

일개 대학병원에서 경험한 소아의 경증 두부 외상에서 Brain CT 측정 및 효용성

가천대 길병원 응급의학교실

김하경, 김진주, 조진성, 장재호, 양혁준, 이 근

- Abstract -

The Use of Brain Computer Tomography Examination with Mild Traumatic Brain Injury in Pediatrics

Ha Kyung Kim, M.D., Jin Joo Kim, M.D., Jin Seong Cho, M.D.,
Jae Ho Jang, M.D., Hyuk Jun Yang, M.D., Gun Lee, M.D.

Department of Emergency Medicine, Gachon University Gil Medical Center, Incheon, Korea

Purpose: In children, mild traumatic brain injuries (TBI) account for 70~90% of head injuries. Without guidelines, many of these children may be exposed to excess radiation due to unnecessary imaging. The purpose of this study was to evaluate the impact of a mild TBI guideline in imaging of pediatric patients.

Methods: The medical records of all children who had head computed tomography and were admitted to our hospital with a TBI with Pediatric Glasgow Coma Scale and Glasgow Coma Scale of 14 to 15 were retrospectively reviewed and compared with PECARN Rule.

Results: A total of 1260 children were included and all children checked with head computed tomography. 61 pediatrics had CT positive and presented skull fracture 40, hemorrhage 8, hemorrhagic contusion 7, and diffuse axonal injury 1. Also, 4 patients diagnosed both skull fracture and brain haemorrhage and 1 patient diagnosed both haemorrhage and haemorrhagic contusion.

Conclusion: There are many pediatric traumatic patients who exposed to radiation due to CT. But, the most of results were negative. So, consider to follow the CT guideline for children and many do not require brain CT. [J Trauma Inj 2014;27:63-70]

Key Words: Traumatic brain injury, Pediatrics, Computed tomography, Radiation

I. 서 론

과학기술의 발달로 영상을 통한 빠르고 정확한 진단이 가

능해졌으며 의료 영상은 현대의학에 없어서는 안 되는 중요한 도구가 되었다. 하지만 방사선을 이용하는 검사의 증가와 더불어 환자가 진료 과정에서 받게 되는 방사능 피폭도 급격

* Address for Correspondence : **Jin Joo Kim, M.D.**

Department of Emergency Medicine, Gachon University Gil Medical Center,
21, Namdong-daero 774 beon-gil, Namdong-gu, Incheon 405-760, Korea
Tel : 82-32-460-3015, Fax : 82-32-460-3019, E-mail : empearl@gilhospital.com

Submitted : July 1, 2014 **Revised** : August 15, 2014 **Accepted** : August 26, 2014

히 증가하였다.(1) 그 중에서도 두부 전산화 단층 촬영(Computed Tomography: CT)은 피폭선량이 높은 검사방법으로 전체 방사선 검사건수에서 차지하는 비중은 대략 15%로 작지만, 상대적으로 의료피폭에서 차지하는 비중이 70% 가까이 높아 가장 중요한 의료 피폭의 원인으로 생각된다.(2-4) CT는 검사시간이 짧고 임상적으로 유용성이 높아 촬영건수가 매년 증가하고 있으며, 특히 우리 나라의 사용빈도 증가 추세는 다른 선진국보다 높다. 특히 소아의 응급실에서의 CT 사용이 급격히 증가한 것으로 보고되고 있다.(5)

소아에서 두부 외상(Traumatic Brain Injury)은 전 세계적으로 소아의 장애와 사망의 중요한 원인이며, 그 중 경증 두부 외상(Mild Traumatic Brain Injury)은 모든 소아 환자의 70~90%를 차지한다.(6) 두부 외상 환자를 진료 하는데 두부 CT 검사는 진단의 표준이지만, 대부분의 두부 외상은 경하며 임상적으로 중요한 손상을 입은 경우는 매우 낮은 비율을 차지하고 있다. 이에, 최근 연구들은 두부 CT에 의한 방사능 유발 악성 종양에 관한 위험에 대해 주목하여 경증의 소아 두부 외상 환자들에 있어 두부 CT를 분별력 있게 사용해야 한다는 의견을 내고 있다.(7,8) 현재 소아의 경증 두부 외상에서의 두부 CT 검사의 가이드라인 등이 여러 연구를 통해 제시되고 있다. 이에 저자들은 일개 대학병원 응급실에 내원한 소아 경증 두부 외상 환자들의 CT 촬영의 실태와 그 효용성에 대해 알아보려고 하였다.

