

## 경미한 두부 손상을 가진 2세 미만 소아 환자의 뇌 전산화 단층촬영 결정에 있어서 PECARN Rule의 유효성

정광율 · 한승백 · 이재성 · 김재진 · 서영주<sup>1</sup> · 김지혜인하대학교 의과대학 응급의학교실, <sup>1</sup>의생명과학과

## Availability of the Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) rule for computed tomography scanning decision in children younger than 2 years with minor head injury

Kwang Yul Jung, M.D., Seung Baik Han, M.D., Jae Sung Lee, M.D.,  
Jae Jin Kim, M.D., Young Ju Suh, M.D.<sup>1</sup>, Ji Hye Kim, M.D.*Departments of Emergency Medicine and <sup>1</sup>Biomedical Science, College of Medicine, Inha University, Incheon, Korea*

**Purpose:** Traumatic brain injury is the most common cause of pediatric injury. Although computed tomography (CT) scan is an effective modality for screening fatal craniocerebral trauma, there is growing concern about radiation exposure associated with the consequent cancer particularly in children. We assessed validity of previous large prospective study named Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) retrospectively to determine the necessity of CT scans for children younger than 2 years with minor head injury.

**Methods:** We reviewed medical records of children younger than 2 years discharged from our emergency department with S00-09 diagnosis code of ICD-10 from August 2008 to December 2014. Patients who had only soft tissue injury without blunt trauma, did not CT scan take brain CT, whose head trauma was not mild, and who was uncertain to meet the rule were excluded. All included patients were divided into the PECARN rule positive group and negative group. Each group was compared by sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value to predict four outcomes of clinically important traumatic brain injury (ciTBI), abnormal CT findings, intracranial hemorrhage, and isolated simple skull fracture.

**Results:** A total of 1,491 patients were included, 656 PECARN rule positive and 835 negative patients. There is statistical difference between PECARN rule positive and negative the 2 group for ciTBI ( $P < 0.001$ ), abnormal CT findings ( $P < 0.001$ ), intracranial hemorrhage ( $P < 0.001$ ), and isolated simple skull fracture ( $P < 0.001$ ) with high sensitivity (100.0%, 89.5%, 91.7%, 85.7%) and negative predictive value (100.0%, 99.3%, 99.6%, 99.6%).

**Conclusion:** We confirmed that PECARN rule is a useful tool to determine the necessity of CT scan and reduce unnecessary CT scan for children younger than 2 years with minor head injury.

**Key Words:** Craniocerebral Trauma; Head; Pediatrics; Tomography; Radiation

## Corresponding Author Ji Hye Kim

Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Inha University, 27 Inhang-ro, Jung-gu, Incheon 22332, Korea  
Tel: +82-32-890-2310 Fax: +82-32-890-2307  
E-mail: ziihye@inha.ac.kr

## 서 론

외상성 뇌손상은 전 세계적으로 소아 사망과 장애의 중요한 원인 중의 하나이다<sup>1)</sup>. 신속한 치료가 필요한 임상적

으로 중요한 외상성 뇌손상(clinically important traumatic brain injury)을 빨리 진단하는 것은 사망률 발생을 낮추는 데 중요하다<sup>1)</sup>. 전산화단층촬영(computed tomography, CT)은 외상성 뇌손상을 진단하는데 가장 좋은 방법으로 알려져 있다<sup>2)</sup>. 그러나 CT 촬영에 의한 방사선 노출이 암 발생의 위험을 높일 수 있고 특히 소아의 경우 성인에 비해 상대적으로 더 큰 위험에 노출될 수 있어서 CT 촬영 결정에 있어서 신중함이 요구된다<sup>3,4)</sup>.

