 폐는 병변부를 잘라서 고압증기멸균된 유리병에 넣었다. 이와 같이 채취한 nasal swab 및 폐병변은 실험실로 즉시 운반하여 균분리배양을 실시하였다.

**비갑개골 병변 조사:** 도살돈의 비갑개골 위축병변의 정도를 조사하기 위하여 비갑개골을 해부용 톱으로 상악골의 제 1구치와 견치의 중간에서 수직으로 절단한 후 Runnels<sup>28</sup>의 방법에 준하여 위축정도를 판정하였다.

***P. multocida*의 분리 및 동정:** tryptose blood agar base(Difco)에 재래종 산양으로 부터 무균적으로 채혈한 탈 fibrin혈액을 7% 혼합한 혈액천천배지를 분리배지로 사용하였다. 37°C에서 18~24시간 배양한 후 집락형태, Gram 및 협막염색성, 그리고 균형태를 확인한 후 *P. multocida*로 추정되는 집락을 분리하여 blood agar plate에 10일 간격으로 계대·냉장보존하였다. *P. multocida*를 동정하기 위한 생화학적 정상시험은 용혈성 및 MacConkey agar에서의 발육여부 등을 위시하여 oxidase시험, catalase시험, indol산생시험, urease 시험, hydrogen sulfide산생시험, motility시험, nitrate 환원시험, gelatin액화시험, MR-VP시험 및 당분해시험 등을 실시하였으며 모든 시험은 Cowan<sup>39</sup>의 방법과 Heddleston<sup>40</sup>의 방법에 따라서 수행하였다.

## 결 과

우리나라 돼지의 *P. multocida* 감염상황을 알아보기 위하여 영남지방의 10개 양돈장에서 사육되고 있는 4~12주령 자돈 51두의 nasal swab 및 9개 양돈장으로 부터 출하되는 비육돈 102두의 nasal turbinate와 12개 양돈장에서 출하되는 규격돈 101두의 폐로부터 *P. multocida*를 분리한 내역은 Table 1~3에 있는 바와 같다. 4~12주령 자돈의 nasal swab에서 *P. multocida*의 분리율은 Table 1에 나타나 있는 바와 같이 51두중 22두에서 분리되어 개체별 감염율은 43.1%이었으며 돈군별 감염율은 10개 양돈장중 8개 양돈장에서 분리되어 80.0%이었다.

또 출하되는 비육돈의 nasal turbinate에서 *P. multocida*의 분리율은 Table 2에서 보는 바와 같이 9개

**Table 1.** The isolation frequency of *P. multocida* from nasal swabs of 4~12 week old pigs

Farms	No. of nasal swabs	No. of <i>P. multocida</i> isolated (%)
I	4	2 (50.0)
II	5	3 (60.0)
III	7	3 (42.9)
IV	4	0 (0)
V	5	2 (40.0)
VI	5	4 (80.0)
VII	4	4(100)
VIII	7	1 (14.3)
IX	7	0 (0)
X	3	3(100)
Total	51	22 (43.1)

**Table 2.** The isolation frequency of *P. multocida* from nasal turbinate of slaughtering pigs

Farms	No. of nasal turbinates	No. of <i>P. multocida</i> isolated (%)
A	20	12(60.0)
B	10	2(20.0)
C	12	3(25.0)
D	10	5(50.0)
E	10	4(40.0)
F	16	8(50.0)
G	11	6(54.5)
H	8	7(87.5)
I	5	0 (0)
Total	102	47(46.1)

양돈장중 8개 양돈장에서 *P. multocida*가 분리되어 돈군별 감염율은 88.9%이었으며 개체별 감염율은 102두중 47두에서 분리되어 46.1%이었다.

전체적으로는 위축성 비염 공시돈 153두중 69두에서 *P. multocida*가 분리되어 개체별 감염율은 45.1%, 농장별로는 19개 농장중 16개 농장(84.2%)이 *P. multocida*에 감염되었음을 알 수 있었다.

