

Trauma

부산 지역에서 발생한 교통사고 환자와 강우량과의 관계

인제대학교 의과대학 부산백병원 응급의학교실, 인제대학교 의과대학 해운대백병원 응급의학교실¹

신경호 · 박득현 · 윤유상 · 김양원 · 박경혜¹ · 선경훈¹ · 박하영¹ · 조준호¹ · 김태훈

The Relationship between Rainfall and Traffic Accident Patients in Busan

Kyung Ho Shin, M.D., Deuk Hyun Park, M.D., Yoo Sang Yoon, M.D., Yang Weon Kim, M.D., Kyung Hye Park, M.D.¹, Kyung Hoon Sun, M.D.¹, Ha Young Park, M.D.¹, Jun Ho Cho, M.D.¹, Tae Hoon Kim, M.D.

Purpose: Traffic accidents are increasing due to the development and increment of transportation. Previous studies on analysis of the correlation between environmental factors and traffic accidents have rarely been reported. The purpose of this study is to analyze the correlation between rainfall and traffic accidents including accident mechanism, incidence, and trauma severity of patients.

Methods: A retrospective review was conducted in 851 trauma patients who visited the emergency department (ED) after a traffic accident from January 2013 to December 2013; 248 patients due to a traffic accident when it was raining, and 603 patients when it was not raining. Demographic data, clinical data, and meteorological data (rainfall, daily mean air temperature, daily mean wind speed) in Busan were investigated.

Results: The incidence of traffic accidents was one-second and the injury severity score of patients was two points higher on rainy days. In addition, the length of hospital stay was three days longer ($p=0.037$), and the prognosis was poor in the rain group. Comparison of severe injury sustained over rain, injury time, and accident mechanism showed approximately a 3-fold odds increased rate of severe injury on rainy days (OR 2.55, 95% CI: 1.11-5.83,

$p=0.004$) and a seven-fold odds increased rate of pedestrian traffic accidents (OR 7.26, 95% CI: 3.52-9.26, $p<0.001$) compared with car traffic accidents. In addition, a four-fold increased odds of night time (OR 3.79, 95% CI: 1.98-7.25, $p<0.001$) compared with day time accidents on rainy days. Conclusion: The incidence of traffic accidents and injury severity of patients increased on rainy days. Therefore, we suggest expansion of the scope of the emergency and trauma team activation for proper treatment on rainy days.

Key Words: Traffic accident, Rain, Injuries, Injury severity score

Department of Emergency Medicine, Busan Baik Hospital, Haeundae Paik Hospital¹, College of Medicine, Inje University, Busan, Republic of Korea

Article Summary

What is already known in the previous study

Weather has been considered a strong factor influencing traffic accidents. The incidence of traffic accidents and the injury severity of patients increase on rainy days.

What is new in the current study

The injury severity score of patients in traffic accidents increased significantly when rainfall was more than 20 mm.

서 론

교통사고는 나이, 성별, 사고 기전, 날씨, 차량의 종류, 계절 등 여러 가지 요인에 의해 환자의 상태나 예후 등이 차이를 보인다¹⁻³⁾. 많은 외상 환자들이 차내 교통사고, 이륜차에 의한 교통사고, 보행자 교통사고 등 다양한 형태의 교통사고로 응급실로 내원하게 되는데, 날씨와 강우량과 같은 환경 요인은 교통사고에 발생에 단지 일부분으로만 인

책임저자: 김 태 훈
부산광역시 부산진구 복지로 75
인제대학교 의과대학 부산백병원 응급의학교실
Tel: 051) 890-6120, Fax: 051) 891-1465
E-mail: doctor78em@gmail.com

접수일: 2015년 7월 23일, 1차 교정일: 2015년 7월 23일
게재승인일: 2015년 8월 21일

식되어 왔다. 그래서 교통사고와 관련된 대부분의 연구는 나이, 성별, 응급실 내원 당시 의식 상태와 혈압 등과 같은 환자 활력 징후, 그리고 병원 내 차트를 통한 환자 정보와 외상 중증도에 관련된 연구들이 대부분이었다. 이에 비해 요일과 날씨, 계절 등의 외부 환경의 요소와 외상 중증도의 연관성을 찾는 연구는 드문 편이며, 특히, 날씨와 강우량과 그리고 시간대 별을 중심으로 하는 종합적인 요인과 교통사고의 중증도가 어떤 상관관계가 있는지에 대한 연구는 거의 보고 되지 않았다. 이에 저자들은 응급 의료 센터에 내원하는 교통사고 환자의 중증도와 외부 환경 요소 중 날씨와 강우량에 따른 상관관계를 알아보려고 하였다.