그러나 아주 어린 소아는 증상을 제대로 표현할 수는 없고, 신경학적 검사는 제한적이다. 아주 어린 소아가 중증 뇌손상을 확연히 의심할 수 있는 징후를 보이는 경우가 아니면서, 경미한 두부손상으로 응급실에 내원한 경우, CT를 촬영할 것인지 결정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 따라서 경미한 두부손상을 가진 소아의 뇌 CT 촬영의 결정 기준을 만들기 위한 여러 가지 연구들이 이루어져 왔으나 아직 확실히 정립된 결정 기준이 없는 상태이다<sup>2,5,6)</sup>. 그 중에서도 2세 미만의 소아만을 위해 별도의 CT 촬영 기준을 제시한 것은 Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) rule이 유일하다. PECARN rule은 42,412명의 경미한 두부손상을 가진 소아들을 2세 이상과 2세 미만의 연령으로 구분하여 각각에서 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상을 의심할 수 있는 증상과 징후를 도출하여 자체적인 유효성을 검증한 대규모 다기관 연구를 통해 제시되었다(Table 1)<sup>1)</sup>.

저자들은 이 연구에서 5년 4개월간 일개 대학병원 응급 의료센터에 경미한 두부손상으로 내원한 2세 미만의 소아를 대상으로 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상 및 그 외의 외상성 뇌손상을 진단하는 데에 있어 PECARN rule의

유효성을 후향적으로 평가함으로써 경미한 두부손상을 가진 2세 미만 소아들의 CT 촬영 결정에 도움이 되고자 하였다.

## 대상과 방법

2009년 8월부터 2014년 12월까지 일개 대학병원 응급 의료 센터에 내원한 소아 중, 수상 후 내원까지의 시간에 관계없이 퇴원 시 진단명이 ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision) 진단 기준에서 두부 손상에 해당하는 S00-S09이었던 모든 2세 미만 소아 중 머리 부위에 둔상 없이 연부조직 손상만 있던 소아는 제외하고, 의무기록을 토대로 응급실 내원 당시의 증상, 수상 기전 및 CT 검사 여부와 판독 소견, 입원한 경우는 입원 후 경과 등을 후향적으로 조사하였다. 후향적인 연구로 시행된 만큼 기록 미비로 인한 문제를 최소화하기 위해 전자 의무기록이 도입된 이후를 연구 기간으로 설정하였다. 의무기록은 한 명의 평가자가 여러 번 검토하였고, 기록된 증상의 해석에 의문이 있을 경우 주관적인 평가는 지양하고 다른 저자들과 논의를 거쳐 결정하였다. CT 촬영을 시행하지 않고 퇴원하여 예후를 정확히 알 수 없는 소아는 연구 대상에서 제외하였다. 내원 당시의 증상을 분석하여 경미한 두부손상의 정의, 즉 외상 후 의식 소실이 15분 미만이고, Glasgow Coma Scale (GCS) 점수가 14점 미만이거나 의무기록상 수상 기전이 없거나 불분명하면서 다른 만족 기준이 없는 소아는 연구 대상에서 제외하였다<sup>7)</sup>.

**Table 1.** Predictor variables of pediatric emergency care applied research network rule (age < 2 years)

Severe mechanism of injury
Motor vehicle crash with patient ejection, death of another passenger, or rollover
Pedestrian/bicyclist without helmet struck by motorized vehicle
Falls > 0.9 m
Head struck by high impact object
Loss of consciousness ≥ 5 sec
Not acting normally per parent
Glasgow Coma Scale < 15
Other signs of altered mental status
Agitation
Somnolence
Repetitive questioning
Slow response to verbal communication
Palpable or unclear skull fracture
Occipital, parietal or temporal scalp hematoma

수상 기전은 PECARN rule에서 쓰인 기준에 따라 0.9 m 이상 높이로 추정되는 높이에서의 추락이나 차대 보행자 사고를 중증 기전으로 분류했고, 그 외의 단순 넘어짐이나 서있는 물체에 부딪침, 0.9 m 미만 높이로 추정되는 높이에서의 추락 등은 경증 및 중등도 기전으로 분류했다<sup>1)</sup>. CT 검사는 영상의학과 전문의에 의해 판독되었다.