II. 대상 및 방법

2011년 2월부터 2013년 2월까지 2년 여간 일개 대학병원 응급의료센터에 내원한 전체 외상 환자 중 7세 이하의 소아에서 경증 두부 외상 환자 중 두부 CT를 촬영한 이들을 대상으로 하였다. 기간 내 내원한 소아 외상 환자 중 Pediatric Glasgow Coma Scale (PGCS) 및 Glasgow Coma Scale (GCS) 14~15점을 경증 두부 외상이라고 정의하였으며, 응급실 내원 당시의 증상, 수상 기전, 수상 장소 및 두부 CT 검사 판독 소견 등을 의무기록을 통해 후향적으로 조사하였다. 수상기전이 불명확한 경우, 상해로 인한 손상인 경우 및 간질로 인한 경련으로 넘어지면서 수상한 경우 등은 조사대상에서 제외되었다. 두부 CT 검사 결과는 영상의학과 및 응급의학과 전문의, 혹은 전공의에 의해 판독되었으며, 판독소견에서 두개골 골절, 뇌출혈, 뇌좌상 및 뇌의 광범위 축삭 손상 등의 뇌내 병변이 있는 경우는 모두 두부 CT 판독 양성으로 판정하였다.

북미의 25개 응급실에서 경증의 두부외상을 입은 45,000명의 소아들을 대상으로 후향적 코호트 조사를 통해 입증된 Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) head trauma clinical prediction rule(이하 PECARN 법칙)(7)을 이용해 두부 CT 검사의 타당성을 따져

보았으며, 성별, 시기, 증상유무, 손상기전 및 손상 장소 등을 분류해 판독에서 양성 소견과의 관련성을 SPSS 18.0을 이용해 p 값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

III. 결 과

2011년 2월부터 2013년 2월까지 모두 14,102명의 7세 이하의 외상 환자가 일개 대학병원 응급실로 내원하였으며, 이 중 PGCS 및 GCS 점수가 14~15점인 1260명(8.9%)의 경증의 소아 두부 외상 환자를 조사하였다. 1세 미만인 경우 204명, 1~7세 학령 전기의 소아 1056명이었으며 이 중 남아 786명, 여아 474명 이었다. 수상 기전에 따라서는 교통사고, 미끌어짐, 낙상, 둔상 등으로 분류하였고, 진료 결과에 따라 24명이 입원하였고, 단 한 경우에서 입원 후 수술이 되었다(Table 1). 1세 미만인 소아의 경우 전체 두부 CT 양성 소견인 61명 중 18명(8.8%)을 차지하였고, 학령전기의 소아의 경우에는 43(70.5%)명으로 나타났다(Fig. 1). 남아가 대상 환자의 약 62.4%를 차지하고 있었으나 이는 두부 CT 양성 소견에 대해 통계적으로 의미는 없는 것으로 나타났다. 수상 기전에 따라서는 낙상, 미끌어짐, 둔상 및 교통사고 순으로 두부 외상이 많이 일어나는 것으로 조사되었으며, 이 중 낙상에 의한 두부 외상이 44명으로 35.24%를 차지하였고, CT 판독 양성 소견 또한 가장 많은 29명(47.5%)으로 나타났다. 두부 외상 후 증상은 다양하게 나타났고, 어느 한 가지로 나타나는 경우도 있었으나 대부분 여러 증상이 함께 나타나는 양상을 보였다. 이 중 두개골 변형을 보인 환자 한 명에서 두부 CT 상 뇌출혈 소견은 없었으나 추후 수술이 시행되었다(Fig. 2). 718 (57%)명이 가장 흔하게 집에서 다치는 경우로 나타났고, 그 중 침대에서 수상하는 경우가 가장 많은 것으로 나타났다. 그 밖에 교통사고나 도로 등에서 다치는 경우가 271명(25.1%), 학교, 유치원 등의 교육시설 및 놀이방 등에서 다치는 경우가 각각 62명(4.9%), 78명(6.2%) 순으로 나타났다(Table 1). 구토, 두통, 두피 부종 및 무증상인 환자들에서 각각 11.5%, 27.9%, 21.3%, 그리고 24.6%에서 CT 양성 소견을 보였고, 외상 후 경련 증상을 보인 환자도 10명 있었으나 모두 CT 음성 소견을 보였다(Table 2). 두부 CT 양성 소견을 보인 61명 중 두개골 골절이 40명, 뇌출혈이 8명, 두개골 골절과 뇌출혈이 동반된 경우가 4명, 뇌좌상이 7명, 뇌좌상과 뇌출혈이 동반된 경우가 1명 이었으며, 뇌의 광범위 축삭 손상을 1명 보고되었다(Table 3) (Fig. 3).

