

건강보험심사평가원 환자표본자료를 이용한 국내 두부손상의 역학 및 뇌 CT 시행 분석

서울대학교 의과대학 응급의학교실

박소영 · 정재윤 · 광영호 · 김도균 · 서동범

— Abstract —

A Nationwide Study on the Epidemiology of Head Trauma and the Utilization of Computed Tomography in Korea

So Young Park, M.D., Jae Yun Jung, M.D., Young Ho Kwak, M.D.,
Do Kyun Kim, M.D., Dong Bum Suh, M.D.

Department of Emergency Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To understand the epidemiology of head trauma and the utilization of brain CT in Korea, we analyzed a national sampling data set, the National Patient Sample obtained from the Health Insurance Review and Assessment Service.

Methods: We retrospectively collected and analyzed demographic and clinical data on enrolled patients from the National Patient Sample based on medical claims data for 2009. The data included patient's age, sex, treatment date, diagnosis codes, procedure codes related with CT, holiday or night consultation fee, and fee for emergency management services.

Results: In 2009, the estimated population with head trauma was 819,059(1.8%), and the rate of brain CT utilization was 22.4%. Children ages 5 to 15 were the most commonly injured group(22.8%), but had the lowest brain CT utilization(16.5%). The mean age of the estimated population with head trauma was 34.9 ± 0.5 years old, and male patients accounted for 60.5% of that population. Intracranial injury was found in 8.6% of all head traumas, and the rate of intracranial injury in children was lower than it was in adults(4.1% vs. 10.9%, $p < 0.001$). Twenty- three percent of patients with head trauma visited the emergency department (ED). More patients with head trauma visited medical facilities in the daytime on weekdays(66.5% vs. 33.5%, $p < 0.001$), but head CT was performed more frequently at night or on weekends/holidays(16.1% vs. 34.7%, $p < 0.001$). There is low incidence of head trauma in the winter in children ($p < 0.001$). In the multivariate logistic regression analysis, patients who were adults, female, or ED visitors were more likely to undergo brain CT (odds ratio (OR): 1.65, 95% confidence interval (CI): 1.47-1.84; OR: 1.40, 95% CI: 1.27-1.54; OR: 7.80, 95% CI: 6.91-8.80, respectively).

Conclusion: In this study, we analyzed the national epidemiologic trend for head trauma, and the pattern of utilization of brain CT. (J Trauma Inj 2012;25:152-158)

Key Words: Head trauma, Brain CT, the National Patient Sample, Nationwide

* Address for Correspondence : **Dong Bum Suh, M.D.**

Department of Emergency Medicine, Seoul National University College of Medicine,
101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-799, Korea

Tel : 82-2-2072-3257, Fax : 82-2-741-7855, E-mail : dongbumes@naver.com

접수일: 2012년 8월 24일, 심사일: 2012년 8월 28일, 수정일: 2012년 8월 28일, 승인일: 2012년 10월 23일

I. 서 론

두부 외상은 미국에서 연간 170만 명의 환자가 발생하는 흔한 손상이며, 사망 및 장애를 유발하는 주된 원인이다.(1,2) 두부 외상 환자가 외래나 응급의료센터를 방문하게 되면 위험한 뇌 손상이나 두개골 골절 등을 찾아 치료하기 위해서 영상의학적 검사를 하게 되며, 이 때 가장 유용한 검사가 뇌 전산화 단층 촬영(computed tomography, CT)이다. CT는 방사선 노출에 따른 암 발생 등의 부작용을 가지고 있음에도 불구하고,(3-6) 빠르고 간편하여 그 시행 건수와 시행률이 점차 증가하고 있는 추세이다.(7)

소아 환자를 대상으로 2003년 영국에서 시행된 연구에 의하면 두부 외상 환자에서 뇌 CT가 0.9%에서 시행되었으며,(8) 미국에서 수행된 다른 연구에 따르면 2개의 3차 소아 병원 응급실에서 8년간 두부 외상환자의 29%에서 뇌 CT가 시행되었다.(9) 국내에서 보고된 연구에 의하면 1년간 5개 병원(1개의 권역응급의료센터 및 4개의 지역응급의료센터)에서 외상성 두부 손상 소아가 응급실에 내원하였을 때 시행한 뇌 CT의 시행률은 8.3%이었다.(10) 이렇듯, 두부 외상환자에서 뇌 CT의 시행률은 나라마다 다르며, 해외와 국내에서 수행된 일부 병원의 사례를 살펴봐도 서로 다른 CT 시행률을 보이고 있다. 미국의 경우는 전국 단위의 뇌 CT 시행률에 관해서 보고된 연구가 있으나,(7) 국내에서는 두부 외상과 관련된 CT 시행률에 대해서는 전 인구를 대상으로 하는 연구는 전무한 실정이다.