2세 미만의 소아에 적용되는 PECARN rule에 따라 GCS 15점 미만이거나 보호자가 보기에 아이가 평소와 달리 처지거나 졸림, 심하게 보채는 등의 행동 변화를 보인 경우, 전두부가 아닌 머리 부위의 혈종(non-frontal scalp hematoma), 5초 이상의 의식 소실, 두개골의 함몰 골절, 중증 외상 기전 중 하나 이상을 만족했던 경우와 아닌 경우로 분류하였다. PECARN rule에서는 GCS 14 점과 보호자가 보기에 아이의 행동 변화를 따로 구분하였으나 실제적으로 소아 GCS 점수의 기준과 행동 변화는 많은 부분 겹쳐서 두 기준을 완전히 분리하기 힘들기 때문에 저자들은 이 두 가지 기준을 위와 같이 하나로 통합하였다.

행동 변화나 만졌을 때 두개골 함몰 골절 여부 자체에 대해 의무기록에 따로 언급이 없는 경우에는 음성으로 분류하였고, 혈종의 위치의 경우, 확실히 전두부가 아닌 위치에 대한 기록이 있는 경우에만 양성으로 평가하였다.

PECARN rule을 만족하는 군과 아닌 군을 CT에서 이상 소견을 보인 모든 경우, 두개 내 출혈을 보인 모든 경우, 두개 내 출혈 없이 두개골 골절만 보인 경우(이하 단순 두개골 골절)와 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상의 4가지 결과에 대해 분석하고, 각각의 경우 민감도, 특이도, 양성 예측도, 음성 예측도를 구하였다.

전체 연구 대상 중 PECARN rule을 적어도 하나 이상 만족해서 연구 대상에 포함되었으나 만족 개수는 정확히 알 수 없었던 소아를 제외한 환자군을 대상으로 PECARN rule 만족 개수에 따른 예후 관련성도 따로 분석하였다.

이 중 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상은 PECARN rule에서 쓰인 정의에 따라 사망하거나 외상성 뇌손상으로 인해 수술을 받은 경우, 하루 이상의 기도 삽관이 필요했던 경우, CT에서 외상성 두개 내 손상을 보이면서 계속되는 의식 저하나 반복되는 구토나 경련이 있어서 2일 이상의 병원 입원을 했던 경우 중에 하나라도 해당될 때로 하였다<sup>7)</sup>. 이 때 단순 두개골 골절은 CT상의 외상성 두개 내 손상으로 포함하지 않으며 두개골 두께 이상의 함몰이 있는 함몰 골절은 외상성 두개 내 손상에 포함했다<sup>1)</sup>.

통계 분석 프로그램은 SPSS ver. 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 이분형 자료간의 관련성 검정을 위해 카이제곱 검정(chi-square test)이나 피셔의 정확한 검정(Fisher exact test)을 사용하여 분석하고, 순위형과 이분형 자료의 관련성 검정을 위해서는 카이제곱 경향성 검정(chi-squared for trend test)을 사용하였으며,  $P < 0.05$ 인 경우 통계학적으로 유의한 차이가 있다고 판정하였다.

## 결 과

### 1. 일반적 특징

2008년 8월부터 2014년 12월까지 퇴원 시 진단명이

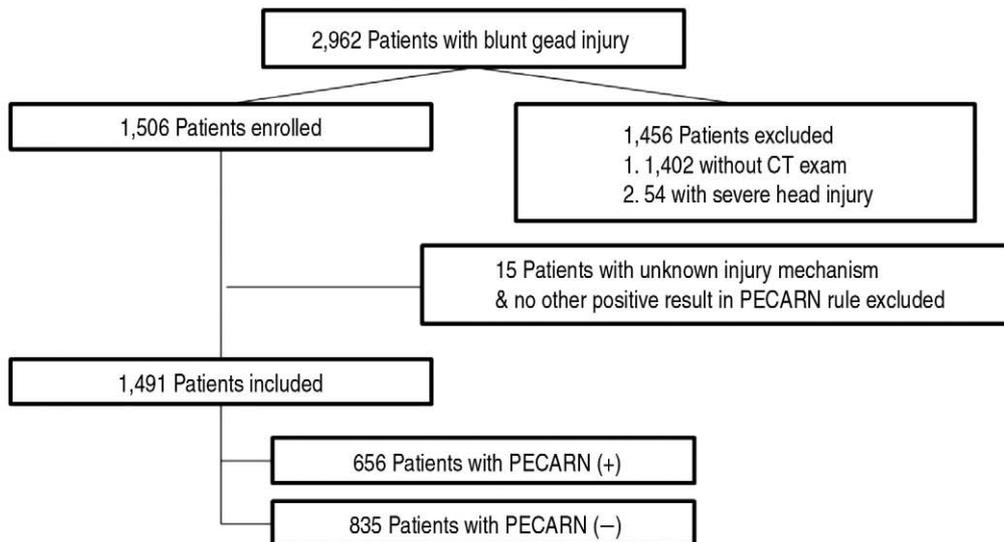


Fig. 1. Patient flow diagram. CT: computed tomography, PECARN: Pediatric Emergency Care Applied Research Network.