본 연구를 PECARN 법칙에 따라 분류해 보면, 2세 미만의 소아들 중 CT를 찍는 것이 추천되는 소아는 521명 중 73명이었고 그 중 CT 양성 소견은 3명이었다. 2세 이상의 소아에서는 738명 중 CT를 찍는 것이 추천되는 소아는 70명이었으며 이 중 CT양성인 소아는 없는 것으로 나타나

Table 1. Basal characteristics of patients.

	Numbers (N=1260)	Estimated percent patient encounters (%)
Age		
<1 year	204	16.2
1~7 years	1062	83.8
Sex		
Male	786	62.4
Place		
House	718	57.0
Road and other traffic area	271	21.5
Educational facilities	62	4.9
Sports facilities	78	6.2
Park	19	1.5
Supermarket	22	1.7
Restaurant	18	1.4
Department store	6	0.5
ETC	66	5.2
Mechanism		
Traffic Accident	126	10.1
Slip down	420	33.3
Fall down	444	35.2
Blunt trauma	270	21.4
Clinical Decisions		
Head imaging obtained	1260	100.0
Discharge	1236	98.1
Admission	24	1.9
Operation	1	0.1

Table 2. The results of brain computed tomography (N=61).

Results	Number (%)
Skull fracture	40 (65.6%)
Haemorrhage	8 (13.1%)
Epidural haemorrhage	3
Subdural haemorrhage	1
Subarachnoid haemorrhage	1
Falx haemorrhage	3
Skull fracture+Haemorrhage	4 (6.6%)
Haemorrhagic contusion	7 (11.5%)
Haemorrhage+Haemorrhagic contusion	1 (1.6%)
Diffuse axonal injury	1 (1.6%)

PECARN 법칙을 적용한 628명의 소아들 중 CT양성 소견은 3명(0.5%)이었다(Fig. 4).

IV. 고 찰

소아는 해부학적인 구조상 두개골의 두께가 얇아 외상에 의하여 골절되기 쉬우며 지주막하공간이 적어 외상에 의한

뇌 손상의 가능성이 성인보다 크다고 한다.(9-11) 그러나 2세 이하까지는 천문이 열려 있어 외부에 의한 충격 시 두개골 변형에 의하여 뇌에 전달되는 힘이 감소하여 상대적으로 신경학적 손상이 크지 않을 수 있다고 하며,(10) 일반적으로 두부 외상에서 환자의 나이에 따른 예후는 성인에서보다 소아에서 좋은 것으로 보고되어 있다.(12-14) Berney 등(9)에 의하면 3세까지의 소아에서는 저 에너지에 의한 손상이 많고 이런 경우 두개골 골절 및 뇌 경막하 출혈의 빈도가 많으나 대부분의 손상이 경미한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 3세 미만의 소아가 886명으로 약 70.3%를 차지하였으나, 수술을 시행한 경우는 1명이었다.

소아 두부 외상의 가장 많은 원인인 낙상인 경우, Mark 등(15)은 계단에서 떨어지는 경우가 2세 전후의 손상에서 가장 흔하며 이 경우 대부분이 손상의 정도가 경미하다고 보고 하였다. 하지만, 본 연구에서는 낙상이 전체에서 444명(35.2%)으로 조사되었고, 계단보다 침대에서 떨어지는 경우가 많았으며, 전체 CT 양성 소견 61명 중 23명(37.7%)을 차지하는 것으로 나타났다. 이는 온돌 생활을 하던 우리나라의 생활 환경이 현대 들어 침대 생활로 변화 하고 있어 나타난 결과로 생각되며, 침대 안전 가드 등을 이용하거나 침대를

없애고 바닥에서 아이와 함께 생활함으로써 안전하게 소아들을 보호하도록 적극적인 부모의 주의가 필요한 부분이라고 하겠다. 두부 외상 후에 나타나는 임상 증상들이 소아의 외상성 두부 손상에 대해 판단할 수 있다는 연구들이 있으

나, (16,17) 또 다른 연구들에서 임상 양상만으로 소아의 두부 손상 정도를 판단하는 것은 부적절하다고 얘기하고 있다. (18-22) 본 연구에서도 증상의 유무와 두부 CT 양성 소견과의 관계에서 통계적 유의성은 없었으며, 무증상인 환자