우리나라는 국민건강보험이라는 국가 단위의 의료보험을 적용함으로써 전국 단위의 의료 사용 내역을 확인 할 수 있으며, 건강보험심사평가원이 2009년 환자표본자료를 공개하면서 건강보험청구자료를 활용한 연구가 가능해져 이 자료를 통하여 전국적인 규모의 다양한 연구가 가능해졌다. 본 연구에서는 전국적으로 수집된 건강보험 청구자료를 활용하여 두부 손상 환자에서의 의료시설 이용 및 뇌 CT사용에 대한 데이터를 수집함으로써, 우리나라 두부 손상 환자의 역학을 알아보고 진단에 활용되는 뇌 CT의 시행 양상을 분석해 보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대상 - 표본환자자료

연구자들은 건강보험 심사평가원이 공개한 2009년 “표본환자 자료”를 입수하였다. 이 자료는 2009년 1월 1일부터 2009년 12월 31일까지 1년간 의료기관을 이용한 환자들(약 4600만명)을 대상으로 성별 및 연령(5세 단위)구간에 따라 환자들을 층화 계통 추출법을 통하여 추출함으로써 구성된 표본환자 군으로, 이렇게 추출된 환자의 1년간의

모든 진료내역과 처방내역을 포함하고 있다. 표본환자자료의 크기는 최대 분산을 가지는 변수인 1년간 환자당 총 진료금액을 기준으로 하였으며, 효율적인 표본 추출을 위해 입원 환자와 외래 환자를 분리 추출하여 가중치를 부여하는 방식을 사용하였다. 이에 입원 환자의 추출 비율은 13%, 외래 환자의 추출 비율은 1%로 계산되어 입원환자 약 70만 명, 외래환자 약 40만 명이 표본추출 되었다.

2. 방법

본 연구에서는 2009년 표본환자자료를 후향적으로 분석하였다. 우선 표본 자료 중 주 상병 혹은 부 상병이 머리의 손상에 해당하는 진단코드인 S00(S00.0, S00.7, S00.8, S00.9-머리의 얇은 손상), S01(S01.0, S01.7, S01.8, S01.9-머리의 열린 상처), S02(S02.0, S02.1, S02.7, S02.8, S02.9-머리뼈의 골절), S06(머리 내 손상), S07(S07.1, S07.8, S07.9-머리의 압착손상), S09(S09.0, S09.7, S09.8, S09.9-머리의 기타 및 상세불명의 손상)인 환자를 추출해 내고 이 환자들의 연령, 성별, 수진일자, 진료내역 분류코드 자료를 얻었다. 소아 환자는 나이가 18세 미만인 환자로 정의하였고, 응급실 방문 환자는 진료내역 분류코드 중 응급의료관리료(진료내역코드 AC101, AC103, AC105)가 포함된 경우로 정의하였다. 야간, 공휴일에 의료시설의 이용은 진료내역 분류코드 중 진찰료 항목에서 야간, 공휴일에 해당하는 경우로 분류하였다. CT 시행 여부는 진료내역 분류코드 중 ‘일반 전산화 단층영상 진단-두부(진료내역코드 HA441, HA451, HA461, HA471)’에 해당하는 경우로 정하였다. 두부 손상은 건강보험 심사평가원 자료에 기재된 상병명을 통해 두개 내 손상(상병코드 S06.1-9)과 두개 외 손상 및 뇌진탕으로 구분하였다. 이를 통해 두부손상 환자의 나이 및 성별 분포, 진단, 응급실 이용 빈도, 응급 의료 기관들의 수준별(권역응급의료센터, 지역응급의료센터 및 지역응급의료기관) 진료 현황, 병원 방문 시간(평일/주간과 휴일/야간의 비교)에 따른 빈도에 대해 분석하였다. 각 분류별로 CT 시행률에 대한 결과를 추출하였다.

