

1998년 제주도에서 발생한 볼거리 유행조사

김명희, 기모란¹⁾, 허영주²⁾, 최보율

한양대학교 의과대학 예방의학교실, 을지의과대학교 예방의학교실¹⁾, 국립보건원 방역과²⁾

An Epidemiologic Investigation on Mumps Outbreak in Cheju-do, 1998

Myounghee Kim, Moran Ki¹⁾, Youngjoo Hu²⁾, Boyoul Choi

Department of Preventive Medicine, Hanyang University, College of Medicine;
Department of Preventive Medicine, Eulji University, School of Medicine¹⁾;
Division of Communicable Disease Control, Korea National Institute of Health²⁾

Objectives : To describe the characteristics of a mumps epidemic in Cheju-do, 1998 and to identify the risk factors associated with mumps infection.

Methods : To estimate attack rate, previously collected data from the Nationally Notifiable Communicable Disease Reporting System and School Health Reporting System, temporarily administered by Division of Education, as well as additional surveillance data were used. In order to identify the clinical characteristics and risk factors associated with mumps, we conducted a questionnaire survey in 17 schools (9 elementary, 4 middle, and 4 high schools) among a population that included healthy students.

Results : From March 3 to August 31, 2,195 cases of mumps were identified, and patients under 20 years of age accounted for 2,162 cases (attack rate 13.2, 95% CI 12.6-13.7/1,000). The attack rate for the population under 20 years of age was the highest in Nam county (44.7/1,000), and in the 7-12 years old sub-group(>20.0/1,000). There was no sexual difference. 80.9% and 59.7% of patients presented periauricular and submandibular swelling respectively. Aseptic meningitis was a complication in 2.9% of cases, orchitis in 1.3%,

epididymitis in 0.9% and oophoritis in 0.6% respectively. The overall MMR vaccination rate was 59.1% and it decreased in accordance with increasing age. In students aged 10 years old or below, household contact and MMR vaccination status was significantly associated with infection, and only among students with household contact, the risk of one dose MMR(OR=10.22, 95% CI 2.92-35.78) and non-vaccination (OR=11.62, 95% CI 1.96-68.96) was significantly greater when compared with that of two dose vaccination. Among students aged 11 years old or above, household contact history was significantly associated and MMR vaccination status was not associated.

Conclusions : Low vaccination rate and vaccine failure were thought to predispose the population for this large outbreak. To prevent sustained mumps outbreaks, a second MMR vaccination should be encouraged and catch up vaccinations should be given to elderly children who remain susceptible.

Korean J Prev Med 2001;34(1):89-99

Key Words: Epidemic, Vaccine, Mumps

서론

볼거리는 paramyxovirus에 의해 발생하며 타액선의 종창을 일으키는 대표적인 호흡기 전파 전염병이다. 이는 이미 B.C. 5세기에 히포크라테스에 의해 기술된 바 있으며 18세기 문헌들에도 군대나 학교 등 인구밀집 집단에서의 유행 사례가 기록되어 있다(Holmes, 1997). 볼거리 는 증상이 경미하고 합병증이 드문 질환

이지만 백신이 도입되기 이전에는 소아 기 뇌수막염과 청력 장애의 주요 원인이 었다(Galazka et al., 1999). 서구에서는 1960년대 생백신이 개발된 이래 큰 폭으 로 발생이 감소하였는데, 미국의 경우 1967년 백신 허가 직후 연간 185,000여 건 정도 보고되던 것이 1996년 751건으 로 99.9%이상 감소하였으며, 서유럽 국 가들도 97~99% 이상 감소하였다. 하지 만 백신접종이 이루어지지 않는 국가들

에서는 여전히 연간 10만 명 당 300명~ 6,000명의 높은 발병을 보이고 있으며, 예방접종을 실시하는 지역에서도 예방접 종 프로그램의 형태와 진행 정도에 따라 발생 수준이 다르다(Galazka et al., 1999; Plotkin & Wharton, 1999).

우리나라에 MMR 백신이 도입된 것은 1980년인데, 그림 1에서 보듯이 예방접 종 실시 이후에도 4~5년을 주기로 지속 적인 유행이 발생하였다. 1997년에는 지 속적인 발병을 차단하기 위하여 12~15 개월에 1회 접종하던 MMR을 4~6세에

추가 집중하도록 권고안이 바뀌었다. 그러나 1998년 보건복지부에 보고된 볼거리 건수는 예방접종 사업 시작 이래 가장 많았으며, 특히 제주 지역에서는 전국 보고 4,463건 중 1,290건(28.9%)을 차지하는 커다란 유행이 발생하였다(국립보건원, 1990-2000; 보건복지부, 2000a)(Figure 1).

이에 보건복지부는 중앙역학조사반을 파견하여 역학조사를 실시하였는데, 이 논문은 역학조사에 대한 결과로서 1998년도 상반기에 제주도에서 발생한 볼거리 유행의 역학적 특징을 기술하고 발병의 위험요인을 규명하고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 제주 지역의 일반적 특성

제주도는 우리나라에서 가장 큰 섬으로 제주시, 서귀포시, 북제주군, 남제주군의 행정구역으로 구분되어 있다. 1997년 12월말 현재 527,586명의 인구가 거주하고 있으며 전체 인구의 50% 정도가 제주시에서 거주한다. 지역별로 성별·연령 구성비의 차이는 없으며 볼거리 유행의 주요 대상인 20세 미만의 인구는 164,283명으로 전체 인구의 31.1%를 차지하고 있었다(제주도, 1998).

1998년 현재 초·중·고등학생은 91,813명으로 전체 인구의 17.4%이며, 학교는 초등학교 117개교, 중학교 41개교, 고등학교 27개교, 특수학교 1개교이며, 의료기관은 병원 3개소, 의원 71개소, 의료원 1개소, 보건소(지소) 9개소가 존재한다.

2. 자료 수집 및 분석

중앙역학조사반이 현지 조사를 실시한 시점은 1998년 6월 9~10일이었으며, 당시는 이미 제주 전역에 걸쳐 유행이 확산되고 언론을 통해 크게 보도된 이후였다. 조사반은 우선 그 동안의 환자 발생규모를 파악하기 위하여 기존의 자료들을 수집하였다. 볼거리는 제 2종 법정 전염병이라 보건당국에 신고하도록 되어 있었기에 도청을 통하여 이를 확보하고, 도교육청에서 각급 학교를 통해 보고 받은 자

료를 확보하였다. 이들 자료의 검토 결과 인구학적 변수와 예방접종 상태 등 중요한 역학적 변수들이 빠져있고, 두 자료가 일치하지 않는 점으로 미루어 다수의 환자들이 누락되어 있을 가능성을 발견하였다. 그래서 그 동안 파악하지 못한 발병자들을 찾아내고 역학적 정보를 얻기 위해 역학조사반에서 개발한 양식을 이용하여 환자들을 다시 조사하기로 하였다. 이 때 제주 전역의 모든 주민을 대상으로 조사를 하는 것은 현실적으로 어렵고, 주요 발병 연령이 학생이라는 점을 고려하여 교육청의 협조를 구해 도내 모든 초·중·고등학교에 조사양식을 배포하여 학교별로 조사가 이루어지도록 하였다. 또한 전체 양호 교사들과 표본 의료기관으로 선정한 학교 근처의 16개 병·의원을 대상으로 설명회를 개최하여 향후 발생 환자에 대하여 새로운 양식에 의거해 교육청과 해당 보건소에 매일 보고하도록 하였다. 그리고 발병의 위험요인을 파악하기 위하여 4개 시·군에서 발병 규모가 가장 큰 초·중·고등학교를 임의로 추출하여 총 17개교의 전교생들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문 내용은 성별, 연령, 부모의 교육수준과 연령, 볼거리 이환 여부, 이환 시 증상과 합병증, 볼거리 과거력, 가구 내 환자 접촉 여부, 예방접종 수첩 보유여부, MMR 접종력 등으로 구성되어 있으며 설문지를 집

에 가져가서 부모와 함께 작성하도록 하였다. 혈청 역학적 특성을 밝히기 위하여 17개교 중 환자 발생이 가장 뒤늦게 시작된 서귀포시의 1개 초등학교를 대상으로 혈청 검사를 실시하였으며, 대상자 908명 중 282명(31.1%)이 채혈에 참여하였으나, 국립보건원의 예산상의 문제로 검사가 완료되지 않아 분석에는 포함시키지 않았다.