대상과 방법

1. 연구 대상 및 지역

2013년 1월부터 2013년 12월까지 12개월간 지역 응급 의료센터에 내원한 환자 중 부산에서 발생한 교통사고로 입원한 환자 중 18세 이상의 성인을 대상으로 후향적 방법으로 조사하였다. 이 환자 집단에는 부산에서 일어난 교통사고에 국한하여 입원이 필요하여 타병원에서 전원 온 환자를 포함시켰다. 18세 미만이거나 타 지역에서 발생한 교통사고로 24시간이 지난 후 전원 된 경우 및 정확한 사고 기전을 알 수 없는 경우는 제외하였다.

2. 연구 방법

전자 의무 기록을 이용하여 환자의 1) 인구학적 자료: 나이 성별, 2) 생체 징후: 응급실 내원 당시 수축기 및 이완기 혈압, 맥박수, 호흡수, 체온, Glasgow coma scale (GCS), 3) 교통사고: 사고 기전, 사고가 일어난 시간, 4) 날씨: 강우량, 평균 기온, 평균 풍속, 5) 기타: 중환자실 입원 여부, 입원 기간, revised trauma score (RTS), injury severity score (ISS) 등의 자료를 수집하였다.

생체 징후와 RTS는 응급 센터 내원 초기에 측정된 결과를 사용하였다. 사고기전은 차내 교통사고, 이륜차 교통사고 및 보행자 교통사고 3가지로 분류했으며 이륜차 교통사고에 자전거 및 오토바이 사고를 포함시켰다. 사고가 발생한 시간은 낮 시간대(day time)를 7~14시, 저녁 시간대(evening time)를 15~22시, 새벽 시간대(night time)를 23~6시로 분류하였다. 강우량은 기상청의 권고대로 일반인이 비가 충분히 내렸다고 생각하는 10 mm를 기준으로 10 mm 이하, 10~20 mm 사이, 20 mm 이상의 3가지 군으로 분류하였으며, 날씨, 강우량, 평균 기온 및 평균 풍속과 같은 정보는 기상청 인터넷 홈페이지를 통해 조사하였다⁴⁾. 입원기간은 응급실로 내원한 시점부터 퇴원 또는 사

망시간까지로 정의했다. ISS는 응급실에서 퇴실하거나 병동에서 퇴원한 시점을 기준으로 측정하였으며 16점 보다 높은 경우를 중증 외상으로 분류하였다.

3. 통계 분석

SPSS for Windows (version 20K, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 통계분석도구로 사용하였다. 기술 통계학적 분석을 통해 양적 변수는 평균±표준편차로 각 항목 별 측정된 범주형 변수에 대해서는 빈도와 백분율(%)로 표기하였다. 카이제곱검정(Chi-square test) 및 Fisher의 정확검정을 시행하였고, 연속변수에 대해서는 독립표본 t검정을 실시하였다. 로지스틱 회귀분석을 통하여 외상 관련 변수들을 독립변수로 하고 외상 중증도 지수를 종속변수로 하여 분석을 시행하였다. 결과는 p 값이 0.05 미만 일 때 통계적 유의성을 인정하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

2013년 1월부터 12월까지 12개월간 지역 응급의료센터에 교통사고로 내원하여 입원한 환자는 총 1207명이었고 만 18세 미만의 환자 84명, 사고발생 24시간이 지난 후 타 지역 병원에서 전원 되어 온 환자 272명을 제외하여 851명의 환자가 연구에 포함되었다(Fig. 1). 참여한 환자 중 비가 온 날에 교통 사고로 입원한 환자는 248명(29.1%), 비가 오지 않은 날에 교통사고로 입원한 환자는 603명(70.9%) 포함되어 있었다. 비가 온 날과 비가 오지 않은 날의 성별은 비가 온 날에는 남자가 159명으로 여자보다 1.7배 많았고, 비가 오지 않은 날에는 남자가 416명

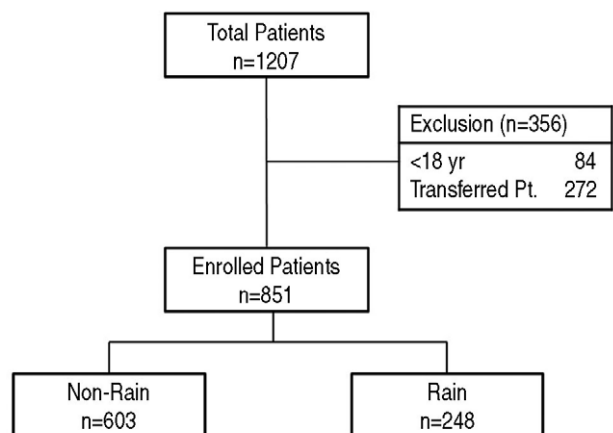


Fig. 1. Enrollment of the patients visited an emergency department with traffic accident.

