



연령표준화 발생률을 이용한 지역별 연도별 감염병 발생 수준 비교: 2011~2016년 제주도 쯔쯔가무시 발생 신고자료

김진희¹, 김은희^{1,2}, 배종면^{1,2,*}

¹제주감염병관리지원단, ²제주대학교 의학전문대학원 예방의학교실

Comparison of age-standardized incidence rates by places and times: Reported cases of scrub typhus in Jeju-do, 2011~2016 by Jinhee Kim¹, Eun Hee Kim^{1,2}, Jong-Myon Bae^{1,2,*} (¹Jeju Center for Infection Control; ²Department of Preventive Medicine, Jeju National University School of Medicine, Jeju, Korea)

Abstract The aim was to evaluate different results from using crude incidence rate (CIR) instead of age-standardized incidence rate (AIR) when comparing groups having different age structures. After selecting a report using CIRs, AIRs and their 95% confidence intervals (CI) was calculated from the raw data. The statistically significant difference between CIR and AIR was decided based on AIR's 95% CI. Comparing with CIRs, AIRs were under-estimated. In addition, there were no statistical significance of annual trends ($P = 0.59$). These findings are an additional evidence using AIR when comparing level of occurring infectious diseases on groups with different age structures.

Key words: Scrub typhus, Rickettsia, Ecology, Hot temperature

서 론

질병 발생의 수준을 비교하고자 할 때, 비교 대상군 간의 성별, 연령별 인구구조의 차이가 있을 경우 이를 극복하기 위하여 표준화(standardization)를 거친다.¹⁾ 특히 국제적으로 공인된 인구구조를 활용하여 직접법으로 보정한 발생률을 연령표준화 발생률(age standardized incidence rate, AIR)이라 한다.¹⁻³⁾ 이렇게 산출한 AIR를 활용하여 나라별 암 발생 수준을 비교하고, 연도별 발생 추세를 해석하고 있다.^{4,5)}

감염성 질환에 있어서 인구구조가 다른 지역 간의 발생 수준을 비교한다면 AIR를 적용해야 한다. 그런데 제주도민에서 가을철에 유행하는 쯔쯔가무시병 발생 환자의 역학적 특성을 발표한 논문⁶⁾에서 쯔쯔가무시병 발생수준을 행정구역별로 비

교하면서 조발생률(crude incidence rate, CIR)을 사용하였다. 같은 목적으로 2005년 발표된 논문⁷⁾에도 '통계청의 추계인구'를 이용하였다는 언급만 있어 CIR을 산출한 것으로 보인다.

비교할 지역별로 인구구조가 다를 뿐만 아니라, 한 지역에서도 연도별로도 인구구조가 변화할 수 있는 상황에서, 특정 감염병의 발생 수준을 지역별 혹은 연도별로 비교할 경우 CIR보다는 AIR를 사용하는 것이 타당하다.⁸⁾ 따라서 본 연구의 목적은 AIR 대신 CIR을 사용할 경우 어떻게 되는가를 살펴보는 것이다.

연구대상 및 방법

연구 목적상 동일한 자료에 있어 CIR과 AIR를 비교해야 한다. 이에 Lee⁶⁾의 Table 2에서 2011~2016년도에 걸쳐 제주도 내 6개 행정구역별로 제시한 CIR을 연구대상 자료로 삼았다. 각 CIR에 대응하는 AIR 산출을 위해 필요한 행정구역별 연도별 인구통계자료는 통계청이 제공하는 연앙인구를 적용하였다(별첨 1).⁹⁾ 그리고 연령표준화를 위하여 Segi 세계표준인구

Received: May 9, 2018; Revised: July 23, 2018; Accepted: July 23, 2018
*Correspondence to : Jong-Myon Bae
Department of Preventive Medicine, Jeju National University School of Medicine, Jeju 63243, Korea
Tel: 82-64-755-5567, FAX: 82-64-758-3231
E-mail: jmbae@jejunu.ac.kr

Table 1. Crude incidence rates per 100,000 persons (CIR)* versus age- and sex-adjusted incidence rate per 100,000 persons (AIR)** with AIRs' 95% confidence intervals (CI) of scrub typhus in Jeju-do, 2011~2016