비육돈의 폐에서는 Table 3에서 보는 바와 같이 101두중 42두에서 *P. multocida*가 분리되어 개체별 감염율은 41.6%였으며, 농장별로는 12개 양돈장중 11개 양돈장(91.7%)이 *Pasteurella*에 기인된 폐렴에 감염되었음을 알 수 있었다.

공시한 111주의 *P. multocida*에 대한 생화학적 정상

**Table 3.** The isolation frequency of *P multocida* from pneumonic lungs of slaughtering pigs

Farms	No. of lungs	No. of <i>P multocida</i> isolated (%)
A	15	9 (60.0)
B	10	7 (70.0)
C	12	5 (41.7)
D	10	1 (10.0)
E	10	1 (10.0)
F	15	7 (46.7)
G	7	1 (14.3)
H	6	2 (33.3)
I	5	3 (60.0)
L	3	3(100)
M	5	0 (0)
N	3	3(100)
Total	101	42 (41.6)

**Table 4.** Biochemical and cultural properties of 111 cultures of *P multocida* isolated from swine

Characters	No. of positive culture	% of positive culture
Growth on MacConkey agar	0	0
Catalase	111	100
Oxidase	111	100
Indol production	108	97.3
Hydrogen sulfide production	109	98.2
Motility	0	0
Urease production	0	0
Hemolysis	0	0
Nitrate reduction	110	99.1
Methyl-Red reaction	0	0
Voges-Proskauer reaction	0	0
Gelatin liquefaction	0	0

은 Table 4~5에 나타난 바와 같이 catalase시험, oxidase시험, indol산생 시험, H<sub>2</sub>S산생 시험, nitrate 환원 시험 등에는 양성 반응을 나타낸 반면, motility 시험, urease 시험, methyl-red 시험, Vöges-Proskauer 시험, gelatin액화 시험 등에서는 음성 반응을 나타내었다. 모든 균주가 MacConkey agar에서는 성장하지 못하였으며 blood agar에서 용혈성도 보이지 않았다.

**Table 5.** Fermentative properties of 111 cultures of *P multocida* isolated from swine

Fermentable substrates	No. of positive culture	% of positive culture
Gas from Glucose	111	100
Galactose	111	100
Arabinose	0	0
Xylose	106	95.5
Lactose	1	0.9
Maltose	10	9.0
Sucrose	107	96.4
Raffinose	0	0
Inulin	4	3.6
Salicin	1	0.9
Dulcitol	5	4.5
Mannitol	91	82.0
Sorbitol	108	97.3
Inositol	0	0

**Table 6.** The isolation frequency of *P multocida* from nasal turbinate in relation to pig suout lesion grade

Snout lesion grade	No. of nasal turbinates	No. of <i>P multocida</i> isolated (%)
0	14	4 (28.6)
1	39	16 (41.0)
2	25	12 (48.0)
3	16	8 (50.0)
4	7	6 (85.7)
5	1	1(100)

당분해 시험에서는 galactose, glucose, manitol, sorbitol, sucrose, xylose 등이 양성 반응을 보인 반면, arabinose, dulcitol, inositol, inulin, lactose, maltose, raffinose, salicin 등에서는 대부분의 균주가 음성 반응으로 나타났다.

비감개골 위축병변에 따른 *P multocida* 분리율은 Table 6에서 보는 바와 같다. snout lesion grade가 0인 정상돈의 경우 14두중 4두(28.6%)로 분리율이 가장 낮았으며, 비감개골 위축 정도가 중등도인 grade 3의 경우는 16두중 8두(50.0%)에서 분리되었고, grade 4에서는 7두중 6두에서 분리되어 분리율 85.7%를 나타내었으며, 가장 심하게 변화된 grade 5에서는 1두중 1두(100%)가 분리되어 가장 높은 분리율을 보였다.

