

소아 두부외상 환자에서의 반복적인 두부 CT 검사의 유용성

가천대학교 길병원 응급의학과

조호준, 임용수, 김진주, 조진성, 현성열, 양혁준, 이 근

- Abstract -

Value of Repeat Brain Computed Tomography in Children with Traumatic Brain Injury

Ho jun Jo, M.D., Yong Su Lim, M.D., Jin Joo Kim, M.D., Jin Seong Cho, M.D.,
Sung Youl Hyun, M.D., Hyuk Jun Yang, M.D., Gun Lee, M.D.

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

Purpose: Traumatic brain injury (TBI) is the most common cause of pediatric trauma patients came to the emergency department. Without guidelines, many of these children underwent repeat brain computed tomography (CT). The purpose of this study was to evaluate the value of repeat brain CT in children with TBI.

Methods: We conducted a retrospective study of TBI in children younger than 19 years of age who visited the emergency department (ED) from January 2011 to December 2012. According to the Glasgow Coma Scale (GCS) and Pediatric Glasgow Coma Scale score of the patients, study population divided in three groups. Clinical data collected included age, mechanism of injury, type of TBI, and outcome.

Results: A Total 83 children with TBI received repeat brain CT. There were no need for neurosurgical intervention in mild TBI (GCS score 13-15) group who underwent routine repeat CT. 4 patients of mild TBI group, received repeat brain CT due to neurological deterioration, and one patient underwent neurosurgical intervention. Routine repeat CT identified 12 patients with radiographic progression. One patient underwent neurosurgical intervention based on the second brain CT finding, who belonged to the moderate TBI (GCS score 9-12) group.

Conclusion: Our study showed that children with mild TBI can be observed without repeat brain CT when there is no evidence of neurologic deterioration. Further study is needed for establish indication for repetition of CT scan in order to avoid unnecessary radiation exposure of children. [J Trauma Inj 2015; 28: 149-157]

Key Words: Traumatic brain injury, Pediatric, Repeat brain CT, Neurosurgical intervention, Glasgow Coma Scale

* Address for Correspondence : **Yong Su Lim, M.D., Ph.D.**

Department of Emergency Medicine, Gachon University Gil Medical Center,
Namdong-daero 774 beon-gil, Namdong-gu, Incheon, 21565, Korea
Tel : 82-32-460-3015, Fax : 82-32-460-3019, E-mail : yongem@gilhospital.com

Submitted : August 13, 2015 **Revised** : August 24, 2015 **Accepted** : October 4, 2015

I. 서 론

두부외상은 소아 외상환자가 응급실로 내원하게 되는 가장 흔한 원인 중의 하나로, 미국을 비롯하여 전 세계적으로 외상으로 인한 소아의 사망과 장애의 주요한 원인이다.(1,2) 북미 지역에서는 연간 소아 100,000명당 60~100명의 환자가 발생하며 미국에서는 2002년부터 2006년까지 연 평균 511,257명의 소아 두부외상 환자 중 473,947명이 응급실로 내원하고, 35,136명이 입원하며 2,174명이 사망했다고 보고했다.(3,4) 소아 두부외상 환자가 내원할 경우 두부손상 정도의 정확한 평가가 매우 중요하므로 두부 전산화 단층촬영(Computed tomography: CT) 검사는 검사시간이 짧고, 효율적이어서 표준적인 검사로 시행하고 있으며 검사결과에 따라 치료의 방향이 결정될 수 있다.(5)

소아 두부외상 환자들에 있어서 정도의 두부외상은 70~90%를 차지한다.(6) 정도의 두부외상으로 인해 임상적으로 심각한 결과를 초래한 경우는 매우 적으며, 두부 CT 검사의 경우 방사선 피폭량이 높은 검사로 소아의 경우는 방사선 노출에 취약하기 때문에 반복적인 두부 CT 검사의 시행으로 인한 방사선 피폭의 증가는 추후 종양 등의 발생 위험성과 관련이 있을 수 있다.(7,8) 현재 정도의 소아 두부외상 환자들에게 두부 CT 검사의 시행은 Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) head trauma clinical prediction rule을 이용하는 것이 가이드라인으로 제시되어 있다.(9)