이 논문에서는 신고 및 보고자료, 추가 환자 조사 자료를 이용하여 시간, 지역 및 인구학적 변수에 따른 발병률을 구하고 이항 분포를 이용하여 발병률의 신뢰구간을 산출하였다. 또한 17개 학교에 대한 설문자료를 이용하여 주요 증상과 합병증의 빈도, 예방접종 상태를 기술하고 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 발병의 위험요인을 밝히고자 하였다(Figure 2).

3. 사례 정의

발병률을 구하기 위하여 신고 및 보고자료, 추가 환자 조사자료를 이용하였는데 이 때 분자로는 1998년 3월 3일~8월 31일 동안 볼거리라고 교육청에 보고되거나 법정전염병으로 신고된 사례들을 의사 진단 여부에 관계없이 모두 포함시켰다. 임상적 특성과 위험요인 파악을 위한 17개교에 대한 설문조사에서는 "98년에 귀밑이나 턱 밑이 붓고 아픈 경험이 있었다"거나 "98년에 볼거리를 앓은 적

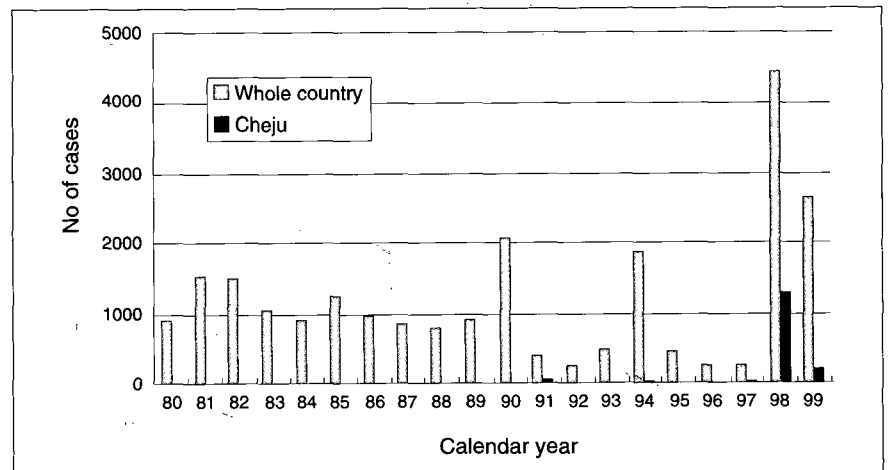


Figure 1. Number of reported mumps cases by calendar year(1980~1999). Source : Ministry of Health & Welfare, '99 Annual reports of health and welfare, 2000;Korea National Institute of Health, Communicable Disease Monthly Report 1990-2000

이 있다”고 답한 경우와, 유행기간 동안 뇌수막염, (부)고환염, 난소염을 진단 받은 경우를 모두 환자로 정의하였다. 이는 볼거리의 진단이 대부분 임상적 증상에 기초하여 이루어지며, 감염 예의 2/3에서 타액선의 종창이 발생하고, 또한 mumps 바이러스 이외에 이하선염을 일으킬 수 있는 병원체인 Coxsackie나 parainfluenza 바이러스 등은 유행을 일으키기 어렵다는 점에 근거하였다(Holmes, 1997; Plotkin & Wharton, 1999). 또한 Philip 등(1959)이 볼거리 감염시 이하선 종창 없는 고환 종창이 5%에 이르며, Galazka 등(1999)과 Plotkin & Wharton(1999)은 타액선 종창 없이도 뇌수막염 등의 합병증이 일어날 수 있다고 보고함에 따라 유행 시기에 발생한 합병증 사례를 포함시켰다.

발병률(attack rate)을 산출하기 위한 분모는 원래 발병 위험에 놓인 감수성자만을 대상으로 해야하는데(김정순, 2000), 혈청학적 검사 결과가 없기 때문에 감수성자를 정의하기 어렵고 백신의 보호 효과를 측정할 수 있도록 해당 연령의 대상 인구 전체를 분모로 사용하였다.

연구 결과

1998년 3월 3일~8월 31일 동안의 법정 전염병으로 신고된 환자 수는 1,209명, 교육청에 보고된 환자 수는 1,048명, 추가 환자 조사에서 파악된 환자는 791명이었으며 중복자를 제외한 전체 환자를 합한 수는 총 2,195명(95% CI 2,104-2,289)이었다. 이 중에 20세 미만의 환자는 2,161명이었으며 발병률은 1,000명당

13.2명(95% CI 12.6-13.7)이었다.

17개 학교에 대한 설문조사는 총 8,675명 중 7,169명이 응답하여 82.6%의 응답률을 보였으며, 중학교의 응답률이 89.9%로 가장 높고 초등학교 85.1%, 고등학교 71.6%의 순이었다. 이 중 볼거리 환자는 총 1,263명(95% CI 1,194~1,335명)이었다(Table 1).

1. 유행의 특징

법정 전염병 신고를 통해 파악한 환자의 발생 분포는 그림 3과 같다. 환자 발생은 3월초부터 시작되어 점차 확산되다가 4월 중순 이후 폭발적으로 증가하여 6월 말까지 지속되며, 7월 중순 이후 발생이 감소하고 있다. 이는 점진적 전파에 의해 발생하는 호흡기 전염병의 전형적인 유행곡선을 따른다(Figure 3).

4개 시·군별로 20세 미만의 발병률(1,000명)을 살펴보면 남제주군의 발병률이 44.7명으로 가장 높고, 북제주군 23.5명, 서귀포시 17.6명, 제주시 2.7명으로 나타나 매우 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$, χ^2 test). 성별에 따른 차이는 제주시에서만 유의한 것으로 나타났다($p = 0.04$, χ^2 test)(Figure 4).

시기별 발생 분포를 살펴보면 남제주군에서 연간 제 9주(3월 1~7일)에 환자가 발생하기 시작하여 16주(4월 19~25일)에 가장 먼저 대규모 정점에 이르고, 1~2주 늦게 북제주군과 제주시에서 유행

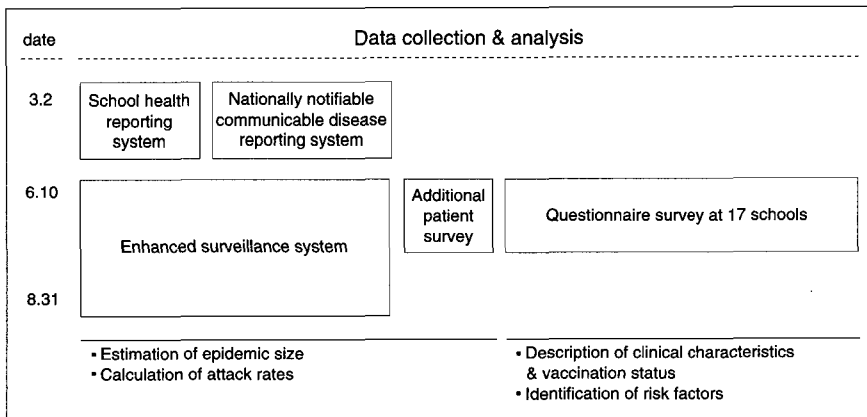


Figure 2. Frame of data collection and analysis.