## 고 찰

*P. multocida*는 1880년 Louis Pasteur가 fowl cholera에 감염된 닭에서 분리·보고한 이래 많은 종의 동물로부터 분리된 바 있으며 전세계적으로 분포하고 있다. 동물의 편도, 구강 등에서 공생하는 비율은 높은 편이라 하겠으며 거의 모든 가족들에 광범위한 숙주역을 가지고 있다.<sup>3,41</sup>

돼지에 있어서 *P. multocida*는 위축성 비염 및 폐렴을 일으키는 균으로서 주목되게 되었으며 여러 학자들의 감염시험에 의해 병원성이 인정되었다.<sup>5,6,19,25,42</sup> 위축성 비염에 감염된 돼지는 폐사하는 예는 드물지만 감염된돈은 성장이 크게 지연되며 사료효율이 현저하게 저하되어 규격돈 출하 일령이 건강돈에 비해 약 1개월 정도 늦어져 경제적으로 막대한 손실을 가져오게 된다.<sup>28,43,44</sup> 우리나라에서도 본병에 의한 피해가 적지 않으며 박 등<sup>37</sup>이 서울근교 및 호남지방 돼지의 nasal swab 및 폐병변에서 각각 26.2%, 21.9%의 분리율을 보고한 바 있으며, 김 등<sup>45</sup>은 폐렴 증세가 있는 폐와 nasal swab에서 각각 22.9%, 26.2%를 분리·보고하였다.

영남지방 돼지를 중심으로 한 본 실험에서는 공시돈 51두중 22두의 nasal swab에서 *P. multocida*가 분리되어 개체별 감염율은 43.1%이었으며 출하되는 규격돈의 nasal turbinate 및 폐병변에서는 각각 46.1%, 41.6%로 분리되어 박 등<sup>37</sup>이나 김 등<sup>45</sup>의 성적보다는 높았다.

Pijoan et al<sup>46</sup>은 폐렴에 걸린 돼지 113두중에서 70.8%, Osborne et al<sup>47</sup>은 191두의 폐렴병변중 105두(55.0%)에서 *P. multocida*를 분리하였음을 보고하였고, Schöss et al<sup>48</sup>은 임상적으로 AR이 있는 독일의 돼지 218두중 113두(51.8%)에서 본균을 분리하였으며, De Jong<sup>49</sup>은 네덜란드의 돼지 snout 24.5%에서 본균이 분리되었음을 보고한 바 있다.

이상의 성적을 비교해 볼때, 본실험에서는 nasal turbinate 및 폐병변에서 각각 45.1%, 41.6%로 분리되어 Pijoan et al<sup>46</sup>이 폐렴증상이 있는 돼지의 폐에서 70.8%로 분리한 것과는 상당한 차이가 인정되었지만, Schöss et al<sup>48</sup>이 보고한 51.8%와 Osborne et al<sup>47</sup>의 55.0%와는 유사하였으며 De Jong<sup>49</sup>의 성적(24.5%)보다는 상당히 높게 나타났음을 알 수 있었다.

공시된 분리균의 생화학적 성상을 비교 검토한 결과, 모든 균주가 MacConkey agar에서 성장하지 못하였으며 blood agar에서 용혈성이 나타나지 않았다. catalase시험, oxidase시험 등에서는 전균주가 양성반

응을 나타낸 반면, indol산생시험, hydrogen sulfide 산생시험, nitrate환원시험 등에서는 대부분의 균주가 양성을 보였으며, motility시험, urease산생시험, MR-VP시험, gelatin액화시험 등에서는 공시균주 전체가 음성반응을 보였다. 당분해시험에서도 galactose, glucose 등을 위시하여 Cowan<sup>39</sup>의 분류기준과 유사하게 나타났지만 hydrogen sulfide산생시험에서는 음성반응을 나타내어 본 실험의 성적과 차이가 인정되었고, Heddlston<sup>40</sup>의 분류기준과는 거의 일치하는 성적이었다.