소아의 두부손상은 시간이 경과함에 따라 임상양상과 병변

이 변화할 수 있어 이에 따른 적절한 평가와 처치가 지연될 경우 비가역적인 신경학적 장애가 남을 수 있으며 사망에 이를 수도 있다. 따라서 임상적으로 경과가 악화될 경우에는 반복적인 두부 CT 검사를 통해 병변의 악화 및 신경외과적인 중재술 등의 필요성 여부를 판단할 수 있으나 소아는 성인과 달리 신경학적인 진찰과 임상양상의 관찰을 통한 상태 평가 및 경과의 악화여부 등을 판단하기에 제한점이 있다.(10-12) 이러한 어려움으로 인해 실제로 소아 두부외상 환자들을 대상으로 반복적인 두부 CT 검사가 흔하게 시행되고 있지만 현재 반복적인 두부 CT 검사의 정해진 가이드라인은 없다.

이에 일개 권역응급의료센터에 내원한 소아 두부외상 환자들을 대상으로 시행된 반복적인 두부 CT 검사의 유용성에 대해 알아보하고자 본 연구를 시행하였다.

II. 대상 및 방법

본 연구는 2011년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지 두부외상으로 일개 권역응급의료센터로 내원한 19세 미만의 환자들 중 1차 병원에서 두부 CT 검사를 시행받고 두개골 골절, 두개강내 출혈의 양성 두부 CT 소견으로 본원으로 전원을 오거나 본원으로 직접 내원하여 시행한 두부 CT 검사상 양성 소견이 있어 신경외과와 협진을 시행한 환자들 중 두부 CT 검사를 반복적으로 촬영한 환자를 대상으로 후향적으로 진행하였다.

두부 CT 검사결과는 응급의학과와 신경외과 전공의, 전문

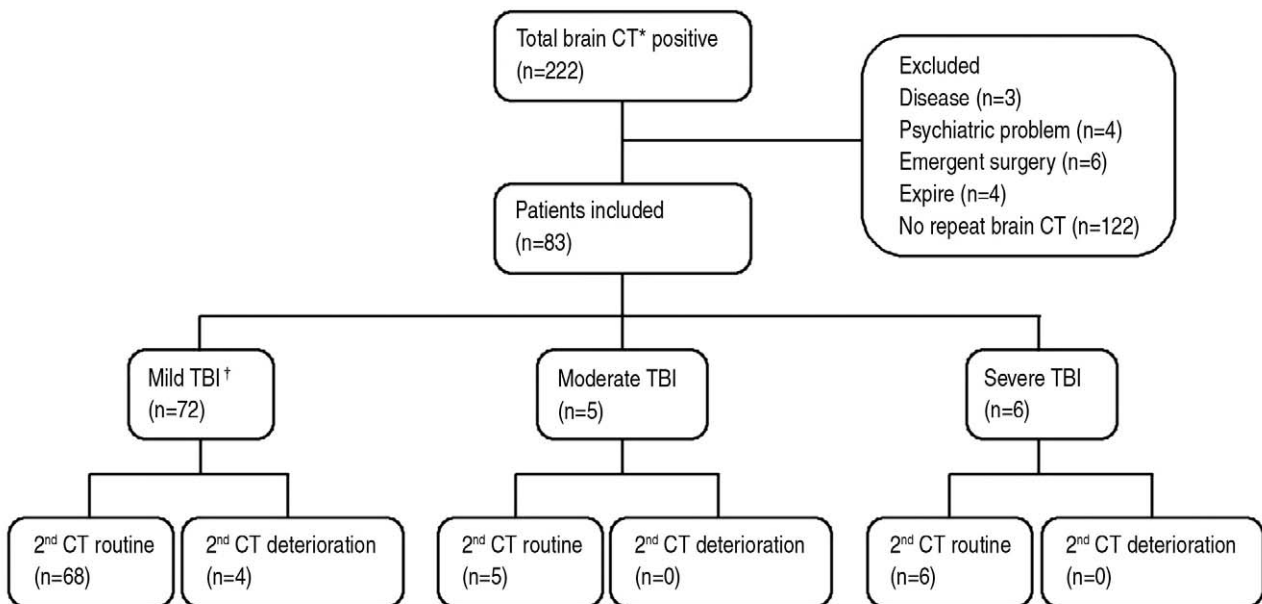


Fig. 1. This is a flow diagram of this study.