ICD-10에서 S00-S09인 2세 미만의 환자 중 머리 부위 둔상 없이 연부조직 손상만 있던 경우를 제외한 숫자는 모두 2,962명이었으며 이 가운데에 경미한 두부손상이 아니었던 54명과 CT 검사를 시행하지 않은 1,402명을 일차로 제외한 숫자는 1,506명이었다. 이를 다시 분석했을 때 의무기록상 수상 기전이 기록되지 않았거나 수상 기전을 모르던 소아는 23명이었는데, 수상 기전 외에 다른 PECARN rule은 하나도 만족하지 않은 15명을 제외하고, 미상인 수상 기전 외에 하나 이상을 만족한 소아 8명을 포함한 최종 연구 대상군은 1,491명이었다(Fig. 1). 대상군의 나이 평균은  $13.14 \pm 6.22$ 개월이었으며 이 중 3개

월 이하는 67명이었다. 남아가 863명이었고 여아가 628명이었다. CT에서 이상을 보인 경우는 모두 57명으로 전체의 3.8%였고, 이 중 36명(63.2%)이 두개 내 출혈이 있었으며 21명(36.8%)은 두개 내 출혈 없이 단순 두개골 골절만 있었다. 두개골 골절 없이 CT에서 두개 내 출혈이 있던 환자는 전체 36명 중 6명(16.7%), 두개골 골절과 출혈이 같이 동반된 환자는 30명이었다. 전체의 0.8%인 12명이 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상이었는데 이 중 세 명은 수술 없이 중환자실에서 치료를 받았으며, 응급 수술이 필요했던 경우는 한 명이었고 함몰 골절과 동반된 외상성 경막의 출혈로 인한 것이었다. 사망한 환자는 없었다(Table 2).

**Table 2.** Demographic and clinical characteristics of patients

Variable	No. (%)
Age (mo), mean $\pm$ SD	13.14 $\pm$ 6.22
< 3	67 (4.5)
$\geq$ 3	1,424 (95.5)
Sex (male:female)	863:628 (57.9:42.1)
Mechanism of injury	
Severe	382 (25.6)
Non-severe	1,101 (73.8)
Unknown	8 (0.5)
Symptom	
Glasgow Coma Scale 14	3 (0.2)
Vomit	
1	103 (6.9)
$\geq$ 2	100 (6.7)
$\geq$ 10	5 (0.3)
Seizure	14 (0.9)
Location of scalp hematoma	
Frontal	61 (4.1)
Non-frontal	269 (18.0)
Abnormal activity	
Irritability	69 (4.6)
Decreased activity	79 (5.3)
Computed tomography findings	
Normal	1,434 (96.2)
Intracranial hemorrhage	36 (2.4)
Isolated simple skull fracture	21 (1.4)
Outcome	
Discharge	1,450
Clinically important traumatic brain injury	12 (0.8)
Death	0
Neurosurgery	1 (0.1)
Intubation for 2 or more days	0
Admission of 2 nights or more for persistent neurologic symptoms	11 (0.7)

## 2. PECARN rule 만족 여부와 다양한 결과와의 비교

CT에서 이상 소견을 보인 경우는 PECARN rule을 만족하는 환자군이 만족하지 않는 군에 비해 통계적으로 의미 있게 많은 것으로 나타났다( $P < 0.001$ ) (Table 3). 이를 다시 두개 내 출혈을 보인 경우와 두개 내 출혈 없이 단순 두개골 골절만 보인 경우로 나누어서 분석하였고, 두 경우 모두 PECARN rule 만족군에서 통계적으로 유의하게 많았다( $P < 0.001$ ,  $P < 0.001$ ) (Table 3). 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상의 경우도 PECARN rule을 만족하는 군에서 통계적으로 의미 있게 더 많은 것으로 나타났다( $P < 0.001$ ) (Table 3). PECARN rule을 만족하지 않는 소아들 중 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상이었던 소아는 한 명도 없었다.