Table 1. Subjects for questionnaire survey by areas and schools

Area	School	Total		Elementary [†]		Middle		High	
		schools*	students [†]	schools*	students [†]	schools*	students [†]	schools*	students [†]
Cheju city	1	1,081/1,368 (79.0)	1	1,081/1,368 (79.0)	0	-	0	-	
Seoguipo city	4	2,016/2,612 (77.2)	2	953/1,126 (84.6)	1	592/644 (91.9)	1	471/842 (55.9)	
Buk county	4	1,601/1,767 (90.6)	2	853/936 (91.1)	1	422/445 (94.8)	1	326/386 (84.5)	
Nam county	8	2,417/2,928 (84.4)	4	1,077/1,229 (87.6)	2	603/709 (85.0)	2	791/990 (79.9)	
Total	17	7,169/8,675 (82.6)	9	3,964/4,659 (85.1)	4	1,617/1,798 (89.9)	4	1,588/2,218 (71.6)	
Total in Chejudo	185	91,813	117	42,108	42	22,561	27	27,144	

Note: * no. of schools, † respondents/subjects(%), ‡ including kindergarten

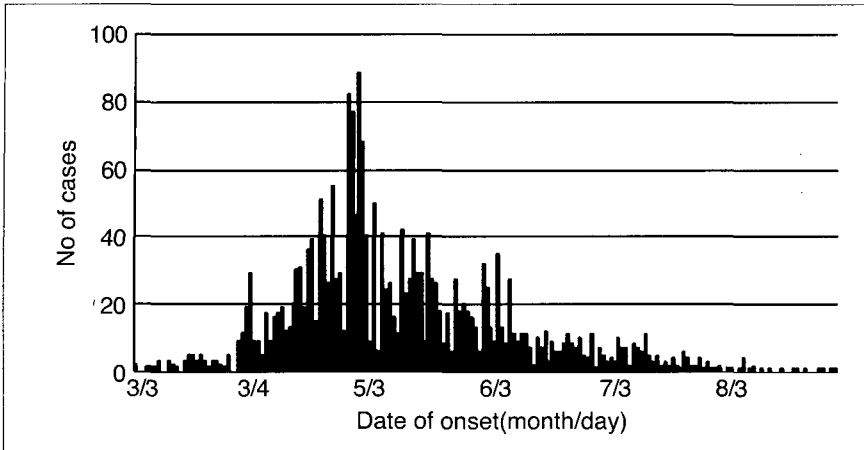


Figure 3. Epidemic curve.
 Source : Department of Health & Hygiene, Cheju-do. Nationally Notifiable Communicable Disease Reporting

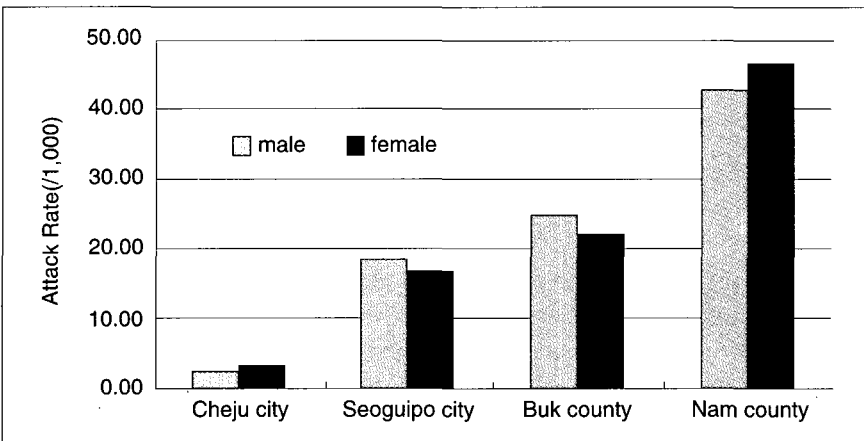


Figure 4. Attack rates by areas.

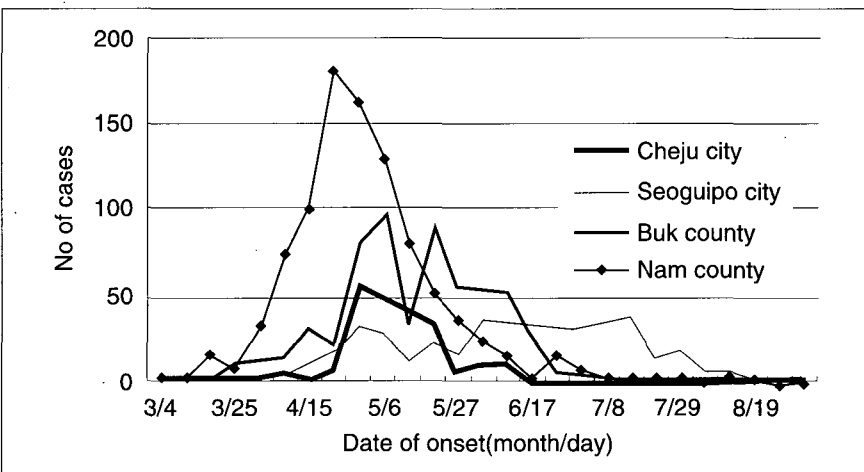


Figure 5. Epidemic curves by areas.

이 시작됨을 관찰할 수 있다. 서귀포시의 경우 북제주군과 비슷한 시기에 유행이 시작되어 29주(6월 28~7월 4일) 무렵까지 꾸준히 유행이 지속되는 양상을 보이고 있다(Figure 5).

성별·연령별 발병률을 살펴보면 연령 증가에 따라 발병률이 증가하다가 10세에 정점에 이르고 이후 다시 감소하는 “∧” 모양을 보이고 있다. 6~15세 연령군에서 남녀 모두 1,000명당 10명 이상

발병하였으며, 특히 7~12세의 경우 1,000명당 20명 이상의 높은 발병률을 보였다. 일부 연령에서 남녀 차이가 나타났으나 일정한 경향은 관찰되지 않았다(Figure 6).

2. 임상적 특징

17개 학교 설문조사 결과 증상이 있었다고 한 학생들 중 의사로부터 진단을 받은 경우는 전체의 74.3%를 차지하였다. 응답 환자 1,206명 중 이하선 종창을 호소한 환자는 976명으로 80.9%이었으며, 초등학생이 가장 높고 중학생, 고등학생의 순서로 나타났다. 악하선 종창은 59.7%에서 경험하였으며 중학생에서 가장 높게 나타났다. 43.4%의 환자가 두통을, 45.2%가 발열을 경험하였으며, 그 외 감기증상과 구토를 경험한 학생들도 있었다. 남학생 중 고환 부위에 종창과 동통을 호소한 학생들이 32명(6.5%) 있었으며, 대부분이 초등학생과 중학생이었다. 여자에게서 난소염을 의심할 수 있는 하복부의 극심한 통증은 80명(16.4%)에서 나타났으며, 초등학생과 중학생에서 높게 나타났다. 볼거리의 합병증인 무균성 뇌막염을 진단 받았다고 답한 경우는 29명(2.9%)이었으며, 고환염과 부고환염을 진단 받은 경우가 각각 6명(1.3%), 4명(0.9%)이었고, 난소염을 진단 받은 경우는 3명(0.6%)이었다. 이상의 합병증을 한 가지라도 경험한 40명 중 이하선과 악하선의 종창이 없었던 경우는 19명(47.5%)이었으며, 뇌수막염을 진단 받은 29명 중 이하선이나 악하선 종창이 없는 경우는 15명(51.7%)이었다(Table 2).

3. 볼거리 발병 위험 요인

1) 백신 접종 상태

17개교 설문조사 결과 백신 접종력에 응답한 6,683명 중 MMR 예방접종을 받았다고 답한 사람은 총 3,943명(59.0%)이었으며, 받지 않았다고 답한 사람은 876명(13.1%), 모른다고 답한 사람은 1,867명(27.9%)이었다. 여자의 접종률은 63.7%이었고, 남자의 접종률은 54.2%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p <$

0.001, χ^2 test). 연령별로 살펴보았을 때 5세 이하와 19세 이상의 경우 표본의 숫자가 작아 제외하였는데, 6~7세의 경우 80%이상의 접종률을 보였으며, 8~12세의 연령에서는 60~80%의 접종률을 보였고, 연령이 증가하면서 접종률이 점차 낮아지고 접종상태를 모른다고 답한 비율이 증가하였다($p=0.001$, trend test)(Figure 7).