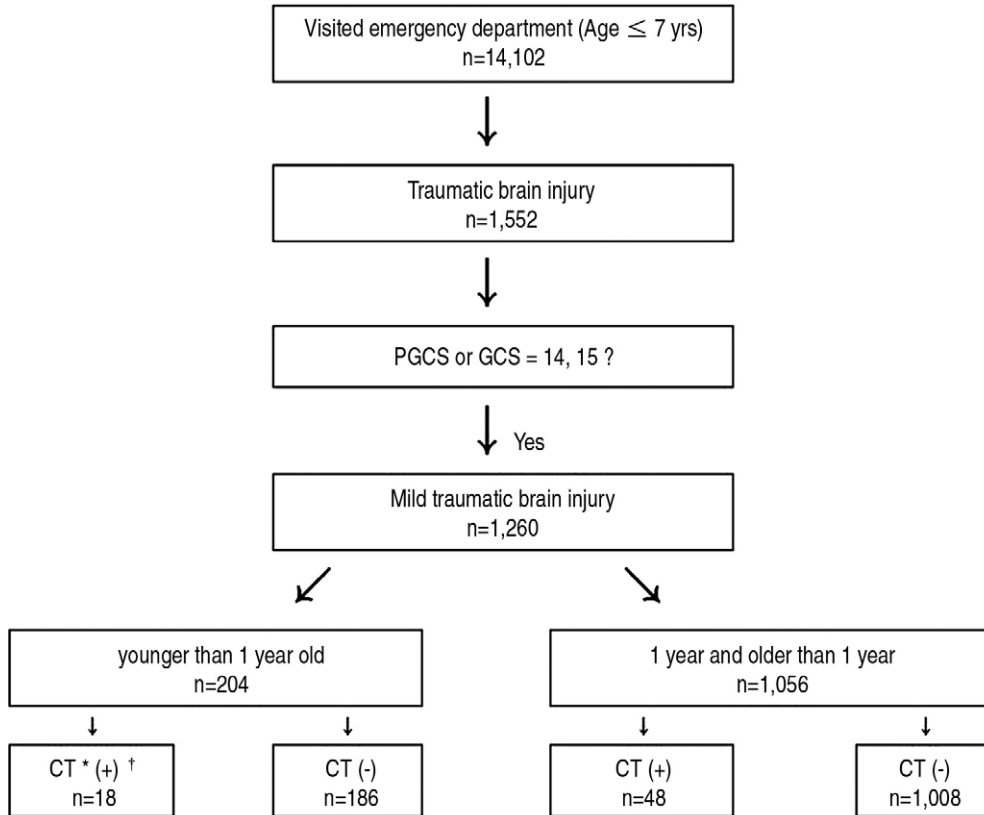


Fig. 1. This is a flow diagram of the study.

* CT: Computed tomography

† CT (+) include skull fracture, haemorrhage, haemorrhagic contusion and diffuse axonal injury.

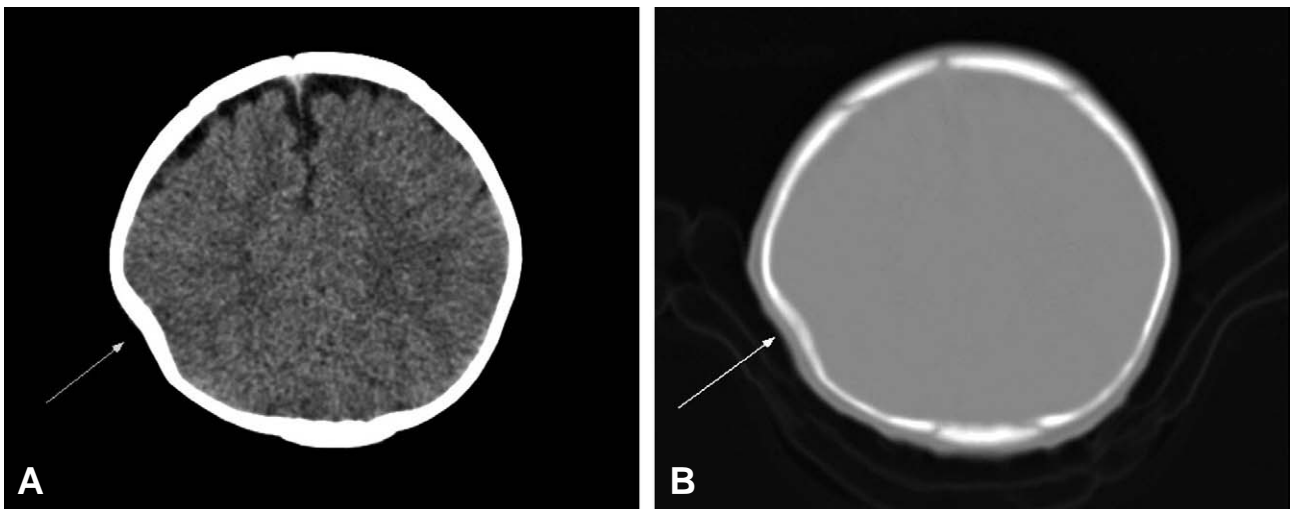


Fig. 2. This Brain computed tomography shows a ping-pong fracture on right parietal bone (Arrow). But, there's no evidence of intracranial hemorrhage. (A) Brain computed tomography (B) Brain computed tomography with bone setting.