## 3. PECARN rule 기준 만족 개수에 따른 예후 비교

전체 PECARN rule 만족 대상군 656명 중 의무 기록에 수상 기전에 대한 기술이 없거나 수상 기전을 몰라서 PECARN rule 만족 개수를 정확히 알 수 없었던 소아 8명을 제외한 숫자는 648명이었다. 이 중 CT에서 이상 소견을 보인 모든 경우, 두개 내 출혈을 보인 경우, 단순 두개골 골절만 보인 경우와 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상을 보인 경우 모두 PECARN rule을 만족하는 개수가 많아질수록 통계적으로 의미 있게 많이 나타났다( $P < 0.001$ ,  $P < 0.001$ ,  $P < 0.001$ ,  $P < 0.001$ ) (Table 4).

## 4. PECARN rule의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도

PECARN rule은 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상에

대하여 100%의 민감도와 음성예측도를 나타내었다. 두개 내 출혈에 대해서도 90% 이상의 비교적 높은 민감도를 보였다. 또한 모든 그 밖의 모든 예후에 대해서 99% 이상의 음성 예측도를 보였다(Table 5).

**Table 3.** Comparison of patients with PECARN rule positive and negative group for various outcomes

Outcome	PECARN (+)	PECARN (-)	P value*
Computed tomography finding			< 0.001
Normal	605	829	
Abnormal	51	6	
Intracranial hemorrhage			< 0.001
Positive	33	3	
Negative	623	832	
Isolated skull fracture			< 0.001
Positive	18	3	
Negative <sup>†</sup>	605	829	
Clinically important traumatic brain injury			< 0.001
Positive	12	0	
Negative	644	835	

\*P value of less than 0.05 is significant.

<sup>†</sup>This group dose not including intracranial hemorrhage.

PECARN: Pediatric Emergency Care Applied Research Network.

**Table 4.** Relation with the satisfied number of PECARN rule and various outcomes

Positive no. of PECARN rule	Positive	Negative	Total	P value*
Abnormal CT finding				< 0.001
1	25	479	504	
2	19	113	132	
3	4	5	9	
4	2	1	3	
Total	50	598	648	
Intracranial hemorrhage				< 0.001
1	16	488	504	
2	11	121	132	
3	3	6	9	
4	2	1	3	
Total	32	616	648	
Isolated simple skull fracture				< 0.001
1	9	479	488	
2	8	113	121	
3	1	5	6	
4	0	1	1	
Total	18	598	616 <sup>†</sup>	
ciTBI				< 0.001
1	2	502	504	
2	5	127	132	
3	3	6	9	
4	2	1	3	
Total	12	636	648	

\*P value of less than 0.05 is significant.

<sup>†</sup>This number is not including intracranial hemorrhage.

PECARN: Pediatric Emergency Care Applied Research Network, CT: computed tomography, ciTBI: clinically important traumatic brain injury.

**Table 5.** Statistical analysis for PECARN rule positive and negative group with various outcomes

Variable	Abnormal CT finding	Intracranial hemorrhage	Isolated simple skull fracture	Clinically important traumatic brain injury
Sensitivity	89.5 (77.8–95.6)	91.7 (76.4–97.8)	85.7 (62.6–96.2)	100.0 (69.9–100.0)
Specificity	57.8 (55.2–60.4)	57.2 (54.6–59.7)	57.8 (55.2–60.4)	56.5 (53.9–59.0)
PPV	7.8 (5.9–10.2)	5.0 (3.5–7.1)	2.9 (1.8–4.6)	1.8 (1.0–3.3)
NPV	99.3 (98.4–99.7)	99.6 (98.9–99.9)	99.6 (98.9–99.9)	100.0 (99.4–100.0)

Values are presented as percentage (95% confidence interval).