Runnels<sup>28</sup>의 snout lesion grading system에 따라 균분리빈도를 조사한 결과, 비갑개골 위축이 없는 grade 0에서는 28.6%가 분리되었고 grade 2, 3, 4에서는 각각 48.0%, 50.0%, 85.7%가 분리된 반면 grade 5에서는 100%가 분리되었다. Straw et al<sup>32</sup>은 비갑개골 위축상태(grade 0~5)에 따라 각각 11.0%, 18.0%, 25.0%, 23.0%, 14.0%, 9.0%로 분리·보고하여 본 실험의 성적과는 차이가 있었지만 위축성 비염의 병변이 심하면 심할수록 *B. bronchiseptica*의 분리율은 사실상 줄어들고 *P. multocida*의 분리빈도는 증가한다는 Pijoan<sup>29</sup>의 견해와는 일치하였다.

## 결 론

1988년 3월부터 1989년 2월 사이에 영남지방 10개 양돈장에서 사육되고 있는 4~12주령 자돈 51두와 12개 양돈장으로 부터 출하되는 비육돈(체중 약 90kg) 113두를 포함하여 총 164두에서 *Pasteurella multocida*의 분리를 시도하고 분리균의 생물화학적 특성을 조사하였다.

4~12주령 자돈의 nasal swab 51예중 22예(43.1%)에서 *P. multocida*가 분리되었으며 농장별 감염율은 10개 양돈장중 8개 농장(80.0%)이 *P. multocida*에 감염되어 있었다. 규격돈의 snout재료 102예중 47예(46.1%)에서 *P. multocida*가 분리되었으며 농장별 감염율은 9개 농장중 8개 농장에서 *P. multocida*가 분리되어 88.9%가 감염되어 있었다. 규격돈의 폐병변 101예중 42예에서 *P. multocida*가 분리되어 개체별 감염율은 41.6%였으며 91.7%의 농장이 *Pasteurella*에 의한 폐렴에 감염되었음을 알 수 있었다.

공시한 111주의 *P. multocida*는 hydrogen sulfide산생시험에서만 Cowan<sup>39</sup>의 분류기준과 차이가 인정되었고 그외에는 Cowan<sup>39</sup>과 Heddlston<sup>40</sup>의 분류기준과는 거의 일치하였다.

비갑개골 위축병변의 정도(grade 0~5)에 따른 *P. multocida*의 분리빈도는 각각 28.6%, 41.0%, 48.0%,

50.0%, 85.7%, 100%로 병변이 심할수록 *P multocida*의 분리빈도가 높은 경향이였다.