Table 3. Characteristics of patients with brain computed tomography positive findings.

	Number	CT*(+) [†] Findings	<i>p</i> value
Age			
<1 year	204	18 (8.8%)	0.004
1~7 years	1056	43 (70.5%)	
Sex			
Male	786	44 (72.1%)	0.107
Mechanism			
Traffic accident	126	9 (14.8%)	0.043
Slip down	420	16 (26.2%)	
Fall down	444	29 (47.5%)	
Blunt trauma	270	7 (11.5%)	
Symptom			
Skull deformity	1	1 (1.6%)	1.123
Seizure	10	0	
Dizziness	36	0	
Nausea	50	1 (1.6%)	
Vomiting	166	7 (11.5%)	
Headache	327	17 (27.9%)	
Crying	55	4 (6.6%)	
Scalp swelling	180	13 (21.3%)	
Loss of Consciousness	13	0	
Laceration	280	3 (4.9%)	
Epistaxis	15	0	
No symptoms	377	15 (24.6%)	

* CT: Computed tomography

[†] CT(+) include skull fracture, haemorrhage, haemorrhagic contusion and diffuse axonal injury.

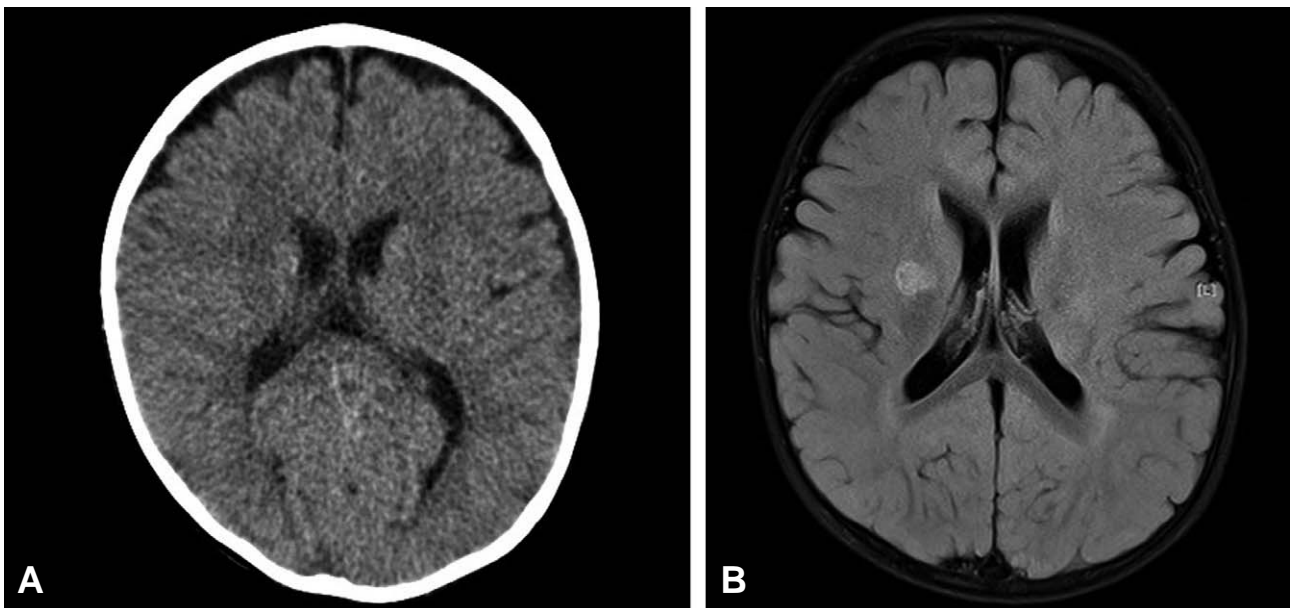


Fig. 3. This brain computed tomography and magnetic resonance imaging suggested diffuse axonal injury on basal ganglia. (A) Diffuse axonal injury in both basal ganglia on brain computed tomography (B) High signal change on T2WI/Flair in basal ganglia