으로 여자보다 2.2배 많았다. 연령은 비가 온 날에는 평균 50.3±18.4세, 비가 오지 않은 날에는 평균 53.5±18.8세로 유의한 차이가 없었다. 사고 발생빈도의 측면에서도 비가 온 날은 하루 2.99건으로 비가 오지 않은 날의 2.41건에 비해 높았다. 사고 기전에서는 비가 온 날은 차내 교통사고가 110건(44.3%), 비가 오지 않은 날은 차내 교통사고가 279건(46.3%)으로 비율이 가장 높았고, 이륜차 교통사고와 보행자 교통사고의 순서대로 비율이 높았다. 입원 기간에서는 비가 온 날은 20.3±18.3일로서 비가 오지 않은 날의 17.6±13.7일에 비해 입원일수가 더 많았다($p=0.037$). 마지막으로 환자의 결과는 예후가 불량한 환자의 비율이 비가 온 날은 22명(8.8%), 비가 오지 않은 날은 28명(4.4%)으로 비가 온 날의 환자의 예후가 좋지 않았다($p=0.023$) (Table 1).

2. 날씨에 따른 환자의 임상적 특징

GCS는 비가 온 날은 13.79±2.36점이고 비가 오지 않

은 날은 13.83±1.89점으로 비가 온 유무에 따라 유의한 차이가 없었다. 또한 RTS, 수축기 및 이완기 혈압과 맥박수도 비가 온 유무에 따라 유의한 차이가 없었다. 반면 ISS에서는 비가 온 날은 평균 10.19±7.91점이었고 비가 오지 않은 날에서는 8.66±6.49점으로 유의한 차이를 보였다($p=0.004$). RTS에서는 유의한 차이가 없었으나, RTS를 계산하기 위한 요소인 호흡수는 비가 온 날은 19.95±2.61회, 비가 오지 않은 날은 18.60±1.65회로 유의한 차이를 보였다($p=0.05$). 마지막으로 체온에서도 비가 온 날은 35.28±2.35°C였고 비가 오지 않은 날은 36.3±1.24°C로서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$) (Table 2).

3. 환자의 중증도에 영향을 미치는 요인

ISS 16점을 기준으로 minor injury와 severe injury로 나누었다. 교통사고의 severe injury와 관련된 지표들을 설명 변수로 하고 교통사고로 인한 중증도 지수를 종속변수로 하여 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 분석 결과 상

Table 1. Characteristics between rain group and non-rain group in patient with traffic accident.

	Rain	Non rain
Patients (male)	248 (159)	603 (416)
Age (yr)	50.3±18.4	53.5±18.8
Accident cases (per day)	2.99	2.41
Mechanism number (%)		
In Car TA	110 (44.3)	279 (46.3)
Bike TA	80 (32.3)	189 (31.3)
Pedestrian TA	58 (23.4)	135 (22.4)
Length of HD (day)	20.3±18.3	17.6±13.7
Outcomes number (%)		
Discharge	226 (91.2)	575 (95.3)
Hopeless discharge	10 (4.0)	6 (0.9)
Death in 24 hr	4 (1.6)	7 (1.1)
Death	8 (3.2)	15 (2.4)

TA: traffic accident, HD: hospital day

Table 2. Variable factors with relationship between rain group and non-rain group in patient with traffic accident.

	Rain	Non-rain	p value
GCS	13.79±2.36	13.83±1.89	NS
ISS	10.19±7.91	8.66±6.49	0.004
RTS	7.54±0.86	7.56±0.71	NS
SBP (mmHg)	120.52±23.41	124.15±23.56	NS
DBP (mmHg)	71.81±14.21	74.43±14.67	NS
HR (beat/min)	84.85±16.70	83.71±14.09	NS
RR (breath/min)	19.95±2.61	18.60±1.65	0.05
Body temperature (°C)	35.28±2.35	36.3±1.24	<0.001

GCS: Glasgow Coma Scale, ISS: injury severity score, RTS: revised trauma score, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HR: heart rate, RR: respiratory rate, NS: not significant

비가 온 경우, 강우량이 20 mm 이상인 경우, 이륜차 교통사고, 보행자 교통사고, 새벽 시간대의 교통사고가 유의한 지표였다(Fig. 2).