3. 통계적 검증

본 연구에서는 Stata 11.2 SE software package (Stata Corporation, Texas)의 svy 명령어를 이용하여 표본 조사 데이터를 분석하였다. 표본 자료의 추출 방법에 대해서는 건강보험 심사평가원에서 제공한 ‘환자표본자료의 이용과 구성방법’ 자료를 참고하였다. 표본자료에서 각 군에 해당하는 환자의 비율을 구하여 모집단에서의 환자수를 추정하였고 카이 제곱 검정을 통하여 통계적 유의성을 측정하였다. 나이와 총 진료비는 평균값과 표준편차를 계산하였

으며 독립표본 t-검정을 하였고, CT시행에 관련된 인자를 파악하기 위해 로지스틱 회귀 분석을 통하여 오즈비(Odds ratio)를 구하였다. 통계적 유의 수준은 p -value가 0.05미만인 경우로 정하였다.

III. 결 과

1. 두부 손상 환자의 역할

총 표본 자료에서 추출된 표준 환자의 표본 추출 방법을 근거로 이를 반대로 적용하여 모집단을 추정한 결과 2009년 1년간 두부외상으로 의료시설을 이용한 환자의 숫자는 모두 819,059명으로 전체 의료시설 방문 환자 수의 약 1.8%에 해당하였다.

총 두부 손상 환자들의 평균 연령은 34.9(±0.5)세이며, 남자가 전체의 60.5%를 차지하였다. 이 중 18세 미만 소아 청소년의 두부외상 환자는 33.4%였다. 연령별로 살펴보면 5세 이상 15세 미만의 환자에서 두부손상으로 인한 의료 시설 이용수는 22.8%로 가장 많았고 20대가 7.8%로 가장 적었지만, 손상 대비 뇌 CT 이용률은 20대가 높으며 5세 이상 15세 미만에서는 현저히 낮았다(26.2% vs. 16.5%, $p<0.001$) (Fig. 1).

두부 손상의 진단명을 가진 환자들 중 두개 내 손상이 확인된 경우는 총 70,399명으로 전체 두부손상 환자들 중 8.6%에 해당하였다. 소아 환자에서는 4.1%, 성인 환자에서는 10.9%로 차이가 있었다($p<0.001$).

2. 두부 손상 환자의 의료기관 이용의 역할

평일 낮 시간에 의료시설을 이용한 빈도가 야간 또는 공휴일의 이용에 비해 높았다(66.5% vs. 33.5%, $p<0.001$). 계절적으로는 소아에서 두부손상으로 의료시설의 방문이 겨울에 빈도가 낮았지만 성인에서는 계절별 차이는 미미하였다(18.4% vs. 25.0%, $p<0.001$) (Table 1).

3. 두부 손상 환자의 응급센터 방문 양상

전체 두부 손상 환자들 중 응급실을 방문한 환자들은 총 189,253명으로 비율은 약 23.1%였으며, 권역 응급의료센터보다는 지역 응급의료센터와 지역 응급의료기관의 이용 빈도가 높은 것으로 확인되었다(16.7% vs. 83.3%, $p<0.001$).

4. 두부 손상환자에서 뇌 CT 시행률의 양상

두부외상 환자 중 뇌 CT는 22.4%에서 시행되었는데 소아와 성인에서의 시행률은 차이가 있었다. 남자 외상환자의 20.6%에서 CT를 시행하였고 여자는 25.0%에서 시행하였다. 응급의료센터에 방문한 환자 중 53.4%에서 뇌 CT를 시행한 반면, 응급의료센터 외 의료시설을 이용한 환자의 뇌 CT 시행률은 13.0%였다($p<0.001$). 의료시설 방문 시간에 따른 CT 이용률은 평일 주간 보다는 평일 야간 및 휴일에 높은 빈도를 보이고 있다(Table 2). 로지스틱 회귀 분석을 통해 분석한 두부손상 환자에서 뇌 CT를 시행하게



*It means the ratio of utilization of brain CT to patients with the head trauma.

Fig. 1. Estimated population with head trauma in 2009 and the ratio of the utilization of brain computed tomography to population with head trauma.

하는 임상적 인자로는 여자, 성인(18세 이상), 응급실을 방문한 경우가 의미가 있었다(OR: 1.65, 95% CI: 1.47-1.84; OR: 1.40, 95% CI: 1.27-1.54; OR: 7.80, 95% CI: 6.91-8.80) (Table 3).