### 참 고 문 헌

- Carter GR. Genus 1. *Pasteurella* Trevisan 1887. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* Vol. 1. 1984;552~557.
- Rhoades KR, Rimler RB. Avian Pasteurellosis, *Diseases of Poultry*, 8ed. Ames: Iowa State University Press, 1984;141~164.
- Carter GR. The Genus *Pasteurella*, *The Prokaryotes*, Vol. 2. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981;1383~1391.
- Kielstein P, Bocklisch H, Orthey G. *Pasteurella multocida* as a causal agent of infectious atrophic rhinitis in swine. *M Schr Vet Med* 1986;41:46~50.
- Little TWA, Harding JDJ. The interaction of *Haemophilus parahaemolyticus* and *Pasteurella multocida* in the respiratory tract of the pig. *Brit Vet J* 1980;136:371~383.
- Pedersen KB, Elling F. the pathogenesis of atrophic rhinitis in pigs induced by toxigenic *Pasteurella multocida*. *J Comp Pathol* 1984;94:203~214.
- Pedersen KB, Nielsen JP, Foged NT, et al. Atrophic rhinitis in pigs: proposal for a revised definition. *Vet Rec* 1988;122:190~191.
- Rutter JM, Rojas X. Atrophic rhinitis in gnotobiotic piglets: differences in the pathogenicity of *Pasteurella multocida* in combined infections with *Bordetella bronchiseptica*. *Vet Rec* 1982;110:531~535.
- Schimmel D. Pathogenesis of Pasteurellosis in swine. *M Schr Vet Med* 1988;43:84~86.
- Carter GR. Pasteurellosis. 1. *Pasteurella multocida* and *Pasteurella haemolytica*. *Adv Vet Sci* 1967;11:321~379.
- Morrison RB, Pijoan C. Microorganisms associated with pneumonia in slaughter weight swine. *Can J Comp Med* 1985;49:129~137.
- Switzer WP. Studies on infectious atrophic rhinitis. V. Concept that several agents may cause turbinate atrophy. *Am J Vet Res* 1956;17:478~484.
- Cross RF, Claffin RM. *Bordetella bronchiseptica* induced porcine atrophic rhinitis. *JA VMA* 1962;141:1467~1468.
- Duncan JR, Ross RF, Switzer WP, et al. Pathology of experimental *Bordetella bronchiseptica* infection in swine: atrophic rhinitis. *Am J Vet Res* 1966;27:457~466.
- Harris DL, Ross RF, Switzer WP. Incidence of certain microorganisms in nasal cavities of swine in Iowa. *Am J Vet Res* 1969;30:1621~1624.
- Nakai T, Kume K, Yoshikawa H, et al. Adherence of *Pasteurella multocida* or *Bordetella bronchiseptica* to the swine nasal epithelial cell *in vitro*. *Infect Immun* 1988;56:234~240.
- Gwatkin P. Rhinitis of swine. XII. Some practical aspects of the rhinitis complex. *Can J Comp Med Vet Sci* 1959;23:338.
- Schöss P. Recent findings on atrophic rhinitis in swine. *Wiener Tierarztl Mscher* 1987;74:301~305.
- Dirks C, Schoss P, Schimmelpfenning H. Aetiology of atrophic rhinitis of swine. *DTW* 1973;80:342~368.
- Thiel CP. Occurrence of toxin-forming strains of *Pasteurella multocida* and *Bordetella bronchiseptica* in atrophic rhinitis of swine. *Inaugural Dissertation Tierarztl Hochsch Hannover* 1983;96.
- Rutter JM, Taylor RJ, Grighton WG, et al. Epidemiological study of *Pasteurella multocida* and *Bordetella bronchiseptica* in atrophic rhinitis. *Vet Rec* 1984;115:615~619.
- Eamens GJ, Kirkland PD, Turner MJ, et al. Identification of toxigenic *Pasteurella multocida* in atrophic rhinitis of pigs by *in vitro* characterisation. *Aust Vet J* 1988;65:120~123.
- Bercovitch Z, Akkermans JPWM. The control of atrophic rhinitis in the Netherlands. *Proc Int Pig Vet Soc* 1974;8.
- Baars JC, De Jong MF, Storm PK, et al. Atrophic rhinitis and its control with an adjuvant vaccine consisting of *Bordetella bronchiseptica* and *Pasteurella multocida* strains. *Proc 7th Int Cong Pig Vet Soc Mexico* 1982;121.