고 찰

교통 사고에 의한 외상의 발생에는 여러 가지 요소가 영향을 미치게 되는데 기상이나 계절 등의 기후적인 요소도 외상의 발생에 영향을 미칠 수가 있다³⁾. 만약 비가 오면 외 부활동이 줄어 응급실로 내원하는 환자가 감소할 수도 있으나, 교통사고가 많아져 외상환자들이 증가할 수도 있고, 비가 오는 날이나 눈이 오는 날에는 보행 시나 차량 운전 시에 주의도가 증가하여 외상환자의 수가 줄어들 수도 있으나 태풍이나 대설 등의 자연재해나 휴가철 고속도로 상에서의 대형 교통사고 등으로 인해 환자의 수가 폭발적으로 증가 할 수도 있다^{2,3,5)}. 또한 비가 오는 날 교통사고의 중증도가 높다는 연구가 보고되었다^{6,7)}. 우리의 연구에서도 비가 오지 않는 날에 비해 비가 온 날이 2.55배로 중증 외상이 발생할 확률이 높게 나타났고, 비가 오는 날에 교통 사고 환자의 발생빈도가 비가 오지 않은 날에 비해 높았다 (Table 1). 아마도 비가 오는 날 가지거리가 짧아지고, 노면이 비로 인해 미끄럽기 때문에 정지를 하더라도 속도가 많이 줄어들지 않고 빠른 속도로 부딪히기 때문일 것으로

추정된다⁸⁾. Rising 등⁹⁾의 연구에서는 3시간 간격의 강우량이 25.4 mm일 때 시간당 외상으로 입원율이 60~78% 증가한다고 되어있고, Parsons 등¹⁰⁾의 연구에서는 각 10 mm 강수량이 증가할 때 마다 외상으로 인한 하루 입원율이 2.2% 증가한다고 되어 있었다. Lynn과 Barbara¹¹⁾는 미국 세인트루이스에서 교통사고를 시간별, 요일별, 그리고 강우량을 크기별로 분류하여 교통사고 발생률 증가와의 상관성을 조사하였다. 그 결과 강우가 많을 때 사고 발생률도 증가한 것으로 나타나 강우변화와 교통사고율과는 높은 상관성을 나타내었다고 되어있다. 그리고 Lee 등¹²⁾의 연구에서는 부산지역에서의 경우 교통사고에 대한 기여가 높은 기상요소 중 강우량이 포함되어 있다. 그러나 Keay K와 Simmonds¹³⁾의 연구에서는 호주의 경우 강우량이 교통량을 줄인다고 하였다¹³⁾. Bergel-Hayat 등¹⁴⁾의 연구에서도 강수량은 교통량과 교통사고의 빈도와는 음의 상관관계를 나타낸다고 하였다. 그들은 강수량이 많은 날에는 사람들은 약속을 취소하고, 뿐만 아니라 이륜차를 운전해야겠다는 생각이 줄어들어 그것으로 인해 교통량이 줄어들어 교통사고가 적게 일어난다고 본 것이다. 우리 연구에서는 강우량이 20 mm 이상일 경우에 비가 오지 않은 날에 비해 중증도가 높은 교통사고가 일어날 위험도가 1.94배로 높았다. 풍속 역시 교통사고에 영향을 끼칠 수 있다. Baker와 Reynold¹⁵⁾의 연구에서는 영국에서 강한 폭풍이 있을 때 거의 50%의 사고가 뒤집히는 것이며, 66%의 사고는 위험