PECARN: Pediatric Emergency Care Applied Research Network, CT: computed tomography, PPV: positive predictive value, NPV: negative predictive value.

## 고찰

지난 수십 년간 감염과 영양 불량에 의한 소아 사망률은 위생과 영양의 개선으로 인해 줄었지만 외상에 의한 장애와 사망률은 지속적으로 증가하고 있으며 우리나라에서 역시 두부손상은 소아 외상의 가장 흔한 형태이다<sup>6)</sup>. 이 중 특히 증상을 말로 표현할 수 없는 2세 미만의 영유아들은 검사 없이는 이상 유무를 확인하기 힘들고, 이상 여부를 놓치게 되는 경우 치명적인 합병증을 일으킬 수 있다. 또한, 현재의 의료 사회적 현실은 단순 골절이라도 놓치는 것은 의료 외적인 문제의 소지가 될 수 있는 상황이다. 이러한 상황에서 간편하고 빠른 진단 도구로서의 CT 촬영은 관찰을 위한 입원율을 줄이고 합병증을 막는데 큰 역할을 하고 있다<sup>6)</sup>. 그러나 최근 연구에서 방사선 노출에 의한 암 유발 위험성이 부각되고 있고, 상대적으로 몸의 크기가 작고 장기를 싸고 있는 연부조직이 부족한 영유아들의 경우 방사능에 의한 피해가 성인보다 크다<sup>3,4,9,10)</sup>. 게다가 소아의 CT 촬영은 종종 진정제 사용의 위험과도 연관이 있어 신중한 CT 촬영을 위한 기준이 필요하다<sup>11,12)</sup>. 이 때문에 경미한 두부손상을 가진 소아에서 CT 촬영 결정을 위한 진단적 기준을 만들기 위한 여러 가지 연구가 진행되었으나, 아직 확실히 정립된 기준이 없는 가운데 PECARN에 의해 개발된 PECARN rule은 다중 기관에서 대규모 소아 환자들을 대상으로 방법론적으로 높은 기준 하에 잘 진행된 연구로 평가 받고 있다. 또한 유일하게 2세 미만의 소아와 2세 이상의 소아를 분리하여 각각의 기준을 제시하였고 예후와의 비교에서도 다른 CT decision rule보다 우수하였다는 후속 연구들이 있다<sup>2,5,6,13)</sup>.

기존의 PECARN rule에 대한 외부 기관의 유효성 검증(external validation)연구가 전향적으로 시행되어 CT를 찍지 않고 임상적인 결과로만 예후를 판단한 환자군이 대부분 포함된 데에 반하여, 본 연구는 후향적으로 시행하여서 결과를 확실히 알 수 있는 CT를 찍은 환자군만

포함시킨 점이 차별점이라고 할 수 있겠다. 또한 PECARN rule의 자체적인 유효성 검증은 2세 미만의 소아의 경우 CT를 찍지 않은 소아를 포함하여 2,216명을 대상으로 이루어졌는데, 본 연구는 CT를 찍은 2세 미만 소아만 1,491명을 대상으로 하는 등 규모 면에서도 다기관 연구로 이루어진 PECARN rule의 유효성을 외부에서 검증하는데 충분한 대상 수를 갖추었다고 할 수 있겠다. 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상 이 외에도 여러 가지 결과와 관련지어 PECARN rule의 유효성을 분석하였고, PECARN rule 만족 개수에 따른 결과와의 관련성도 추가로 분석한 점도 의미가 있다고 하겠다.

PECARN rule이 도출된 연구에서는 대상군을 수상 후 24시간 이내에 온 경우만 포함한 것에 비해 본 연구 대상군 1,491명 중에는 24시간 경과 후 내원한 32명의 환자도 포함되었다. 이 32명의 경우, PECARN rule의 다른 조건은 문제가 되지 않으나 내원 당시의 의식 상태에 대한 경과 시간의 영향에 대해 우려가 있을 수 있다. 그러나 시간에 따른 영향의 방향성은 호전이나 악화 양쪽 방향으로 나타날 수 있기 때문에 연구 대상으로 포함하였다. 실제로 우리 연구에서 32명의 환자 중 6명은 수상 후 24시간 내에는 별 문제가 없었으나 도리어 그 후에 처지거나 줄려 하는 등의 증상을 보여 외상과의 관련성이 걱정이 되어 온 경우였다.