초등학생들만을 대상으로 지역간 예방접종률을 비교하였을 때, 제주시의 접종률이 80.6%로 가장 높게 나타났으며 서귀포시 76.7%, 북제주군 75.5%, 남제주군 71.2%의 순서로 나타났고 이는 통계적으로 유의한 차이였다($p<0.001$, χ^2

test)(Figure 8).

MMR 추가 접종을 실시했다고 답한 비율은 7세 연령에서 14.8%로 가장 높게 나타났으며 대체로 연령이 높아질수록 접종률은 낮아지고, 접종 상태를 모른다는 비율이 크게 증가하였다($p=0.001$, trend test)(Figure 9).

예방접종 수첩을 보유한 비율은 27.3%이었으며, 6세에서 61.0%로 가장 높고 18세에서 5.5%로 가장 낮았으며 연령이 높아질수록 수첩 보유율을 유의하게 낮아졌다($p=0.001$, trend test). 수첩 보유자들의 MMR 접종률은 85.4%이었으며 2차 접종률은 14.7%로, 이는 전체 접종률에 비해 모두 유의하게 높은 것으로 나타

났다($p<0.001$, χ^2 test).

2) 위험요인과의 관련성

발병률이 반전하는 10세를 기준으로 층화하여 감염의 위험요인이라 생각되는 성별, 연령, MMR 접종력, 가구 내 환자 접촉 여부, 예방접종 수첩 보유 여부에 대하여 단변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그리고 MMR 최종 접종 연령, MMR 최종 접종 이후의 기간과 발병 위험과의 관계를 알아보기 위해 1회 이상 MMR 접종자들을 대상으로 이 두 변수에 대한 단변량 로지스틱 회귀 분석을 실시하였다. 또한 예방접종 수첩 보유자들만을 대상으로 동일한 분석을 반복하여 전체 결과를 비교하였다.

성별에 따른 발병률의 차이는 두 연령군에서 모두 유의하지 않은 것으로 나타났으며, 10세 이하 군에서는 연령 증가에 따라 발병 위험이 유의하게 증가하였고 (OR=1.19, $p<0.001$), 11세 이상 군에서는 연령 증가에 따라 발병 위험이 유의하게 감소하는 것으로 나타났(OR=0.81, $p<0.001$). 10세 이하 군의 경우 MMR 접종력에 따라 유의한 발병 위험의 차이가 나타났는데($p<0.001$), 2회 접종에 비해 1회 접종 시 위험비가 1.22배 증가하였고 (OR=1.22, 95% CI 0.85-1.75), 미접종은 2.05배(OR=2.05, 95% CI 1.35-3.11), 접종 상태를 모르는 경우 1.95배 위험비가

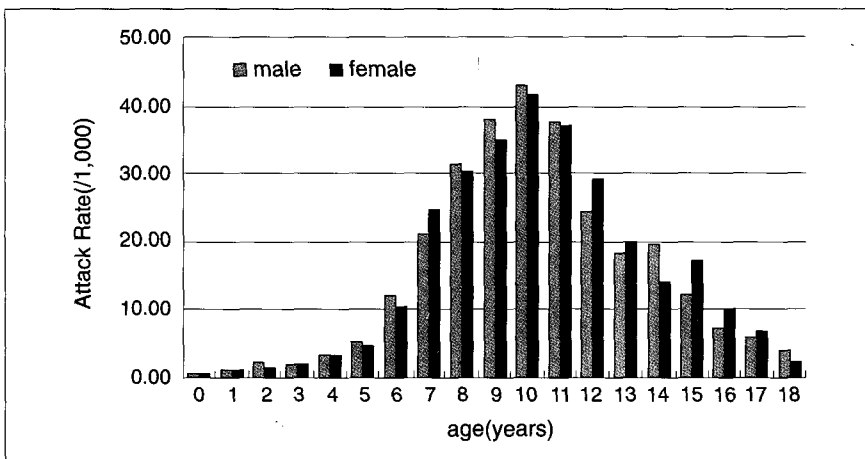


Figure 6. Attack rates by sex and age.

Table 2. Clinical characteristics of mumps from questionnaire survey of 17 schools

	total		kindergarten		elementary		middle		high	
	no**	%	no	%	no	%	no	%	no	%
symptoms										
periauricular*	976/1,206	80.9	23/28	82.1	675/800	84.4	207/268	77.2	71/110	64.5
submandibular†	678/1,136	59.7	12/24	50.0	435/735	59.2	153/265	57.7	78/112	69.6
headache	473/1,091	43.4	9/24	37.5	314/697	45.1	103/261	39.5	47/109	43.1
fever	496/1,098	45.2	13/26	50.0	367/719	51.0	84/249	33.7	32/104	30.8
vomiting	137/1,007	13.6	3/22	13.6	103/641	16.1	26/244	10.7	5/100	5.0
common cold	198/1,015	19.5	3/22	13.6	125/640	19.5	47/250	18.8	23/103	22.3
scrotum(s)‡	32/490	6.5	0/16	0.0	19/300	6.3	11/130	8.5	2/144	4.5
abdominal pain§	80/518	15.4	1/9	11.1	55/345	15.9	15/111	13.5	9/53	17.0
complications										
aseptic meningitis	29/988	2.9	1/25	4.0	16/643	2.5	7/223	3.1	5/97	5.2
orchitis¶	6/469	1.3	0/14	0.0	2/293	0.7	3/118	2.5	1/44	2.3
epididymitis¶	4/465	0.9	0/14	0.0	2/291	0.7	2/117	1.7	0/43	0.0
oophoritis¶	3/493	0.6	1/10	10.0	2/333	0.6	0/102	0.0	0/48	0.0

Note: * painful swelling in the periauricular areas, † painful swelling on the submandibular areas, ‡ painful swelling on the scrotum(s), § severe low abdominal pain, || only among males, ¶ only among females **yes/respondents

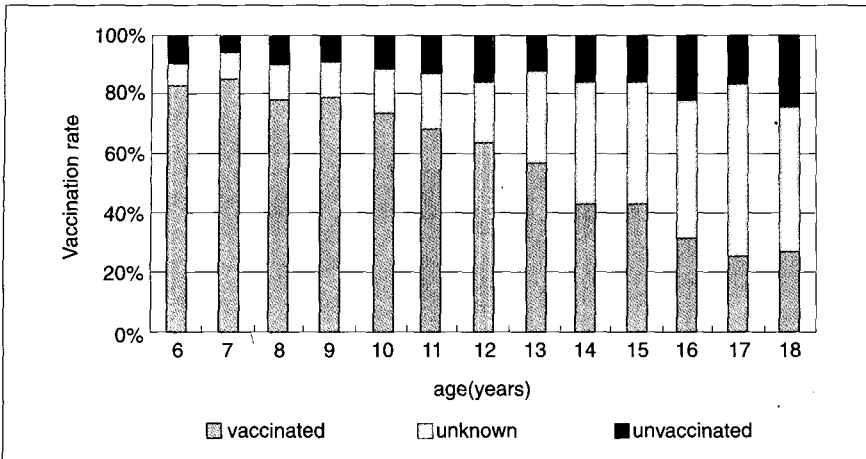


Figure 7. MMR vaccination rates by age.

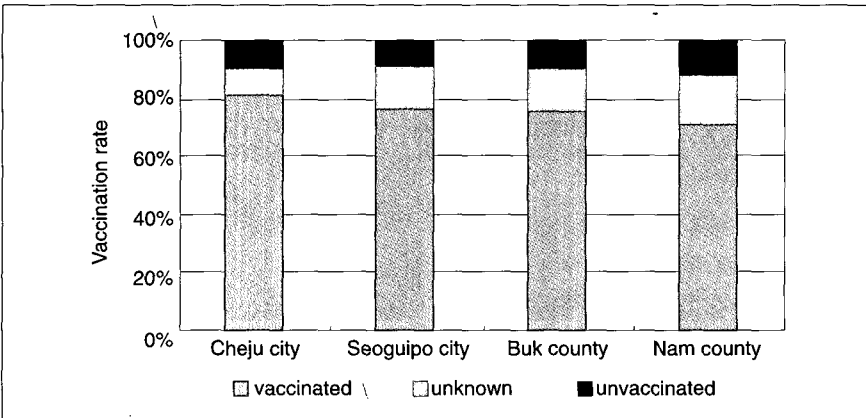


Figure 8. MMR vaccination rates by areas in elementary schools.