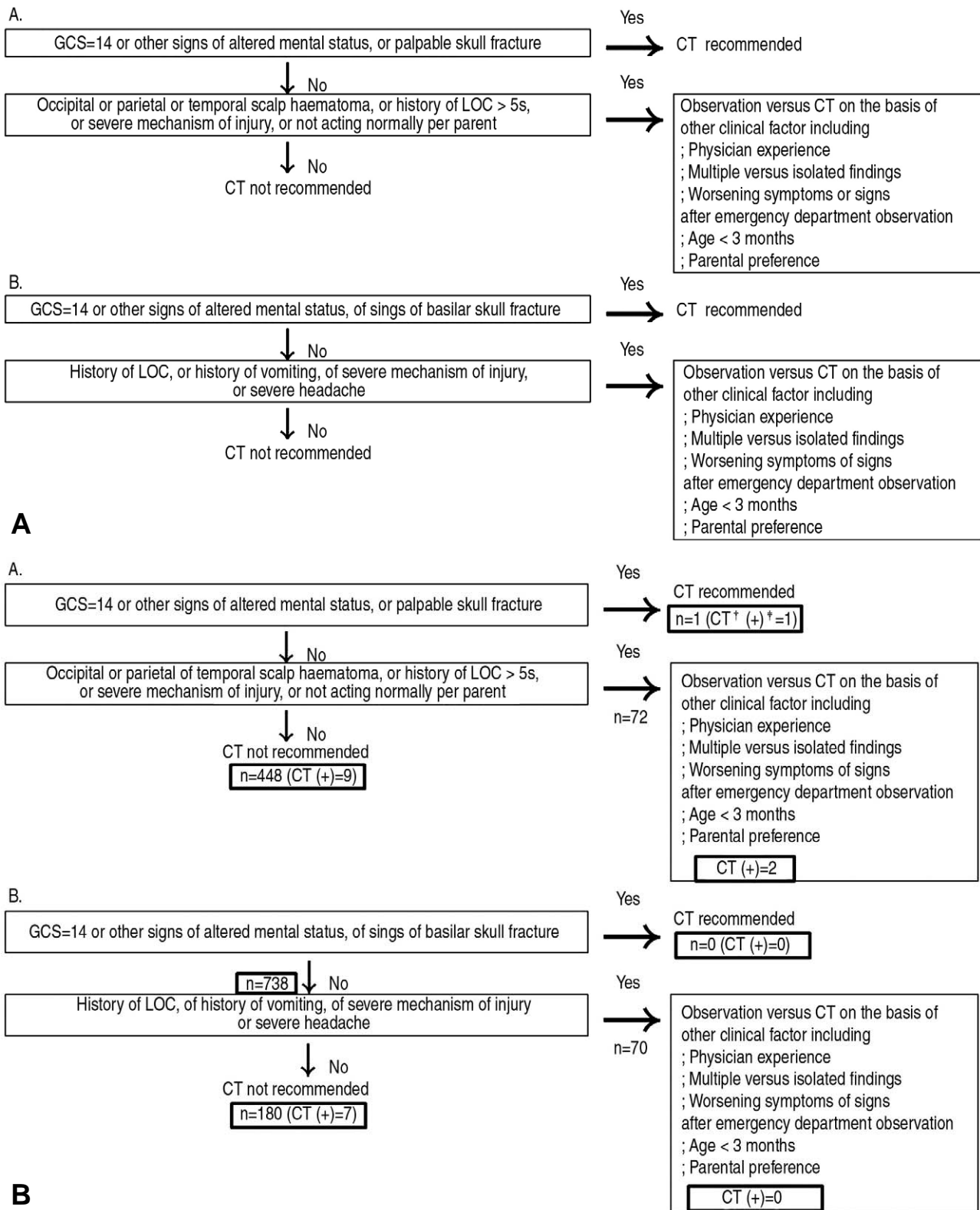


Fig. 4. (A) This diagram shows the PECARN* Rule adapted from Lancet. 2009;374:1160-70. **(B)** This diagram shows distribution of the patient with mild traumatic brain injury who visited our hospital during the study period according to the PECARN Rule.

* PECARN: Pediatric Emergency Care Applied Research Network

† CT: computed tomography

† CT (+): positive numbers in brain computed tomography

378명 중에서 CT 양성인 경우가 전체 양성 소견 중 21명 (34.4%)으로 조사되어 소아 두부 외상 환자에서 증상만으로 CT 촬영을 결정하기는 부적절하다고 생각된다. 또 Peter 등 (8)은 소아의 두부 외상 후 다른 동반 증상 없이 발생한 구토와 경증의 두부 외상의 유병률과의 관계에 대해 PECARN 법칙을 이용한 연구를 진행하였는데, 단지 구토 증상 밖에 없을 때 임상적으로 중요한(clinically important) 외상성 두부 손상은 흔하지 않았으며, 응급실에서 관찰하는 동안 환자의 증상의 진행을 평가하여 두부 CT촬영 여부를 신중히 결정해야 한다고 보고 하였다. 본 연구에서 구토를 증상으로 내원한 환자는 1260명 중 166명(13.2%)이었으며, 이 중 두부 CT에서 양성 소견을 보인 소아는 전체 CT 양성 환자 61명중 8명(11.5%)이었고, 통계적으로 의미는 없었다. 이는 구토 뿐 아니라 다른 증상이 동반되어있던 소아들도 포함된 것으로, 구토 증상 하나만으로 소아의 외상성 두부 손상 정도를 예측할 수 없다는 것을 알려주는 결과라 하겠다.