IV. 고 찰

이 연구는 전국 단위의 역학적 자료로 국내 두부손상의 규모 및 뇌 CT 시행률에 관한 최초의 자료 분석이다. 본 연구에 의하면 전체 의료 이용의 1.8%가 두부 손상에 의한 것이었고 이중 22.4%가 뇌 CT를 시행 받았다. 두부 손상으로 진료를 받은 소아 환자의 경우 CT 시행률은 17.5%로 김 등(10)이 보고한 이전 조사에 의한 CT 시행

률 8.3%와 차이를 보이고 있다.

연령별 두부 손상에 대해서 응급실 기반의 18세 미만을 대상으로 한 기존의 연구에서 연령별 외상성 두부손상의 빈도는 0~4세의 연령군에서 가장 높은 것으로 보고되었지만 본 연구에서는 5~10세에서 가장 많은 빈도를 보여 차이가 있었다(Fig. 1). 기존의 연구는 도시에 위치한 지역 응급의료센터 이상의 응급실에 내원한 환자들을 대상으로 하였고 외래로 내원한 환자가 포함되지 않아 본 연구와 대상의 차이가 있어 도시/농촌, 혹은 응급실/외래의 두부 손상 환자군이 다를 것으로 추정된다.

우리의 연구 결과에 의하면 두부 손상으로 권역 센터 응급실에서 진료를 받은 경우는 16.7%로 지역센터 및 지역기관에서 진료를 받은 경우가 대다수이다. 반면에 CT

Table 1. Demographic characteristics for patients with head trauma in South Korea in 2009

	Children		Adults		p value
	Estimated population size	(%)	Estimated population size	(%)	
Total population	276978	(33.8)	542081	(66.2)	
Diagnosis					
Intracranial injury	11469	(4.1)	58930	(10.9)	<0.001
Extracranial injury & concussion	265509	(95.9)	483151	(89.1)	
Age (year)	6.4 ± 0.2		49.5 ± 0.4		
Sex					
Males	190525	(68.8)	305405	(56.3)	<0.001
Females	86453	(31.2)	236676	(43.7)	
Visit to emergency room					
Total	64446	(23.2)	124807	(23.0)	0.013
REC*	12792	(19.9)	18869	(15.1)	<0.001
LEC†	31623	(49.0)	52800	(42.3)	
LEI‡	20031	(31.1)	53138	(42.6)	
Visiting time					
Daytime at weekdays	178185	(64.3)	366644	(67.6)	<0.001
Week night, holidays	98793	(35.7)	175437	(32.4)	
Visit season					
Spring	78370	(28.3)	131253	(24.2)	<0.001
Summer	79415	(28.7)	139684	(25.8)	
Autumn	68154	(24.6)	135499	(25.0)	
Winter	51039	(18.4)	135645	(25.0)	
Disposition					
Admission	44477	(16.1)	183584	(33.9)	<0.001
Outpatient	232501	(83.9)	358497	(66.1)	
Cost (won)					
Total	99159.2 ± 5292.8		332624.1 ± 11060.0		<0.001
Performed CT§	299737.7 ± 22447.3		811094.2 ± 38349.2		<0.001
Not-performed CT	56581.4 ± 3558.9		174540.0 ± 7177.9		<0.001

* REC: regional emergency center

† LEC: local emergency center

‡ LEI: local emergency institute

§ CT: computed tomography

Table 2. Characteristics of patients using brain *CT scans with head trauma in South Korea in 2009

	Children		Adults		p value
	Estimated population size	[†] Proportion (%)	Estimated population size	Proportion (%)	
Population using brain CT	48500	(17.5)	134622	(24.8)	<0.001
Age (year)	6.7 ± 0.3		50.6 ± 0.7		
Sex					
Males	32623	(17.1)	69576	(22.8)	<0.001
Females	15877	(18.4)	65046	(27.5)	
Performing brain CT in [†] ER					
Total	29461	(45.7)	71614	(57.4)	<0.001
[§] REC	7085	(55.4)	12561	(66.6)	<0.001
LEC	15785	(49.9)	33231	(62.9)	
LEI	6592	(32.9)	25823	(48.6)	
Performing brain CT time					
Daytime at weekdays	21323	(12.0)	66615	(18.2)	<0.001
Week night, holidays	27177	(27.5)	68007	(38.8)	
Performing brain CT season					
Spring	13808	(17.6)	31092	(23.7)	<0.001
Summer	14008	(17.6)	34561	(24.7)	
Autumn	12431	(18.2)	35553	(26.2)	
Winter	8253	(16.2)	33415	(24.6)	
Disposition					
Admission	11200	(25.2)	62623	(34.1)	<0.001
Outpatient	37300	(16.0)	71999	(20.1)	