* CT: computed tomography

† TBI: traumatic brain injury

의에 의해 판독되었으며 서로 이견이 있는 경우는 두 과의 전문의의 협의 하에 결정되어진 최종 진단을 채택하였고, 차 후 작성된 영상의학과 전문의의 판독을 참조하였다. 두부 CT 검사 소견상 두개골 골절 또는 두개강내 출혈이 있는 경우를 양성 검사 결과로 판정하였다. 환자의 의무기록을 통해 성별, 나이, 수상기전, 내원 당시의 의식상태, Glasgow Coma Scale (GCS) 점수, 내원 시 활력징후, Revised Trauma Score (RTS), 신경학적인 진찰상 상태변화 여부, 반복적인 두번째 두부 CT 검사 촬영시까지의 시간 간격, 총 병원 입원기간 및 중환자실 입원기간, 시행된 신경외과적 중재술, 퇴원시 GCS 점수를 후향적으로 조사하였다. 반복적인 두부 CT 검사는 1차 병원에서 시행한 두부 CT 검사여부와 상관없이 본원에 내원하여 48시간 이내에 2회 이상의 두부 CT 검사를 진행한 경우로 정의하였다.(13)

연구기간 동안 본원에서 시행한 첫번째 두부 CT 검사결과상 양성 소견으로 신경외과 당직의에게 연결된 222명의 환자 중 병력청취와 두부 CT 판독소견을 통해 동정맥 기형, 동정맥루 등의 외상이 아닌 질환에 의한 두개강내 출혈로 진단된 3명의 환자와 지적장애와 신경정신과적인 병력으로 인해 정확한 신경학적 진찰에 제한이 있었던 4명의 환자를 제외하

였다. 임상소견과 영상의학적 판독 소견에 따라 임상이가 뇌 손상의 정도가 경하다고 판단하거나 보호자들이 원하지 않아 반복적인 두부 CT 검사를 시행하지 않은 102명의 환자와 반복적인 두부 CT 검사 시행 전 사망한 4명의 환자, 반복적인 두부 CT 검사 시행 전 응급으로 신경외과적 중재술을 시행한 6명의 환자도 제외하였으며 1차 병원에서 첫번째 두부 CT 검사 후 내원하여 본원에서는 1회의 두부 CT 검사만 시행한 20명의 환자도 제외하였다. 총 139명이 제외되었으며 최종적으로 83명의 환자를 대상으로 연구를 진행하였다(Fig. 1).

반복적인 두부 CT 검사는 담당 임상이의 처방에 따라 정례적으로 시행한 경우와 신경학적인 진찰상 경과의 악화에 의해 시행한 경우를 모두 포함하였으며 경과의 악화는 응급 의학과와 신경외과 의사의 경과기록과 응급실과 중환자실의 간호기록을 조사하여 GCS 점수의 감소가 확인된 경우로 정의하였다. 두부 CT 검사소견의 변화는 호전, 악화, 변화없음의 세가지로 분류하였으며 악화의 경우는 이전의 병변이 진행하거나 병변의 크기가 증가한 경우, 새로운 병변이 발생한 경우로 정의하였다.

83명의 대상 환자를 Pediatric Glasgow Coma Scale (PGCS) 점수와 GCS 점수를 이용하여 경도(GCS 점수,

Table 1. Patients' demographics.