경증 두부 외상에서 CT검사의 가이드 라인은 여러 연구를 통해 제시되고 있다. Michael 등(23)은 두부 CT가 두부 외상을 입은 소아환자에서 평가하는데 자주 사용되고 있지만, 2세 미만의 소아에서는 부적절한 의식상태, 두개골 골절의 임상 소견, 구토, 두피의 혈종 및 두통 등이 없을 때 외상성 뇌손상에 대한 위험이 낮다는 것을 알 수 있는 중요한 요소이며, 이는 2세 미만의 외상성 두부 손상 환자에 있어 CT사용을 줄이는데 적용할 수 있다고 얘기하고 있다. David 등 (24)은 소아의 CT는 성인과 다르며, 장기에 노출되는 피폭의 정도도 소아에서 성인보다 높다고 지적하고 있으며, Eric 등 (25)은 성인에서보다 소아에서 CT검사의 빈도가 빠르게 증가하고 있는 추세에 있고, 성인보다 방사능 유발암에 대한 민감도가 훨씬 높다는 점도 보고했다. 정(1)은 CT는 검사시간이 짧고 임상적 유용성이 높아 촬영건수가 매년 증가하고 있고, 특히 우리나라에서 증가 추세가 다른 선진국보다 높다는 점을 지적했다. 미국의 경우 두부 손상으로 인한 응급실로 내원하는 환자가 해마다 650,000명에 달하며, 이 중 약 3,000명이 사망하고, 입원하는 환자가 50,000명에 이른다 고 한다. 이 중 약 8~10%의 CT가 소아에서 시행되는 것으로 추정된다고 하며(26) Brenner 등(24)은 약 60만 건의 CT가 연간 소아에서 시행되는데, 이 중 500명 정도가 방사능 피폭과 관련된 암으로 사망할 것으로 예상된다는 보고를 하였다. 2009년 Kuppermann 등(7)은 두부 손상을 입은 소아들에 있어 CT촬영이 방사능 관련 악성 종양 발생의 위험에 노출되어 있어 CT 검사의 가이드라인을 마련해 보고자 시작한 연구에서 상대적으로 임상적으로 적은 위험이 있는 소아 환자들에게 PECARN 법칙에 따라 두부 CT를 일상적으로 찍지 않을 수 있다는 연구를 발표한 바 있다. 하지만, CT를 찍지 않아도 되는 환자들 중 16명(26.2%)이 CT양성 소견을 보였고 이는 무증상으로 내원한 소아환자들 중 CT양

성 소견이 24.6%으로 높았던 것을 미루어 봤을 때, 당시의 의무 기록상의 기록이 부족하여 증상을 알 지 못해 생길 수 있는 제한점이라 하겠다.

본 연구가 행해진 일개 대학병원의 경우, 연구 기간 중 14,102명의 7세 이하의 소아 외상 환자가 내원하였고, 그 중 경증의 두부 외상 환자가 1260명으로 약 8.93%를 차지하고 있었다. 하지만 그 중 단 4.8%만이 실제로 CT검사상 뇌병변이 확인 된 것으로 나타났다. 이는 우리 나라의 의료환경에서 CT촬영 비용이 저렴하고, 최근 어린이 보험 등의 증가로 비용 부담이 적어 검사를 원하는 경우가 많았던 것으로 생각 된다. 우리 병원의 경우도 방사능 피폭의 위험성을 설명하여도 보호자가 원하여 검사가 진행되는 경우가 적지 않았기 때문에, 응급실에서 더욱 자세한 병력 청취를 통해 경증의 두부 외상이 의심되는 경우 현재보다 적극적으로 방사능 피폭의 위험성을 알려 불필요한 CT검사를 시행하지 않도록 노력해야 할 것이다.

V. 결 론

일개 대학병원 응급의료센터에 내원한 소아 경증의 두부 외상 환자에서 두부 CT가 촬영 한 결과, 약 4.8%만이 뇌병변이 확인 되었고, 단 한 명의 환자에서 추후 수술이 되었으며, 나머지 환자들은 보존적 치료를 통해 모두 호전되었다. 두부 CT는 뇌병변을 확인하는 유용한 검사이지만, 소아 환자에 있어 방사능 피폭에 대한 위험성이 성인 보다 높아 더욱 주의를 기울일 필요가 있다.