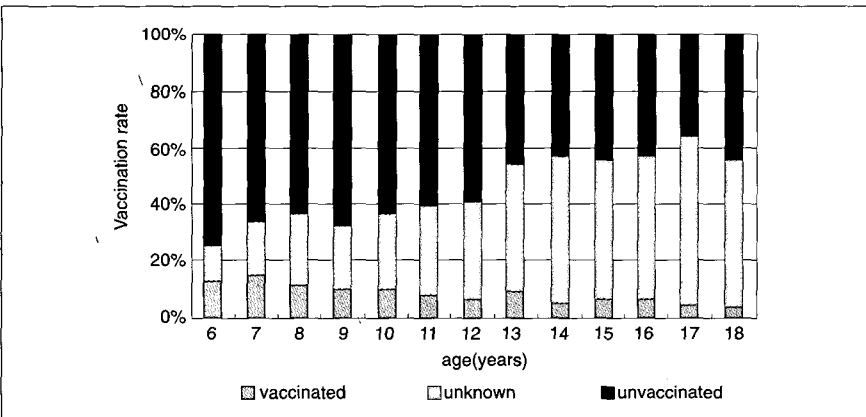


Figure 9. 2nd MMR vaccination rates by age.

증가하였다(OR=1.95, 95% CI 1.24-3.09). 예방접종 수첩 보유자만을 대상으로 한 경우 위험비는 비슷한 양상을 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.356). 11세 이상 연령군의 경우 접종력에 따른 발병위험에 차이가 없는 것으로 나타났으며(p=0.079), 예방접종 수

첩보유자만을 대상으로 한 분석에서도 마찬가지였다(p=0.989). 예방접종 수첩 보유 여부에 따른 발병 위험을 살펴보았을 때 10세 이하 군의 경우 수첩을 보관하지 않은 군에서 유의하게 위험이 증가하였으며(OR=1.71, p<0.001), 11세 이상 군에서는 유의한 차이를 발견할 수 없었

다(OR=1.02, p=0.860). 가구 내 환자 접촉이 있었던 경우, 없었던 경우에 비해 10세 이하 군과(OR=7.30, p<0.001) 11세 이상 군에서(OR=5.76, p<0.001) 모두 유의하게 위험비가 증가하였다. 이 문항에는 무응답 비율이 높아(79.5%) 무응답을 하나의 범주로 하여 분석에 포함시켰는데, 두 군 모두에서 가구 내 접촉이 없는 경우에 비해 발병 위험이 유의하게 낮아졌다(p<0.001). 예방접종 수첩 보유자만을 대상으로 접촉력을 분석한 결과도 유의한 것으로 나타났다(p<0.001). MMR 최종 접종 연령의 경우 두 군 모두에서 2세 이하 접종과 3세 이상 접종에 차이가 없었으며(p=0.695, p=0.339), 예방접종 수첩 보유자만을 대상으로 한 분석에서도 유의한 차이가 없었다. MMR 최종 접종 이후의 기간과 발병 위험과의 관계를 살펴보았을 때 10세 이하 군에서는 기간 증가에 따라 발병 위험이 증가하였으며(OR=1.10, p=0.002), 예방접종 수첩보유자만을 대상으로 한 경우에도 동일하게 나타났다(OR=1.19, p=0.001). 그러나 11세 이상 군의 경우 기간 증가에 따라 위험비가 감소하는 것으로 나타났으며(OR=0.94, p=0.005), 예방접종 수첩보유자만을 대상으로 한 경우 비슷한 결과를 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다(OR=0.93, p=0.136)(Table 3).

이상의 결과에 따라 두 연령군에 대해 다변량 로지스틱 회귀 분석을 실시하여 다른 요인을 보정한 상태에서 발병의 위험요인을 찾고자 하였으며 특히 MMR 접종력에 따른 발병의 차이를 살펴보고자 하였다.

10세 이하 군의 경우 초기 모형에 연령, MMR 접종력, 가구내 환자 접촉력, 예방접종 수첩 보유 여부, 그리고 환자 접촉력과 백신접종력의 교호작용항을 포함시켰는데, 교호작용항이 유의한 효과를 가진 것으로 나타남에 따라 접촉력에 따라 3군으로 층화하여 보정 위험비를 구하였다. 접촉력이 없었던 군의 경우 예방접종 수첩을 보유하지 않은 군에서 유의하게 위험비가 감소하였으며(OR=0.36, p=0.002), 연령과 MMR 접종력은 유의

Table 3. Risk factors for mumps infection - crude odds ratio

Variables	level	total		record (+)*	
		OR(95% CI)	p value	OR(95% CI)	p value
Age ≤ 10 years old					
sex	female	1.00	0.464	1.00	0.995
	male	0.94(0.78-1.12)		1.00(0.74-1.36)	
age		1.19(1.11-1.27)	<0.001	1.20(1.07-1.35)	0.002
MMR vaccine	two dose	1.00	<0.001	1.00	0.356
	single dose	1.22(0.85-1.75)		1.50(0.87-2.58)	
	none	2.05(1.35-3.11)		2.01(0.89-4.53)	
	unknown	1.95(1.24-3.09)		1.73(0.52-5.75)	
household contact	no	1.00	<0.001	1.00	<0.001
	yes	7.30(4.50-11.83)		4.07(1.69-9.80)	
	no response	0.02(0.01-0.03)		0.00(0.00-0.01)	
vaccination record	keep	1.00	<0.001	n.a [‡]	
	don't keep	1.71(1.41-2.08)		n.a [‡]	
vaccination age [†]	≤2 years	0.93(0.66-1.33)	0.695	1.49(0.79-2.80)	0.215
	≥3 years	1.00		1.00	
duration [‡]		1.10(1.04-1.18)	0.002	1.19(1.07-1.32)	0.001
Age ≥ 11 years old					
sex	female	1.00	0.339	1.00	0.410-
	male	0.92(0.78-1.09)	1.21(0.77-1.90)		
age		0.81(0.78-0.84)	<0.001	0.83(0.73-0.94)	0.003
MMR vaccine	two dose	1.00	0.079	1.00	0.989
	single dose	1.08(0.73-1.60)		0.98(0.43-2.23)	
	none	0.91(0.60-1.37)	0.99(0.35-2.75)		
	unknown	0.82(0.55-1.21)	0.87(0.33-2.31)		
household contact	no	1.00	<0.001	1.00	<0.001
	yes	5.76(3.89-8.52)		3.75(1.57-8.95)	
	no response	0.03(0.02-0.03)		0.03(0.01-0.06)	
vaccination record	keep	1.00	0.860	n.a [‡]	
	don't keep	1.02(0.80-1.31)		n.a [‡]	
vaccination age [†]	≤2 years	1.19(0.84-1.69)	0.339	1.23(0.57-2.65)	0.602
	≥3 years	1.00		1.00	
duration [‡]		0.94(0.90-0.98)	0.005	0.93(0.84-1.02)	0.136

Note: * including only them who keep vaccination record. † recent MMR vaccination age(only in vaccinees), ‡ duration since recent MMR vaccination(only in vaccinees) §not available

한 관련이 없었다($p=0.223$, 0.468). 접촉력이 있는 군의 경우 MMR 접종력에 따라 유의한 발병 위험의 차이를 보였는데($p=0.002$), 2회 접종에 비해 1회 접종의 경우 10.22배, 접종하지 않은 경우 11.62배, 상태를 모르는 경우 6.57배의 위험비 증가를 보였다.

11세 이상 군의 경우 초기 모형에 연령, MMR 접종력, 가구 내 환자 접촉력, 접종력과 접촉력의 교호작용을 포함시킨 결과 환자 접촉력만이 유의한 것으로 나타났다($p<0.001$). 하지만 10세 이하 군과

같이 접촉력에 따라 연령 보정 상태에서 MMR 접종력에 따른 발병 위험을 분석한 결과, 접촉력이 없는 군에서는 연령 증가에 따라 감염위험이 증가하는 것으로 나타났으나($OR=1.29$, $p<0.001$) 접촉력에 관계 없이 모든 군에서 MMR 접종력에 따른 발병의 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 4).