	Mild TBI* (n=72)	Moderate TBI (n=5)	Severe TBI (n=6)	p-value
Age, yr	9 (4.3-16)	17 (11-17)	16.5 (14-17.3)	0.025 ^{§§}
Male, n (%)	56 (77.8)	5 (100)	5 (83.3)	0.478
Injury mechanism, n (%)				0.110
Fall	33 (45.8)	1 (20)	0 (0)	
Bicycle accident	18 (25)	2 (40)	4 (66.7)	
Pedestrian TA [†]	14 (19.4)	0 (0)	2 (33.3)	
Passenger TA	2 (2.8)	1 (20)	0 (0)	
Assault	3 (4.2)	1 (20)	0 (0)	
Sports activity	2 (2.8)	0 (0)	0 (0)	
SBP [‡] , mmHg	110 (100-130)	140 (120-160)	125 (100-142.5)	0.028 ^{§§}
DBP [§]	70 (60-80)	80 (75-85)	80 (50-82.5)	0.121
HR	93 (82-104)	84 (80-92)	86 (77-112.5)	0.486
RTS [¶]	12 (12-12)	11 (11-11)	10 (9.8-10)	<0.001 ^{§§}
CT** interval	227.5 (118.5-283.8)	195 (187.5-245)	240.5 (173.8-495)	0.716
Hospital LOS ^{††}	8 (3-13.8)	11 (10.5-35)	25.5 (15.5-74.80)	0.001 ^{§§}
ICU ^{††} LOS	0 (0-3)	3 (0.5-12.5)	10.5 (5.8-25)	<0.001 ^{§§}

* TBI: traumatic brain injury

† TA: traffic accident

‡ SBP: systolic blood pressure

§ DBP: diastolic blood pressure

|| HR: heart rate

¶ RTS: revised trauma score

** CT: computed tomography

†† LOS: length of stay

††† ICU: intensive care unit

§§ p<0.05

13~15), 중등도(GCS 점수, 9~12), 중증(GCS 점수, 3~8)의 세 그룹으로 나누었다.(14) 각각의 분류에 따른 환자들의 임상적 특성간의 관련성을 Chi-square test와 Kruskal-Wallis test를 시행하여 분석하였으며 Bonferroni's method로 사후 검정을 시행하였다. 통계 프로그램은 SPSS version 18.0 (SPSS Inc, Chicago, USA)을 이용하여 정리하였으며 *p*-value가 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 정의하였다.

III. 결 과

총 83명의 환자를 GCS 점수를 이용하여 중등도 분류를 하였으며 경도의 뇌손상 환자 72명, 중등도 5명, 중증 6명의 세 그룹으로 나누어 각 분류별 환자들의 임상적 특성을 비교하였다(Table 1). 연령은 경도의 뇌손상 그룹에서 중등도와 중증의 그룹과 비교하여 통계학적으로 유의하게 차이가 있었으며, 손상기전 중 오토바이 사고 환자의 연령대가 높은 것과 관련이 있을 것으로 사료된다. 내원당시의 수축기 혈압과 RTS, 입원기간, 중환자실 입원기간도 각각의 그룹간에 통계학적으로 유의하게 차이가 있었다.

경도의 뇌손상으로 분류된 그룹에서는 두개골 골절이 두부 CT 검사결과 가장 많은 비율을 차지하였으며(55.6%) 두개강 내 출혈의 경우는 경막하 출혈(30.6%)과 경막외 출혈

(30.6%), 뇌좌상(23.6%), 지주막하 출혈(11.1%)의 순으로 확인되었다. 중등도의 뇌손상으로 분류된 그룹에서는 두개골 골절(60%)과 경막외 출혈(60%)이 가장 많은 비율을 차지하였으며 뇌좌상(40%), 경막외 출혈(20%), 지주막하 출혈(20%)의 순으로 뇌손상이 확인되었다. 중증의 뇌손상으로 분류된 그룹에서는 지주막하 출혈(83.3%)이 가장 많은 비율을 차지하였으며 뇌내 출혈(50%)과 뇌좌상(50%)이 두 번째로 많은 비율을 차지하였고, 두개골 골절(33.3%)과 경막하 출혈(33.3%), 뇌실내 출혈(33.3%), 경막외 출혈(16.7%)의 순으로 뇌손상이 확인되었다(Table 2). 뇌손상 중 지주막하 출혈과 뇌실내 출혈, 뇌내 출혈은 중증의 두부 손상환자에서 통계학적으로 유의하게 많았다.