* CT: computed tomography

[†] It means the proportion of patients using brain CT to population with head trauma

[†] ER: emergency room

[§] REC: regional emergency center

LEC: local emergency center, LEI: local emergency institute

Table 3. Logistic regression analysis performing brain *CT scans in head trauma patients

Variables	[†] OR	95% [†] CI	p value
Sex			
Males	1.00	...	...
Females	1.40	1.27-1.54	<0.001
Age (y)			
<18	1.00	...	...
≥ 18	1.65	1.47-1.84	<0.001
Visit to emergency room			
Yes	7.80	6.91-8.80	<0.001
No	1.00	...	...
Visiting time			
Daytime at weekdays	1.00	...	...
Week night, holidays	1.06	0.94-1.19	0.356
Season			
Spring	0.94	0.82-1.09	0.375
Summer	0.97	0.85-1.11	0.688
Fall	1.04	0.90-1.19	0.611
Winter	1.00	...	...

* CT=computed tomography

[†] OR=odds ratio. The ORs from multiple logistic regressions that adjusted for sex, age, visiting emergency room, visiting time and season

[†] CI=confidence interval

시행률을 보면 권역센터에서의 CT 시행률이 지역센터 및 지역기관에서의 CT 시행률보다 높은 것을 볼 수 있다 (62.1% vs. 51.7% $p<0.001$). 앞서서도 언급하였듯이 권역센터는 주로 도시지역에 분포하고 있어 이에 따른 CT 시행률에 차이가 있을 수 있고, 권역센터에서는 외래에서 진료 후 CT 시행이 필요하다고 판단되는 경우 응급실에서 재진료를 받게 되는 경우가 많으며, 일차 의료기관이나 하급응급의료센터에서 진료 후 상급기관으로의 전원을 하는 경우 등에서 차이가 생길 수 있다.

주간과 야간 및 공휴일의 내원 환자수는 주간 66.5%, 야간 및 공휴일 33.5%로 확인된 반면 CT를 시행한 비율은 오히려 야간 및 공휴일에 높게 측정되었다. 총 환자 대비 CT 시행비율은 야간 및 공휴일에 주간에 비해 2배 이상 높다. 야간 및 공휴일에는 주간에 비해 경험이 적고 지식 수준이 낮은 저년차 전공의나 전문과목이 아닌 응급실 당직의사의 비율이 높아 임상적인 판단에 객관적인 검사 의존도가 높을 수 있으며, CT는 빠른 시간에 정확한 진단을 내리는데 효과적인 검사로 알려져 있다.(11) 2011년에 미국에서 시행된 연구에서도 응급실로 내원한 환자의 CT 시행률은 12년간 330% 증가된 것으로 보고되었고, CT 장비의 보급, 영상 검사에 대한 경제적인 보상의 증가 및 시간이 필요한 신체 검진보다 영상 검사를 선호하는 추세를 그 이유로 들고 있다.(7)

우리 연구에서는 소아 환자의 두부 손상 빈도가 봄, 여름에서 가을, 겨울보다 높은 것으로 확인된 반면 성인에서는 계절에 따른 빈도 차이는 없는 것으로 확인되었다. Foltran 등이 시행한 연구에서 소아 환자의 손상 빈도가 겨울에 비해 여름에 경증 손상은 1.8배, 중증 손상은 2.0배 높은 것으로 보고되었고,(12) Bhattacharyya 등이 시행한 다른 연구에서도 기온에 따라 손상 환자 수가 증가한다는 결과를 확인 할 수 있다.(13)

CT 시행률은 증가하는 추세이며, 진료에 CT 등의 검사에 대한 의존도가 높아지고 있으나, CT는 많은 연구에서 밝혀졌다시피 방사선 노출로 인한 암 발생 등의 부작용을 가지고 있는 검사이다.(3-6) Kuppermann 등이 21개월 간 미국의 25개 소아 응급실에 경증 두부 외상을 주소로 내원한 소아 환자를 대상으로 한 연구에서는 CT 시행률은 35.3%이나, 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상(clinical important traumatic brain injury, ciTBI)은 0.9%에 해당하는 결과를 보이고 있다. 저자는 과도한 CT 시행을 줄이기 위해 연령별로 ciTBI에 대한 예측 인자를 제시하였다.(14)