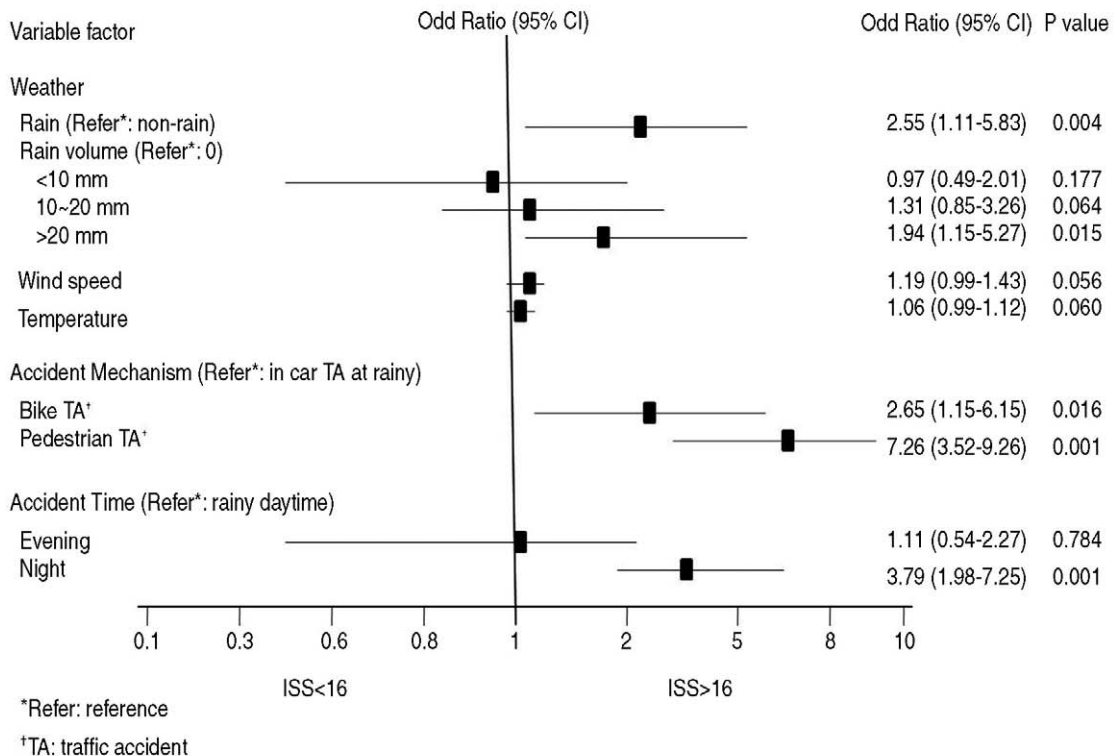


Fig. 2. Multivariate logistic regression analysis with severe traffic accident patient as the dependent variable in all patient.

성을 내포한 높은 트럭이 연관되어 있었다. 우리의 연구에서는 풍속이 교통사고의 중증도와는 유의한 차이를 나타내지 못하였으며 대다수의 연구에서도 풍속과 교통사고의 연관성에 대한 결과가 보고 되고 있지 않다. 앞으로 이 부분에 대해서도 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 기온과 교통사고의 관계에 대한 논문들이 있는데 기온이 올라가면 총 외상의 발생을 뿐만 아니라 교통사고가 늘어난다고 나와있다. Bhattacharyya와 Millham³⁾은 보스턴에서 8년간 후향적으로 연구를 했고 하루 최고 기온과 외상으로 인한 입원율은 강하게 연관성이 있다고 했다. 아마도 기온이 높을 때 외부 활동이 증가하고 교통량이 증가 하기 때문일 것이다. 하지만 우리 연구에서는 기온과 외상의 중증도와는 큰 관련이 없었다. 기후적인 요소 뿐만 아니라 사고가 발생한 시간 또한 교통사고의 중증도와 연관이 있다. 시간이 늦은 밤의 교통사고는 중증도가 높을 가능성이 있다¹³⁾. 우리 연구에서도 마찬가지로 비가 오는 날의 23~6시까지의 시간에 중증도가 높은 사고가 일어날 위험성이 비가 오는 날 7~14시까지의 시간에 비해 3.79배로 나타났다. 주로 늦은 시간에 시야가 멀리까지 보이지 않으며, 차가 많이 없기 때문에 빠른 속력으로 운전을 하고, 음주가 주로 밤에 이루어져 음주 시 인체의 반응속도가 느려져서 상황에 대한 대처가 느리기 때문에 큰 사고로 연결되는 것으로 추정된다. 손상 기전에 대해 보면 Park 등¹⁶⁾의 연구에서는 보행자 손상이 많았고, Jung 등¹⁷⁾의 연구에서는 우리 연구와 동일하게 운전자 손상이 많았다. 이러한 차이는 Jung 등¹⁷⁾의 연구에서 언급하였듯이 1993년에 비하여 운전자의 수가 증가하였기 때문으로 분석하였는데, 실제 국내도로 교통공단 교통사고 통계분석 자료에 의하면 90년까지는 보행자 사고가 전체사고의 52.5%로 많았지만 자동차의 증가로 통행수단이 차량통행으로 차츰 변하면서 2000년 이후에는 차내 사고가 매년 증가하고 있다¹⁸⁾. 우리 연구에서도 역시 차내 교통 사고가 389명(45.7%)으로 이륜차 및 보행자 교통사고에 비해 높게 나왔다.