연구 결과 PECARN rule을 만족하는 경우 CT에서 이상을 보이는 경우가 많은 것으로 나타났는데 이를 다시 분석한 결과 두개 내 출혈과 단순 두개골 골절 모두 관련성이 높은 것을 알 수 있었다. 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상에 대하여 PECARN rule은 관련이 있을 뿐 아니라 100%의 민감도(95% confidence interval [CI], 69.9–100.0)와 음성 예측도(95% CI, 99.4–100.0), 특이도 56.5% (95% CI, 53.9–59.0), 양성 예측도 1.8% (95% CI, 1.0–3.3)로 PECARN rule의 자체 유효성 검증 연구 결과(각각 순서대로 100.0%, 100.0%, 53.7%, 2.4%)와 거의 유사하게 나타났다. CT에서의 이상 소견과 두개 내

출혈, 단순 두개골 골절 모두 99% 이상의 높은 음성예측도를 보인데 반하여 민감도는 두개 내 출혈에서만 90% 이상이었다. 이는 CT를 찍은 환자 중 이상 소견의 유병률이 3.8%로 낮아서 이에 대한 영향을 감안하더라도 이 연구의 주제가 CT 촬영 결정에 대한 선별 도구로서 PECARN rule의 유효성을 보는 것이기 때문에 충분히 의미 있는 결과라고 생각할 수 있다. PECARN rule을 적용했을 경우 3명의 두개 내 출혈 환자를 놓쳤겠으나, 그 3명 중 지속되는 증상이나 중환자실 입원, 수술이 필요한 환자는 없었다. PECARN rule을 하나도 만족하지 않은 835명(56.0%)의 CT 촬영을 감소시킬 수 있었을 것이란 점을 생각할 때 기대 효과에 비해 위험이 크다고 할 수는 없을 것이다.

PECARN rule을 만족하는 개수가 늘어날 경우 CT에서 이상 소견을 보이는 경향이 나타났다. 그러므로 PECARN rule의 여러 기준을 만족하는 소아를 볼 때에는 주의를 기울일 필요가 있을 것이다.

단순 두개골 골절만 있는 경우에 대한 PECARN rule의 유효성은 애초의 연구에서 전혀 고려의 대상으로 하지 않기도 했지만, CT 촬영을 하지 않은 소아도 연구 대상에 포함된 연구에서는 확인 자체가 불가능 하기도 하다. 따라서 실제 관련성 여부를 확인해 본 연구가 없기에 저자들은 확인해 보았고, 중증 두개 내 손상 정도만큼의 민감성은 없는 것으로 보이나 PECARN rule 만족 여부와 관련성이 있다는 결과를 볼 수 있었다. 이미 단순 방사선 촬영에서 골절을 발견한 경우에 CT 촬영을 결정할 수 있는 기준은 달라질 수 있는지 여부도 앞으로 고민해 볼 가치가 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 경우 연구기간 동안 전체 2세 미만의 두부손상 환자 중 CT 촬영은 53.6% (1,560/2,908)에서 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 이는 PECARN rule이 도출된 연구에서 2세 미만 소아의 CT 검사율이 31.3%, 우리나라 소아를 대상으로 이루어진 소아 두부손상에 관한 한 역학 연구에서 4세 미만 소아의 CT 검사율이 38.1%로 보고된