소아 환자는 증상을 정확히 아는 것에 제한이 있기 때문에 보호자로부터 자세히 병력을 청취하고 환아의 상태를 면밀히 관찰 및 추적관찰 하는 것이 필요하겠다. 나아가 소아 두부 외상 환자에 대한 한국형 CT 가이드 라인이 제시되어야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Jung AY. Medical radiation exposure in children and dose reduction. J Korean Med Assoc 2011; 54: 1277-83.
- 2) Schauer DA, Linton OW. Ionizing radiation exposure of the population of the United States. NCRP 2009; 97: 1-5.
- 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) Larson DB, Johnson LW, Schnell BM, Goske MJ, Salisbury SR, Forman HP. Rising use of CT in child visits to the emergency department in the United States, 1995-2008. Radiology 2011; 259: 793-801.
- 6) Brain injury statistics. [Internet]. 2010 [Accessed 2013 Jan 4] Available from: <http://www.BrainandSpinalCord.org>.

- 7) Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, Hoyle JD Jr, 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.
- 8) Dayan PS, Holmes JF, Atabaki SM, Holye JD Jr, Tunik MG, Lichenstein R, et al. Association of traumatic brain injuries with vomiting in children with blunt head trauma. *Ann Emerg Med*. 2014; 63: 657-65.
- 9) Berney J, Foidevanx AC, Favier J. Pediatric head trauma: Influence of age and sex. *Childs Nerv Syst*. 1994; 517-23.
- 10) Bishop DMV. Plasticity and specificity of language localization in the developing brain. *Dev Med Child Neurol*. 1981; 251-5.
- 11) Duhaime AC, Alario AJ, Lewander WJ, Schut L, Sutton LN, Seidl TS, et al. Head injury in very young children: Mechanism, injury type, and ophthalmologic findings in 100 hospitalized patient younger than 2 years of age. *Pediatrics*. 1992; 90: 179-85.
- 12) Bruce DA, Schut L, Bruno LA, Wood JH, Sutton LN. Outcome following severe head injuries in children. *J Neurosurg* 1978; 48: 679-88.
- 13) Humpherys RP. Outcome of severe head injuries in children. *Concepts in Pediatr Neurosurg*. 1983; 1991-201.
- 14) Ivan LP, Choo SH, Ventureyra ECG. Head injuries in childhood, 2-year surgery. *CMAJ* 1983; 128: 281-4.
- 15) Joffe ML. Stairway injuries in children. *Pediatrics* 1988; 82: 457-61.
- 16) Davis RL, Mullen N, Makela M, Taylor JA, Cohen W, Rivara FP. Cranial computed tomography scans in children after minimal head injury with loss of consciousness. *Ann Emerg Med*. 1994; 24: 640-5.
- 17) Hennes H, Lee M, Smith D, Sty JR, Losek J. Clinical predictors of severe head trauma in children. *Am J Dis Child*. 1988; 142: 1045-7.
- 18) Schunk JE, Rodgerson JD, Woodward GA. The utility of head computed tomographic scanning in pediatric patients with normal neurologic examination in the emergency department. *Pediatr Emerg Care*. 1996; 2: 160-5.
- 19) Quayle KS, Jaffe DM, Kuppermann N, Kaufman BA, Lee BCP, Park TS. Diagnostic testing for acute head injury in children: when are head computed tomography and skull radiographs indicated? *Pediatrics*. 1997; 99: 1-8.
- 20) Ramundo M, McKnight T, Kempf J, Satkowiak L. Clinical predictors of computed tomographic abnormalities following pediatric traumatic brain injury. *Pediatr Emerg Care* 1995; 11: 27-30.
- 21) Simon B, Letourneau P, Vitorino E, McCall J. Pediatric minor head trauma: indications for computed tomographic scanning revisited. *J Trauma*. 2001; 51: 231-8.
- 22) Rivera F, Tanaguchi D, Parish RA. Poor prediction of positive computed tomographic scans by clinical criteria in symptomatic pediatric head trauma. *Pediatrics*. 1986; 80: 579-84.
- 23) Palchak MJ, Holmes JF, Vance CW, Gelber RE, Schquer BA, Harrison MJ, et al. A Decision Rule for Identifying Children at Low Risk for Brain Injuries After Blunt Head Trauma. *Ann Emerg Med*. 2003; 42: 492-506.
- 24) Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimated Risks of Radiation Induced Fatal cancer from Pediatric CT. *AJR* 2001; 176: 289-96.
- 25) Huda W, Atherton JV, Ware DE, Cumming WA. An approach for the estimation of effective radiation dose at CT in pediatric patients. *Radiology* 1997; 203: 417-22.
- 26) Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA. CT scanning: patterns of use and dose. *J Radio Prot* 2000; 120: 677-82.