우리 연구의 제한점으로 첫째, 한 지역의 응급의료센터에서 교통사고로 입원한 성인 환자만을 대상으로 한 점이다. 둘째, 부산이라는 한 지역이 대한민국 전체의 강우량을 대표할 수 없는 점이다. 추후 전향적 연구로 여러 지역의 다수의 응급의료센터에서 강우량을 고려하여 사고의 중증도 및 빈도에 대해서 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

교통사고로 인해 응급실로 내원한 환자가 비가 오지 않은 날에 비해 비가 온 날 증가하였고, 중증도가 높았으며, 환자의 예후가 좋지 않았다. 특히, 20 mm 이상의 강우량이 관측된 날에는 교통사고로 응급실에 내원하는 환자의

중증도가 높을 가능성이 있기 때문에 환자의 적절한 치료를 위해 응급 의료팀과 중증 외상팀은 신속하고 주의 깊게 진료하는 것이 필요하며, 중증 외상 활성화 범위를 확대시키는 방안을 고려해 볼 수 있을 것이다.

참고문헌

1. DiMaggio C, Durkin M, Richardson LD. The association of light trucks and vans with paediatric pedestrian deaths. *Int J Inj Contr Saf Promot.* 2006;13:95-9.
2. Attia MW, Edward R. Effect of weather on the number and the nature of visits to a pediatric ED. *Am J Emerg Med.* 1998;16:374-5.
3. Bhattacharyya T, Millham FH. Relationship between weather and seasonal factors and trauma admission volume at a level I trauma center. *J Trauma.* 2001;51:118-22.
4. Available at: <http://www.kma.go.kr/>. Accessed June 17, 2015.
5. Lee JY, Min JH, Park JS, Chung SP, Park JS, Jung SK, et al. The association of meteorological and day-of-the week factors with patient visits to emergency centers. *J Korean Soc Emerg Med.* 2005;16:287-91.
6. Majdzadeh R, Khalagi K, Naraghi K, Motevalian A, Eshraghian MR. Determinants of traffic injuries in drivers and motorcyclists involved in an accident. *Accid Anal Prev.* 2008;40:17-23.
7. Yau KK. Risk factors affecting the severity of single vehicle traffic accidents in Hong Kong. *Accid Anal Prev.* 2004;36:333-40.
8. Usman T, Fu L, Miranda-Moreno LF. A disaggregate model for quantifying the safety effects of winter road maintenance activities at an operational level. *Accid Anal Prev.* 2012;48:368-78.
9. Rising WR, O'Daniel JA, Roberts CS. Correlating weather and trauma admissions at a level I trauma center. *J Trauma.* 2006;60:1096-1100.
10. Parsons N, Odumenya M, Edwards A, Lecky F, Pattison G. Modelling the effects of the weather on admissions to UK trauma units: a cross-sectional study. *Emerg Med J.* 2011;28:851-5.
11. Sherretz LA, Farhar BC. An analysis of the relationship between rainfall and the occurrence of traffic accident. *J Appl Meteor.* 1978;7:711-5.
12. Lee DI, Lee MC, You CH, Lee SK, Lee CK. On the seasonal prediction of Traffic accidents in relation to the weather elements in Pusan area. *J Korean Environmental Sci Soc.* 2000;9:469-74.
13. Keay K, Simmonds I. The association of rainfall and other weather variables with road traffic volume in Melbourne,

- Australia. *Accid Anal Prev.* 2005;37:109-24.
14. Bergel-Hayat R, Debbarh M, Antoniou C, Yannis G. Explaining the road accident risk: weather effects. *Accid Anal Prev.* 2013;60:456-65.
 15. Baker CJ, Reynolds S. Wind-induced accidents of road vehicles. *Accid Anal Prev.* 1992;24:559-75.
 16. Park KN, Kim YC, Lee WJ, Hwang JI, Kim SK, Kim IC. An analysis of the traffic accident victims who visited emergency room by injury severity score (ISS). *J Korean Soc Emerg Med.* 1992;3:37-43.
 17. Jung JY, Paek KW, Lee KJ, Cho JP. Evaluation of serious injuries due to motor vehicle collision. *J Korean Soc Traumatol.* 2004;17:139-48.
 18. Available at: <http://www.koroad.or.kr/>. Accessed June 17, 2015.