		Jeju-si	Segwipo-si	Jeju East	Jeju West	Seogwipo East	Seogwipo West
2011	CIR	2.60	13.80	2.00	17.41	41.70	25.70
	AIR	2.20	9.19	2.06	11.12	24.62	25.23
	Lower CI	0.00	0.00	0.00	0.00	7.13	10.87
	Upper CI	6.82	19.70	6.63	22.91	42.11	39.59
2012	CIR	4.70	11.50	18.80	22.60	41.70	29.40
	AIR	4.51	8.63	6.77	14.22	16.81	21.74
	Lower CI	0.00	0.00	0.00	0.84	2.08	6.37
	Upper CI	10.80	18.20	17.05	27.60	31.55	37.11
2013	CIR	3.80	9.20	21.50	13.90	30.10	7.40
	AIR	2.69	6.90	9.30	7.52	15.22	5.01
	Lower CI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00
	Upper CI	8.13	15.40	22.36	16.57	29.95	12.69
2014	CIR	4.10	10.30	10.80	19.20	37.00	3.70
	AIR	3.39	10.61	5.80	12.03	18.20	7.63
	Lower CI	0.00	1.15	0.00	0.00	1.25	0.00
	Upper CI	8.96	20.07	15.02	24.23	35.16	18.41
2015	CIR	1.70	14.90	18.80	31.40	30.10	14.70
	AIR	0.97	9.52	9.25	19.14	11.87	7.22
	Lower CI	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	0.00
	Upper CI	4.25	20.10	21.34	34.59	27.00	17.77
2016	CIR	9.90	18.40	26.90	36.60	138.90	29.40
	AIR	6.48	9.47	15.09	19.14	37.75	8.61
	Lower CI	0.00	0.00	0.84	3.93	15.83	0.00
	Upper CI	14.57	19.86	29.35	34.35	59.66	20.08

*abstracted from Lee⁶⁾

** standard population from Appendix 1.

(Segi's world standard population)를 적용하였다.^{2,10)} AIR의 95% 신뢰구간은 Esteve et al.³⁾의 수식(2.4)를 근거로 산출하였으며, 만약 하한값이 음수로 나올 경우 0으로 처리하였다. CIR과 AIR 간의 통계적 차이 평가는 AIR의 95% 신뢰구간 내에 CIR이 포함되는가의 여부로 판단하였다. 다시 말해서 CIR이 AIR의 95% 신뢰구간을 벗어날 경우 통계적으로 유의한 차이가 있다고 평가하였다.

산출한 AIR를 적용하여 연도별, 지역별 차이를 알아보기 위하여 Kruskal-Wallis Test를 적용하였으며, 유의한 차이가 있다고 나올 경우 사후검정(post-hoc analysis)을 시행하였다. 또한 연도별로 변화추세 여부에 대하여 Jonckheere-Terpstra trend test를 시행하였다.¹¹⁾ MedCalc version 17.9.7 통계프로그램(<https://www.medcalc.org>)을 사용하였으며, 유의수준을 0.05로 설정하였다.

결 과

Table 1은 2011~2016년도에 제주도 내 6개 행정구역별로

Table 2. Statistical results of age- and sex-adjusted incidence rate per 100,000 persons (AIR) of scrub typhus by 2011~2016 in Jeju-do

Kruskal-Wallis test	
Test statistic	2.63
Corrected for ties	2.63
Degree of freedom	5
Significance level	P=0.76
Jonckheere-Terpstra trend test	
Test statistic	289.50
Standard error	36.13
z statistic	0.54
P-value (two-sided)	0.59

쫄쫄가무시 발생 수준에 대한 AIR과 이의 95% 신뢰구간을 제시하면서 기존에 발표되었던 CIR과 비교한 표이다. CIR이 ASR의 95% 신뢰구간을 벗어나는 경우로는 제주동부의 2012년도, 제주서부의 2016년도, 서귀동부의 2012~2016년의 5개년도, 서귀서부의 2014년도와 2016년도이었다. 특히 서귀동부 2016년도의 CIR 138.90에 대하여, AIR은 37.75로 산출되어서 3.67배 혹은 101.15(/십만명) 차이를 보였다. CIR이 AIR

Table 3. Statistical results of age- and sex-adjusted incidence rate per 100,000 persons (AIR) of scrub typhus by 6 areas in Jeju-do

Kruskal-Wallis test		
	Test statistic	21.14
	Corrected for ties	21.14
	Degree of freedom	5
	Significance level	$P < 0.001$
Post-hoc analysis	Average Rank	Different ($P < 0.05$) from
(1) Jeju-si	4.67	(2)(3)(4)(5)(6)
(2) Segwipo-si	17.83	(1)(5)
(3) Jeju East	14.00	(1)(4)(5)
(4) Jeju West	25.00	(1)(3)
(5) Segwipo East	30.17	(1)(2)(3)(6)
(6) Segwipo West	19.33	(1)(5)

의 95% 신뢰구간 내에 있는 경우라 해도, 제주동부의 2013년도 CIR 21.50에 있어 AIR은 9.30으로 산출되어 2.31배 혹은 12.2(/십만명)의 차이가 났다. 또한 서귀서부의 2014년도 CIR 3.70에 비하여 AIR은 7.63으로 0.48배, -3.93(/십만명)으로 AIR이 오히려 높게 제시되었다.

CIR 대신 산출한 AIR을 이용하여 2011~2016년의 6개년 간 차이를 분석한 결과(Table 2), 6개년간 AIR 변동에 있어 통계적으로 유의한 차이가 없으며($P=0.76$) 추세 또한 없는 것으로 나왔다($P=0.59$). 반면 제주도 내 6개 행정구역별 차이를 분석한 결과(Table 3) 통계적으로 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$). 평균 순위(average rank)로 볼 때 서귀동부, 제주서부, 서귀서부, 서귀포시, 제주동부, 제주시 순서로 높았다. 사후검정에서 서귀동부는 제주서부를 제외하고 제주시, 서귀포시, 제주동부, 서귀서부와는 유의하게 차이가 있는 것으로 나왔다.