점에 비하면 월등히 높았다<sup>1,8)</sup>. 3개월 미만의 소아의 경우 특히 CT 검사율이 높다는 연구가 있는 만큼, 3개월 미만의 소아 비율이 영향을 미쳤을 수 있으나, 타 연구에서는 3개월 미만 소아의 비율을 따로 제시하지 않아 이에 대한 비교는 할 수 없었다<sup>4)</sup>. 또한 후향적인 연구인 만큼 처음 진단명을 기준으로 일차 연구 대상군을 선별할 때, 영상 검사를 하지 않고 귀가한 소아가 두부손상에 대한 진단명에서 누락이 된 경우도 있을 수 있다. 그러나 이러한 점들을 감안하더라도 이제까지 특별한 기준 없이 임상 의사의 판단에 의존해서 행해졌던 우리의 CT 검사율이 그 동안 지나치게 높았던 것은 아닌지도 저자들은 반성하고 고민할 것이다. 본 연구의 제한점으로는 후향적으로 진행되어 CT 촬영을 하지 않았던 소아 환자의 예후 판정이 어려워서 CT를 찍지 않은 소아 1,402명이 제외되고, 진단명이 누락된 소아가 있을 수 있다는 것이다. 제외된 환자들의 임상적인 특징이 연구 대상군과 달랐을 가능성을 완전히 배제할 수 없고, 그 결과 이 연구 결과에 영향을 미쳤을 수 있기 때문이다. 또한 모두 다른 의사의 소견으로 작성된 의무기록을 바탕으로 기록된 증상에 대해서 다시 PECARN rule에 따라 정리하는 과정에서 의도치 않게 기록자와 평가자 간의 증상 해석에 차이가 있을 수 있다는 점도 완전히 배제할 수는 없다. 그러나 저자들은 최대한 이러한 오류를 줄이기 위하여 의무기록을 면밀히 검토하고, 객관적인 시각을 갖기 위하여 최선의 노력을 하였다.

요약하면, 2세 미만의 경미한 소아 두부손상 환자에서 PECARN rule은 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상과 외상성 두개 내 출혈을 예측하는 데에 유용하므로, 2세 미만의 경미한 두부손상 환자의 CT 촬영 기준으로 고려되어야 할 것이며 이로 인하여 불필요한 CT 검사를 줄이는 효과를 기대할 수 있다.

## 감사의 글

이 논문은 인하대학교 지원에 의하여 연구되었습니다.

## REFERENCES

1. 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.
2. Pickering A, Harnan S, Fitzgerald P, Pandor A, Goodacre S. Clinical decision rules for children with minor head injury: a systematic review. *Arch Dis Child* 2011;96:414-21.
3. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012;380:499-505.
4. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography: an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007;357:2277-84.
5. Easter JS, Bakes K, Dhaliwal J, Miller M, Caruso E,

- Haukoos JS. Comparison of PECARN, CATCH, and CHALICE rules for children with minor head injury: a prospective cohort study. *Ann Emerg Med* 2014;64:145-52.e5.
6. Lyttle MD, Crowe L, Oakley E, Dunning J, Babl FE. Comparing CATCH, CHALICE and PECARN clinical decision rules for paediatric head injuries. *Emerg Med J* 2012;29:785-94.
  7. Schachar JL, Zampolin RL, Miller TS, Farinhas JM, Freeman K, Taragin BH. External validation of the New Orleans Criteria (NOC), the Canadian CT Head Rule (CCHR) and the National Emergency X-Radiography Utilization Study II (NEXUS II) for CT scanning in pediatric patients with minor head injury in a non-trauma center. *Pediatr Radiol* 2011;41:971-9.
  8. 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.
  9. Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:289-96.
  10. Brenner DJ. Should we be concerned about the rapid increase in CT usage? *Rev Environ Health* 2010;25:63-8.
  11. Malviya S, Voepel-Lewis T, Eldevik OP, Rockwell DT, Wong JH, Tait AR. Sedation and general anaesthesia in children undergoing MRI and CT: adverse events and outcomes. *Br J Anaesth* 2000;84:743-8.
  12. Cote CJ, Alderfer RJ, Notterman DA, Fanta KB. Sedation disasters: adverse drug reports in pediatrics-FDA, USP, and others. *Anesthesiology* 1995;83:A1183.
  13. Bressan S, Romanato S, Mion T, Zanconato S, Da Dalt L. Implementation of adapted PECARN decision rule for children with minor head injury in the pediatric emergency department. *Acad Emerg Med* 2012;19:801-7.
  14. Bressan S, Steiner IP, Mion T, Berlese P, Romanato S, Da Dalt L. The Pediatric Emergency Care Applied Research Network intermediate-risk predictors were not associated with scanning decisions for minor head injuries. *Acta Paediatr* 2015;104:47-52.