연령을 보정한 상태에서 MMR 최종 접종 이후의 기간에 따른 발병 위험의 차이를 살펴보았을 때, 10세 이하 군의 경우 기간 증가에 따라 유의한 위험 증가를

보이지 않았으며($OR=1.01$, $p=0.785$), 11세 이상 군의 경우도 마찬가지였다($OR=0.98$, $p=0.502$). 그러나 예방접종 수첩 보유자만을 대상으로 분석한 경우 10세 이하 군에서 기간 증가에 따라 발병 위험이 증가하는 것으로 나타났으며($OR=1.15$, $p=0.050$), 11세 이하 군의 경우는 여전히 차이가 없었다($OR=0.97$, $p=0.631$).

고찰

1998년 제주도 볼거리 유행의 경우 예

Table 4. Risk factors for mumps infection - adjusted odds ratio

variables	level	contact(-)*		contact(+)*		no response*	
		OR(95% CI)	p value	OR(95% CI)	p value	OR(95% CI)	p value
Age ≤10 years old							
age		1.15(0.92-1.45)	0.223	0.95(0.64-1.42)	0.809	1.08(0.85-1.37)	0.537
record†	keep	1.00	0.002	1.00	0.446	1.00	0.005
	don't keep	0.36(0.19-0.69)		0.62(0.19-2.10)		2.82(1.36-5.84)*	
MMR vaccine	two dose	1.00	0.468	1.00	0.002	1.00	0.818
	one dose	0.78(0.32-1.87)		10.22(2.92-35.78)		0.78(0.29-2.07)	
	none	1.42(0.51-3.99)		11.62(1.96-68.96)		0.75(0.22-2.57)	
	unknown	1.02(0.34-3.05)		6.57(1.04-41.60)		1.15(0.33-4.00)	
Age ≥11 years old							
age		1.29(1.13-1.48)	<0.001	0.82(0.67-1.01)	0.063	0.94(0.86-1.03)	0.165
MMR vaccine	two dose	1.00	0.690	1.00	0.487	1.00	0.458
	one dose	13.06(0.47-2.40)		2.09(0.39-11.14)		0.91(0.38-2.21)	
	none	0.83(0.35-1.96)		0.97(0.18-5.12)		1.35(0.55-3.31)	
	unknown	1.19(0.51-2.76)		1.50(0.28-8.17)		0.99(0.41-2.41)	

Note: * household contacts, † vaccination record

방접종 도입 이래 가장 큰 규모의 유행이었으며 사회적 관심 증대와 보건 당국의 노력이 있었기 때문에 여러 가지 자료원을 모두 활용할 경우 완전성이 95%에 이르는 것으로 보고되었다(Kim et al., 2000). 하지만 위험요인 분석을 위해 실시한 17개교에 대한 설문조사의 경우, 유행 시작 3개월여가 지난 시점에서 실시되었기 때문에 회상 편견이 개입했을 수 있다. 대규모 유행으로 사회적 관심이 높아지면서 실제 불거리가 아니었는데 불거리였다고 응답할 개연성이 존재하는 한편, 무증상 감염의 비율이 20~25% 정도 되기 때문에(Philip et al., 1959; Levitt et al., 1970) 환자임에도 불구하고 정상으로 분류되었을 수 있다. 또한 사례 정의의 민감도를 높이기 위해, 유행기간 동안 발생한 무균성 뇌막염과 고환염 등 불거리 합병증으로 나타날 수 있는 사례들까지 포함시켰기 때문에 규모가 과대 추정되었을 가능성도 있어서 전반적으로 과대 혹은 과소 추정의 가능성을 결론짓기는 어려울 것으로 보인다.

유행의 전반적인 경과를 살펴보면, 신학기가 시작되면서 학교를 중심으로 불거리 유행이 시작되었는데 남제주군에서 먼저 시작되고 이보다 약간 늦은 시기에 북제주군과 제주시에도 발생하여 점차

확산되면서 도 전체에 걸쳐 유행이 일어났음을 알 수 있다. 결과에는 제시하지 않았지만 학교별로 발생시기를 구분해보았을 때 초등학교에서 유행이 먼저 시작되는 것으로 나타나는데, 즉 남제주군의 초등학교들에서 가장 먼저 시작된 후 가정과 학교를 통해 인접 지역으로 전파된 것으로 보인다.

불거리의 경우 발병 연령이 높아지면 무증상 감염의 비율이 높아지는 반면 합병증의 비율도 높아진다고 알려져 있으나(Philip et al., 1959) 이 연구에서는 그러한 경향이 뚜렷이 나타나지 않았다. 사춘기 이후 남자에게서 고환염이나 부고환염의 합병 비율이 25%에 이른다고 알려지는데 비해(Philip et al., 1959) 이 조사에서는 중학생 이후의 고환염 또는 부고환염 발병률이 2.3~2.5%로 낮게 나타났으며 의사 진단이 아닌 증상 경험율까지 포함시켜도 4.5~8.5%에 지나지 않았다. 또한 사춘기 이후 여자의 난소염 비율은 약 5%라고 알려져 있는데(Philip et al., 1959) 이 조사에서는 중학교 이상에서 한 명도 없는 것으로 나타났다. 이 때 증상 경험까지 사례에 포함시키면 13.5~17.0%에 이르나 고환의 종창과는 달리 하복부의 극심한 동통만으로 난소염을 정의할 수 없기 때문에 결과를 그대로 받아들이

기 어려울 것으로 보인다. 이렇듯 합병증의 빈도가 기존 연구들에 비해 낮은 것은 진단율과 사례 정의의 차이 때문인 것으로 추정된다. 또한 불거리 바이러스는 소아기 무균성 뇌막염의 흔한 원인 중 하나이고, 불거리 이환자의 약 1~10%에서 뇌수막염의 임상증상을 보이는 것으로 알려져 있는데(Galazka et al., 1999), 이 조사에서는 약 2.9%의 이환자들이 무균성 뇌막염을 진단 받았으며, 뇌수막염을 의심할 수 있는 두통과 발열, 구토를 모두 경험한 경우가 87명(9.0%)으로 기존의 결과들과 비슷하였다.

불거리의 발병률은 연령에 따라 다르게 나타났는데 “Λ” 모양을 보이면서 10세 이하의 연령에서는 연령증가에 따라 발병률이 증가하고 11세 이상에서는 발병률이 점차 감소하는 것으로 나타났다. 연령에 따른 발병률의 차이는 면역 수준의 차이, 폭로와 유효 접촉률의 차이(Gay, 1998; Halloran, 1998), 무증상·증상자 비율의 차이, 보고율의 차이 등으로 설명할 수 있다. 이 연구에서 학생들의 경우 병의원을 통한 신고뿐 아니라 학교를 통한 보고와 환자 재조사가 있었기 때문에 미취학 어린이에 비해 상대적으로 많이 포함될 가능성이 존재한다. 하지만 학생들 사이에서 나타나는 발병률의 차이는