토 론

이상의 결과에서, AIR이 아닌 CIR을 산출할 경우 발생 수준을 과대 혹은 과소 추정할 수 있음을 확인하였다. 이 점은 감염질환의 발생 수준을 지역별 혹은 연도별로 비교할 경우에 CIR이 아닌 AIR을 산출해야 할 또 하나의 근거가 되겠다.

또한 추가적인 분석을 통해 AIR이 아닌 CIR을 사용할 경우 통계 추론상 오류가 생기면서 전혀 다른 해석을 할 수 있음을 확인할 수 있었다. 즉 Lee⁶⁾는 CIR을 이용하여 2011~2015년도에 비해 2016년도에 발생이 급증하였다고 결론지었는데, Table 2에서 보듯이 연도별로 AIR의 차이는 통계적으로 유의하지 않았고 변동 추세도 없었다. 또한 CIR을 적용하여 제주동부와 제주서부 지역 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P=0.261$)고 결론 내었지만,⁶⁾ Table 3의 사후검

정 결과 해당 지역 간의 AIR은 유의하게 차이가 있는 것으로 나왔다($P < 0.05$).

한편 Lee⁶⁾가 감귤농사가 찌프가무시병의 위험요인이라고 주장한 근거 중 하나는 서귀서부의 CIR이 다른 지역에 비해 월등히 높다는 점이었다. Table 3에서 보듯이 해당 지역의 AIR이 가장 높다는 점에서 동일하게 통계적 추론이 가능하다. 그렇지만 발생 여부의 신고 과정에서 지역은 현 주소지에 의해 결정된다는 사실을 염두에 두어야 한다. 다시 말해서 작업을 하는 감귤밭의 소재지와 거주하는 소재지 간에 차이가 있을 수 있다는 점이다. 만약 감귤농사가 위험요인을 주장하려면 거주지가 아니라 작업장 소재지에 따라 발생 수준을 산출해야 한다. Table 3에서 같은 '시' 행정구역이지만 제주시에 비하여 서귀포시의 발생 수준이 유의하게 높은 점도 이런 이유로 설명이 가능하다. 서귀포시에 거주하지만 서귀동부에 작업장을 가진 환자가 있을 수 있기 때문이다. 따라서 감염병 발생 신고 자료에 근거하여 지역별 발생 수준을 비교하려면 실제 작업장 소재지를 추가로 알아내어야만 올바른 추론이 가능할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

제주도 내 지역별, 연도별 연앙인구 자료를 정리하고 연령표 준화 발생률 산출을 지원해준 제주감염병관리지원단 소속의 한유정 연구원에게 감사를 드립니다.

REFERENCES

- Merrill RM. Fundamentals of epidemiology and biostatistics. MA: Jones & Barlett Learning; 2013. p. 57-67.
- Segi M. Cancer mortality for selected sites in 24 countries (1950-1957). Sendai: Tohoku University School of Medicine; 1960.
- Esteve J, Benhaoum E, Raymond L. Descriptive epidemiology. Lyon: IARC Scientific Publication; 1994. p. 49-66.
- Jung KW, Won YJ, Oh CM, Kong HJ, Lee DH, Lee KH, et al. Cancer statistics in Korea: incidence, mortality, survival, and prevalence in 2014. Cancer Res Treat 2017;49:292-305.
- International Association of Cancer Registries. GLOBOCAN. [cited 2018 Feb. 19]. Available from: <http://www.iacr.com.fr/index.php>.
- Lee SU. Epidemiologic characteristics of scrub typhus on Jeju Island. Epidemiol Health 2017;39:e2017039.
- Min YS, Lim HS, Lee K, Jung CI, Cheong HK. A study on the epidemiologic characteristics of scrub typhus in Gyeongsangbuk-do,

- 1999-2001. Korean J Epidemiol 2005;27:70-9. (Korean)
8. Bae JM. Letter to the editor: Epidemiologic characteristics of scrub typhus on Jeju Island. Epidemiol Health 2017;39:e2017060.
 9. The Seoul Research Data Service. Mid-year population based on residencies from Statistics Korea. [cited 2018 Feb 2] Available from: <http://data.si.re.kr/taxonomy/term/62>.
 10. Doll R, Cook P. Summarizing indices for comparison of cancer incidence data. Int J Cancer 1967;2:269-79.
 11. Bewick V, Cheek L, Ball J. Statistics review 10: further nonparametric methods. Crit Care 2004;8:196-9.

Appendix 1. Mid-year population of Jeju-do by region and year

(unit: cases)

	Jeju-si	Segwipo-si	Jeju East	Jeju West	Seogwipo East	Seogwipo West
2011	323942	83495	36793	55317	42701	26077
2012	330321	84042	36352	55798	42464	26020
2013	338085	85131	36042	56250	42474	26096
2014	347247	85892	36125	56796	42777	26433
2015	356229	89195	36764	57971	43607	27573
2016	363927	92512	37810	59816	44795	29161