본 연구는 건강보험심사평가원의 표본자료를 이용한 연구로 몇가지 제한점을 가진다. 건강보험 급여가 인정된 의료 이용만을 포함하고 있어, 비급여로 적용된 의료 이용에서의 자료가 제외되었다. 이전 연구에 의하면 교통 사고로 인한 소아 두부 손상의 총 환자의 8.5%를 차지 하는 것으

로 보고 되었으며 이 연구에 의하면 교통사고는 3번째로 주된 원인으로, 특히 15~18세 환자의 경우에는 26.4%를 차지하는 것으로 보고되었다.(10)

우리의 연구는 진료내역 분류코드를 통해 진료 행태를 파악한 것으로, 환자에 대한 임상 자료가 부족하다. CT 단독 결과나 진단명의 정확성에 대해 확인할 수 없으며 같은 환자에서 CT를 여러 번 찍은 경우나 병원간 전원등의 경우를 통해 반복적으로 진료내역이 발생한 경우 자료에 편견이 있을 수 있다. 안 등(15)이 시행한 국내의 이전 연구에 의하면 외상으로 인한 전원이 총 전원 환자의 18.9%를 차지하는 것으로 보고되었다.

V. 결 론

이 연구는 국내에서 최초로 시행된 전국적 자료를 분석한 두부 외상 환자의 역학적 특징 및 CT 시행에 관한 연구이다. 손상 환자 기록지 등을 통해 보다 정확한 뇌 CT 시행률에 대한 연구가 필요하며, 우리 나라의 실정에 맞는 과도한 CT 시행을 지양할 수 있는 진료 지침의 개발에 대한 노력이 필요하다.

REFERENCES

- 1) Faul M, Xu L, Wald MM, Coronado VG. Traumatic brain injury in the United States: emergency department visits, hospitalizations, and deaths. Atlanta (GA). Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control, 2010.
- 2) Coronado VG, Xu L, Basavaraju SV, McGuire LC, Wald MM, Faul MD, et al. Surveillance for traumatic brain injury-related deaths--United States, 1997-2007. MMWR Surveill Summ 2011;60:1-32.
- 3) Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. N Engl J Med 2007;357:2277-84.
- 4) Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL. Radiation risk to children from computed tomography. Pediatrics 2007;120:677-82.
- 5) Hillman BJ, Goldsmith JC. The Uncritical Use of High-Tech Medical Imaging. N Engl J Med 2010;363:4-6.
- 6) Smith-Bindman R. Is computed tomography safe? N Engl J Med 2010;363:1-4.
- 7) Kocher KE, Meurer WJ, Fazel R, Scott PA, Krumholz HM, Nallamothu BK. National trends in use of computed tomography in the emergency department. Ann Emerg Med 2011;58:452-62.
- 8) Dunning J, Daly JP, Malhotra R, Stratford-Smith P, Lomas JP, Lecky F, et al. The implications of NICE guidelines on the management of children presenting with head injury. Arch Dis Child 2004;89:763-7.
- 9) Menoch MJ, Hirsh DA, Khan NS, Simon HK, Sturm

- JJ. Trends in computed tomography utilization in the pediatric emergency department. *Pediatrics* 2012;129:e690-7.
- 10) Kim HB, Kim DK, Kwak YH, Shin SD, Song KJ, Lee SC, et al. Epidemiology of traumatic head injury in Korean children. *J Korean Med Sci* 2012;27:437-42.
 - 11) Baker LC, Atlas SW, Afendulis CC. Expanded Use Of Imaging Technology And The Challenge of Measuring Value. *Health Aff* 2008;27:1467-78.
 - 12) Foltran F, Avossa F, Fedeli U, Baldi I, Spolaore P, Gregori D. Seasonal variations in injury rates in children: evidence from a 10-year study in the Veneto Region, Italy. *Int J inj Contr Saf Promot.* 2012. Epub 2012.05.30.
 - 13) 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.
 - 14) Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, Hoyle JD, Atabaki SM, Holubkov R, et al. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. *Lancet* 2009;374:1160-70
 - 15) Ahn KO, Hong JY, Kim Y, Jung KY. Appropriate Interhospital Transfer of Emergent Patients. *J Korean Soc Emerg Med* 2006;17:138-45.