보고의 차이나 증상 발현 정도의 차이로 설명하기 어렵다. 유효 접촉률의 경우 계절이나 연령에 따라 다른 값을 가지며, 학교에서 유행 시 같은 학년 내에서 높게 나타난다고 알려져 있는데(Gay, 1998), 초등학교 고학년이 저학년에 비해 유효 접촉률이 특별히 높다고 할 증거는 없다. 따라서 이러한 연령별 발병률의 차이는 집단면역 수준의 차이로 설명할 수밖에 없는데, 지역사회와 집단면역 수준은 예방접종의 범위와 질환의 주기적인 유행에 의한 자연 면역의 획득 정도에 의해 결정된다(김정순, 2000). 제주도는 비교적 고립된 섬 지역으로 외부로부터의 환자 유입 가능성이 높지 않고, 그림 1에서 보듯이 지난 1990년도 이후 환자 보고가 거의 없었던 점으로 미루어 최근 수 년 간 지역 사회 내에서 볼거리 바이러스의 순환이 거의 없었으며, 따라서 어린이들이 자연 폭로를 통해 면역을 획득할 기회가 적었던 것으로 보인다(Figure 1). 또한 1996과 1999년 경기도 일부지역 초등학생의 MMR 접종률 85.5%, 83.0%와 비교해 볼 때 이 연구에서 6-13세 연령의 접종률이 73.7%에 불과한 것은 유의하게 낮은 것이며 추가 접종률도 1999년 경기도 초등학생의 29.8%(기, 1999)에 비해 유의하게 낮다($p < 0.001$). 즉 제주도 지역의 낮은 예방 접종률과 지역사회 바이러스 순환 감소로 인하여 지난 수년 동안 감수성 인구가 꾸준히 누적되어 왔음을 짐작할 수 있다. Cochi 등(1988)과 Daniel 등(1989)은 미국에서 1986-1987년에 대학생을 비롯한 청소년층에서 대규모 볼거리가 유행한 것을 예방접종 사업의 도입 이후 안정화되기 이전까지인 1967-1977년에 태어난 이들의 낮은 접종률에 기인한 것으로 해석하고 있다. 예방접종의 도입에 따라 주요 발병 연령층이었던 5~9세에서의 발병은 급속히 감소하고, 이보다 높은 청소년층에서는 낮은 예방접종률과 자연폭로 기회의 부족으로 인해 발병이 증가했다고 했는데(Daniel et al., 1989; Cochi et al., 1998; Plotkin et al., 1999), 제주도 유행도 이와 동일한 양상이었던 것으로 보인다.

발병의 주요한 결정인자인 MMR 접종률은 부모의 설문 응답 결과만으로 파악하였는데, Bolton 등(1998)에 의하면 부모의 회상에 의한 조사는 백신접종률을 과잉 추정하는 경향이 있다고 하였다. 이런 경우 비차별적 오분류(non-differential misclassification)가 일어나 예방접종의 효과가 과소 추정될 수 있다. 하지만 이 연구에서는 “접종”, “미접종” 이외에 “모름”이라는 항목을 제시함으로써 오분류의 가능성을 최소한으로 만들고자 하였으며(Bolton et al., 1998), 예방접종 수첩 보유자들만을 대상으로 추가 분석을 시행하여 이를 보완하고자 하였다. 전반적으로 연령이 높아질수록 접종률은 더욱 낮아졌으며, 접종률을 알지 못하는 비율도 높아졌다. 또한 초등학생을 대상으로 비교한 경우 제주도의 4개 시·군에서 지역별로 접종률에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 경기 지역 초등학생 접종률과의 비교에서 나타나듯이 국가 예방접종 사업이 전국 모든 지역에서 균등하게 이루어지지 않고 있음을 시사하는 것이다.

예방접종 수첩 보유율은 연령이 높아질수록 낮아졌으며, 같은 연령군에서도 예방접종 기록 보유자들의 예방접종률이 더 높은 것으로 나타났다. 이는 “모름”이라는 답변이 줄어서일 수도 있지만, 수첩을 보관하는 행태 자체가 예방접종 시행에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보인다.

가구 내 환자 접촉의 경우 단변량 분석과 다변량 분석에서 모두 유의한 위험인자로 나타났는데, 볼거리의 경우 2차 발병률이 홍역이나 수두에 비해 훨씬 낮지만(Plotkin & Wharton, 1999), 학교에서의 감염과 가구 내의 감염이 중요한 전파 경로임을 시사하였다. 그리고 무응답 군에서의 발병 위험이 모두 유의하게 낮은 것은 가구 내 환자 발생이 있었던 경우 “있다”라는 답변을 성실히 기재한데 비해 환자 발생이 없었던 경우 “없다”라는 답변에 기재하기보다 아예 응답하지 않았음을 추측할 수 있게 하였다. 또한 자료 분석 시 한 가구 내 두 명 이상의 환자가 있는 경우 두 명 모두 분석에 포함되어 위험비를 과대 추정할 가능성이 있는데, 이

를 확인하기 위해 조사 자료에서 부모의 이름, 집 주소 혹은 집 전화번호를 이용해 가구원으로 확인된 3,036명을 제외하고 다시 분석하였지만, 전체를 대상으로 한 결과와 다르지 않은 것으로 나타났다. 또한 다변량 분석 모형 구축 시 접촉력에 따른 예방접종의 효과 크기가 다른 것을 고려하여 접촉력에 따라 층화하여 보정 위험비를 산출하였다. 이는 통계적 고려뿐 아니라 예방접종의 효과를 평가하기 위해서는 유효접촉이 있는 가운데 백신으로 인한 보호효과를 산출하는 것이 논리적으로 타당하기 때문이다.

백신으로 예방가능한 전염병 유행 발생은 집단 면역의 수준으로 설명할 수 있는데 그 중에서도 특히 예방접종과 관련해서 살펴본다면 세 가지 가능성이 있다. 첫째, 낮은 예방 접종률(failure to vaccinate), 둘째, 백신을 접종하고도 충분한 면역능이 생기지 않는 1차 백신 실패(primary vaccine failure), 셋째, 시간 경과에 따라 보호효과가 소실되는 2차 백신 실패(secondary vaccine failure) 등이다(Daniel et al., 1989)

제주도의 경우 낮은 MMR 접종률이 유행 발생의 중요한 요인이었던 것으로 보인다. 접종률 조사에서 같은 연령대의 경기도 지역 초등학생들에 비해 접종률이 유의하게 낮았을 뿐 아니라(Ki, 1999), 지역간 비교에서도 접종률이 낮은 지역의 발병률이 높은 것이 간접적 증거이다. 또한 다변량 분석 결과 10세 이하 군에서 가구 내 환자 접촉이 있을 때 연령을 보정한 상태에서 2회 접종에 비해 미접종군의 발병 위험이 현저하게 높았던 사실이 이를 뒷받침한다고 할 수 있다. 그리고 이러한 가설이 타당하다면 접종률을 모른다고 응답한 경우 위험비가 증가한 사실은 이 군에 미접종자가 다수 포함되었기 때문에 나타난 결과라 해석할 수 있다. 하지만 11세 이상 군에서는 예방접종이 어떠한 보호효과도 없는 것으로 나타났는데 이는 예방접종력에 대한 회상의 정도가 낮고, 이미 자연 감염에 의해 면역을 획득한 아이들의 비율이 충분히 높아져 있기 때문으로 추정할 수 있다.

MMR 2차 접종을 실시하는 것은 기존의 면역능을 강화하는 것보다 1차 접종에서 면역능이 생기지 않은 어린이들에게 추가적으로 면역능 생성의 기회를 늘리는 것이라 할 수 있다. 미국 소아과학회(1998)는 MMR 접종률이 높은데도 홍역이 지속적으로 유행하는 것은 대부분 초회 접종에서 면역반응이 일어나지 않기 때문이며 그래서 반드시 2차 접종을 실시해야 한다고 지적하였다. Mitchell 등(1998)은 Jeryl Lynn 균주 백신을 생후 12~14개월에 접종한 후 추적조사를 통해 1차 백신 실패가 8.6%이며, 1년 내 항체 소실률이 13.8~22.4%에 이른다고 보고하면서 4~6세보다는 18개월에 추가접종을 실시할 것을 권하기도 하였다. 그 동안 우리나라에서 쓰인 MMR의 불거리 균주는 1995년 Jeryl Lynn과 Rubini가 도입되기 전까지 Urabe Am-9이었다(보건복지부, 2000b). Urabe Am-9 균주 백신에 대한 외국의 임상시험 결과 접종 후 94~95%에서 항체가 양전되었다고 하였는데, 유행조사를 통해 평가한 효과는 이보다 훨씬 낮은 것으로 알려져 있으며 36~95%까지 다양하게 보고되고 있다(Plotkin et al., 1999). 제주도 유행조사에서 분석 결과 10세 이하 군에서 가구 내 환자 접촉력이 있는 경우 1회 접종자가 2회 접종자보다 유의하게 감염 위험이 높은 것으로 나타났는데 이는 1회 접종자 중에는 백신 실패로 인하여 항체가 생성되지 않은 아이들이 2회 접종자보다 많았기 때문으로 생각된다. 따라서 이는 1차 백신 실패의 가능성을 시사하는 결과라고 볼 수 있다. 또한 백신 접종 후에는 항체가 생겼다고 하더라도 시간이 지나면서 항체가 감소하여 불거리에 걸릴 가능성도 1회만 접종한 아이들의 경우에 더욱 높기 때문에 2차 백신 실패도 원인으로 생각해 볼 수 있다. 이렇듯이 2차 백신 실패와 1차 백신 실패를 구분하기는 어렵는데, Daniel 등(1989)과 Cochi 등(1988), Cheek 등(1995)은 1986~87년에 95% 이상의 높은 예방접종률을 갖는 집단에서 발생한 불거리 유행의 역학 조사를 통하여 2차 백신 실패의 증거는 발견하지