25. Pedersen KB, Barford K. The aetiological significance of *Bordetella bronchiseptica* and *Pasteurella multocida* in atrophic rhinitis of swine. *Nord Vet Med* 1981;33:513~522.
26. De Jong MF. Atrophic rhinitis caused by intranasal or intramuscular administration of broth culture and broth culture filtrates containing AR toxin of *Pasteurella multocida*. *Comm Eur Communities Rep EUR* 8643. Luxembourg, 1983;136.
27. Gois M, Barnes HJ, Ross RF. Potentiation of turbinate atrophy in pigs by long-term nasal colonization with *Pasteurella multocida*. *Am J Vet Res* 1983;44:372~378.
28. Runnels LJ. Infectious atrophic rhinitis of swine. *Vet Clin N Am* 1982;4:301~318.
29. Pijoan C. Atrophic rhinitis; A new look at an old disease. *Agribusiness Worldwide* 1987;6:16~17.
30. Sawata A, Nakai T, Tuji M, et al. Dermonecrotic activity of *Pasteurella multocida* strains isolated from pigs in Japanese field. *Jpn J Vet Sci* 1984;46:141~148.
31. Nakai T, Kume K, Yoshikawa H, et al. Changes in the nasal mucosa of specific pathogen free neonatal pigs infected with *Pasteurella multocida* or *Bordetella bronchiseptica*. *Jpn J Vet Sci* 1986;48:693~701.
32. Straw BE, Burgi EJ, Hilley HD, et al. Pneumonia and atrophic rhinitis in pigs from a test station. *JAVMA* 1983;182:607~611.
33. 김봉환. 우리나라의 돼지 질병 발생동향과 대책 (상), 대한수의사회지 1982;18:8~20.
34. 김봉환. 우리나라의 돼지 질병 발생동향과 대책 (하), 대한수의사회지 1983;19:17~26.
35. Kobisch M, Tillon JP. Porcine respiratory diseases: epidemiological aspects. *Comp Immun Microbiol Infect Dis* 1985;8:65~71.
36. Rosa JS, Nascimento MDAGFDO, Nascimento ERDO, et al. Prevalence of atrophic rhinitis in swine slaughtered in Santa Catarina State, Brazil. *Pesquisa Vet Brasil* 1985;5:73~76.
37. Park JM, Kim JY, Byeon JO, et al. Isolation and serotyping of *Pasteurella multocida* from pigs respiratory disease. *Res Reports of the Office of Rural Development Korea* 1983;25:97~104.
38. 장희경, 김봉환. 영남지방 돼지의 *Bordetella bronchiseptica* 감염상황 및 분리균의 생화학적 특성, 대한수의학회지 1988;28:75~81.
39. Cowan ST. *Manual for the Identification of Medical Bacteria*. 2nd ed. London: Cambridge University Press, 1974;89~90.
40. Heddleston KL. Physiologic characteristics of 1268 cultures of *Pasteurella multocida*. *Am J Vet Res* 1976;37:745~747.
41. Smith JE. Studies on *Pasteurella septica*. 1. The occurrence in the nose and tonsils of dogs. *J Comp Pathol* 1955;65:239~245.
42. Miniats OP, Johnson JA. Experimental atrophic rhinitis in gnotobiotic pigs. *Can J Comp Med* 1980;44:358~365.
43. Rutter JM. Atrophic rhinitis in pigs. *Pig News and Information* 1987;8:385~387.
44. Young GA, Caldwell JD, Underdahl NR. Relationship of atrophic rhinitis and virus pig pneumonia to growth rate in swine. *JAVMA* 1959;134:231~233.
45. Kim JY, Park JM, Kim ON. Studies on the immunogenicity of *Pasteurella multocida* isolated from swine in Korea. *Res Reports of the Rural Development Administration* 1986;28:77~93.
46. Pijoan C, Lastra A, Ramirez C, et al. Isolation of toxigenic strains of *Pasteurella multocida* from lungs of pneumonic swine. *JAVMA* 1984;185:522~523.
47. Osborne AD, Saunders JR, Sebuya TK. An abattoir survey of the incidence of pneumonia in Saskatchewan swine and an investigation of the microbiology of affected lungs. *Can Vet J* 1981;22:82~85.
48. Schöss P, Thiel CP, Schimmelpfennig H. Atrophic rhinitis in swine: occurrence of toxigenic strains of *Pasteurella multocida* and *Bordetella bronchiseptica*. *DTW* 1985;92:316~319.
49. De Jong MF. Preliminary study of the occurrence of the atrophic rhinitis pathogens *Bordetella bronchiseptica* and *Pasteurella multocida* among piglets on pig-breeding farms certified free from the disease. *Tijdschr Voor Diergeneeskd* 1985;110:473~487.