못하였으며 1차 백신 실패의 가능성이 높다고 하였다. 이들은 미국에서 학교 입학시 예방접종 기록 제출을 의무화하는 법률이 지역마다 불균등하게 적용되었고 이들 지역에서의 불거리 발생률에 차이가 있음을 지적하였다. 이들은 만일 예방접종 집단에서의 유행발생이 시간경과에 따른 백신의 보호효과 소실 때문이라면 5~9세의 주요 발병 연령이 10~14세로 전이되는 현상이 모든 지역에서 비슷하게 나타나야 할텐데 그렇지 않고 법률 적용에 따라 다르게 나타난다는 점을 근거로 제시하였다. 또한 Hersh 등(1991)도 예방접종률이 높은 집단에서 유행이 일어나는 것은 추가 접종이 실시되지 않았기 때문이며 1차 접종에서 항체가 생기지 않은 1차 백신 실패가 그 원인이라고 지적하였고, Briss 등(1994)도 지속되는 유행에서 2차 백신 실패의 가능성을 배제할 수는 없지만 1차 백신 실패가 주요한 원인임을 지적하였다. 하지만 제주도 유행의 경우 10세 이하 군에서 연령을 보정한 상태에서 MMR 최종 접종 이후의 기간 증가에 따라 발병 위험이 증가하는 것으로 나타난 것은 2차 백신 실패의 가능성 또한 배제할 수 없음을 보여준다.

결론

1998년 제주도에에서 발생한 불거리 유행은 예방접종 사업 도입 이래 가장 대규모의 유행이었다. 이는 그 동안 지역 내 바이러스 순환의 부재와 낮은 접종률에 의한 감수성 인구의 증가에 기인한 것으로 볼 수 있다. 또한 1, 2차 백신 실패도 중요한 역할을 한 것으로 보이는데, 혈청학적 검사가 이루어지지 못했고 가장 중요한 결정 요인인 백신 접종률에 대한 조사가 부모의 기억에 의해서만 이루어졌다는 점에서 백신 효과에 대한 분명한 결론을 내리기는 어렵다. 향후 국내 사용 백신의 면역원성과 야외 효과 평가, 면역능의 지속기간에 대한 추가 연구가 수행되어야 할 것이다.

전국적으로 예방접종률이 높아진다고 해도 지역적으로 예방접종률이 낮거나

오랜 기간 유행발생이 없어 감수성자가 누적된 소집단이 존재하는 경우 유행은 지속적으로 발생할 수 있는데, 질병 퇴치 단계에서는 이러한 집단간의 이질성이 병원체 지속에 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 전국적으로 예방접종률을 균등하게 높이는 것이 필요하며, 학교에서의 대규모 유행을 방지하기 위해서는 4~6세 추가접종률을 높일 수 있는 여러 가지 조치가 이루어져야 할 것이다. 또한 MMR 접종률이 낮고 불거리에 폭로된 적이 없는 초등학교 고학년 이상의 청소년들에 대한 추가 접종을 고려해야 할 것으로 보인다.

감사의 글

역학조사에 도움을 주신 제주도 보건당국, 교육청 관계자 여러분들과 학교 선생님, 학부모, 학생 여러분들께 진심으로 감사드립니다.

참고문헌

- 김정순. 역학원론 증보5판. 서울; 신광출판사, 2000: p37-56
 보건복지부. '99 보건복지 통계연보, 2000a
 보건복지부. 국가예방접종사업 안정화를 위한 실천전략 및 백신 부작용 감시체계 개발 연구 (1999년 국민 건강증진 연구사업 보고서). 2000b: p155
 제주도. '97 주민등록 인구통계, 1998
 American Academy of Pediatrics. Age for routine administration of the second dose of MMR vaccine. *Pediatrics* 1998; 101(1): 129-133
 Bolton P, Holt E, Ross A, Hughart N, Guyer B. Estimating vaccination coverage using parental recall, vaccination cards, and medical records. *Public Health Reports* 1998; 113: 521-526
 Briss PA, Fehrs LJ, Parker RA, Wright PF, Sannella EC, Hutcheson RH et al. Sustained transmission of mumps in a highly vaccinated population: Assessment of primary vaccine failure and waning vaccine-induced immunity. *J Infect Dis* 1994; 169: 77-82
 Cheek JE, Baron R, Atlas H, Wilson DL, Crider RD. Mumps outbreak in a highly vaccinated school population. Evidence for large-scale vaccination failure. *Arch Pediatr*

- Adolesc Med* 1995; 149: 774-778
- Cochi SL, Preblud SR, Orenstein WA. Perspectives on the relative resurgence of mumps in the United States. *Am J Dis Child* 1988; 142: 499-507
- Daniel M, Sosin DM, Cochi SL, Gunn RA, Jennings CD, Preblud SR. Changing epidemiology of mumps and its impact on university campuses. *Pediatrics* 1989; 84: 779-784
- Galazka AM, Robertson SE, Kragher A. Mumps and mumps vaccine: a global review. *Bulletin of the World Health Organization* 1999; 77(1): 3-14
- Gay NJ. Modelling measles, mumps and rubella: Implication of the design of vaccination program. *Infection Control and Hosp Epidemiol* 1998; 19(8): 570-573
- Halloran ME. Concepts of infectious disease epidemiology. In Rothman KJ and Greenland S. *Modern Epidemiology* 2nd ed., Philadelphia; Lippincott-Raven Publishers, 1998: p529-554
- Hersh BS, Fine PE, Kent WK, Cochi SL, Kahn LH, Zell ER et al. Mumps outbreak in highly vaccinate population. *J Pediatr* 1991; 119: 187-193
- Holmes SJ. Mumps. In Evans AS, Kaslow RA, editors. *Viral Infections of Humans : epidemiology and control*. 4th ed., New York: Plenum medical book company, 1997: 531-550
- Ki MR. Rubella antibody seroprevalence and related factors. PhD Thesis, Hanyang University 1999.12. p74-76 (Korean)
- Kim MH, Park JK, Ki MR, Hur YJ, Choi BY et al. Evaluation of the completeness of case reporting during the 1998 Cheju-do mumps epidemic, using capture-recapture methods. *Korean J Prev Med* 2000; 33(3): 313-322 (Korean)
- KNIH. Communicable Disease Monthly Report 1990.3-2000.2 (Korean)
- Levitt LP, Mahoney DJ, Casey HL and Bond JO. Mumps in a general population : A sero-epidemiologic study. *Am J Dis Child* 1970; 120: 134-138
- Mitchell LA, tingle AJ, Decarie D, Lajeunesse C. Serologic responses to MMR vaccine in healthy infants: failure to response to measles and mumps component may influence decision on timing of the second dose of MMR. *Can J Public Health* 1998; 89(5): 325-328
- Philip RN, Reinhard KR, Lackman DB. Observation on a mumps epidemic in a "virgin" population. *Am J Hyg* 1959; 69: 91-111
- Plotkin SA, Wharton M. Mumps vaccine. In Plotkin SA and Orenstein WA, editors. *Vaccines*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1999: p267-292