반복적인 두번째 두부 CT 검사는 79명의 환자에서 정례적으로 시행하였으며 4명의 환자는 신경학적인 진찰상 경과와 악화로 인해 시행하였다(Fig. 1). 정례적으로 시행한 반복적인 두번째 두부 CT 검사결과 상 경도의 뇌손상 환자 중 7명(10%), 중등도 3명(60%), 중증 2명(33%)의 총 12명(15%)의 환자에서 악화 소견이 확인되었다(Table 3). 각 환자들의 임상적 특성과 두부 CT 검사상의 변화여부를 기술하였다(Table 4). 이중 자동차 조수석에 탑승 중 발생한 교통사고로 인해 두통을 주소로 내원하여 경막외 출혈과 두개골 골절로 진단된 16세 남자환자의 경우 정례적으로 시행한 반복적인 두부 CT 검사결과에 따라 응급 개두술을 시행하였다. 이 환자

Table 2. Radiologic findings on initial brain CT*

	Mild TBI [†] (n=72)	Moderate TBI (n=5)	Severe TBI (n=6)	<i>p</i> -value
Skull fracture, n (%)	40 (55.6)	3 (60)	2 (33.3)	0.556
Subdural hemorrhage	22 (30.6)	3 (60)	2 (33.3)	0.397
Epidural hemorrhage	22 (30.6)	1 (20)	1 (16.7)	0.696
Subarachnoid hemorrhage	8 (11.1)	1 (20)	5 (83.3)	<0.001 [‡]
Intraventricular hemorrhage	0 (0)	0 (0)	2 (33.3)	<0.001 [‡]
Hemorrhagic contusion	17 (23.6)	2 (40)	3 (50)	0.290
Intracerebral hemorrhage	0 (0)	0 (0)	3 (50)	<0.001 [‡]

* CT: computed tomography

[†] TBI: traumatic brain injury

[‡] *p*<0.05

Table 3. The changes of routine repeat brain CT*

	Mild TBI [†] (n=68)	Moderate TBI (n=5)	Severe TBI (n=6)
Findings, n (%)			
Progress	7 (10)	3 (60)	2 (33)
Improve	9 (13)	1 (20)	1 (17)
No change	52 (76)	1 (20)	3 (50)
Intervention	0 (0)	1 (20)	0 (0)

* CT: computed tomography

[†] TBI: traumatic brain injury

Table 4. Radiographic progression patients who underwent routine repeat brain CT*

Sex	Age (yr)	Mechanism of injury	Initial GCS [†] core	Findings on initial CT	2 nd GCS core	Findings on repeat CT	Intervention	Discharge GCS score
F [†]	13	Fall	15	6 mm SDH [§] , skull Fx	15	7 mm SDH, New HC [¶]		15
M ^{**}	16	Bicycle accident	15	4 mm SDH, skull Fx	15	8 mm SDH		15
M	14	Sports activity	15	15 mm EDH ^{††} , skull Fx, pneumocephalus	15	18 mm EDH		15
M	7	Pedestrian TA ^{††}	15	2 mm EDH, skull Fx, pneumocephalus	15	8 mm EDH		15
M	18	Bicycle accident	14	5 mm EDH, skull Fx, HC, pneumocephalus	15	8 mm EDH, increased HC		15
M	12	Fall	14	Skull Fx, pneumocephalus	14	New 6 mm EDH		15
M	18	Bicycle accident	14	5 mm SDH	14	7 mm SDH		14
M	17	Bicycle accident	12	HC	12	increased HC		14
M	6	Fall	10	4 mm SDH, skull Fx, HC	10	9 mm SDH, increased HC		11
M	17	Passenger TA	9	18 mm EDH, skull Fx	9	30 mm EDH, midline shift	Craniotomy	15
M	14	Passenger TA	7	HC, skull Fx	10	New SAH ^{§§} , ICH		15
M	16	Bicycle accident	7	5 mm SDH, HC	7	New SAH		14

* CT: computed tomography

† GCS: Glasgow Coma Scale

† F: female

§ SDH: subdural hemorrhage

|| Fx: fracture

¶ HC: hemorrhagic contusion

** M: male

†† EDH: epidural hemorrhage

†† TA: traffic accident

§§ SAH: subarachnoid hemorrhage

|| ICH: intracerebral hemorrhage

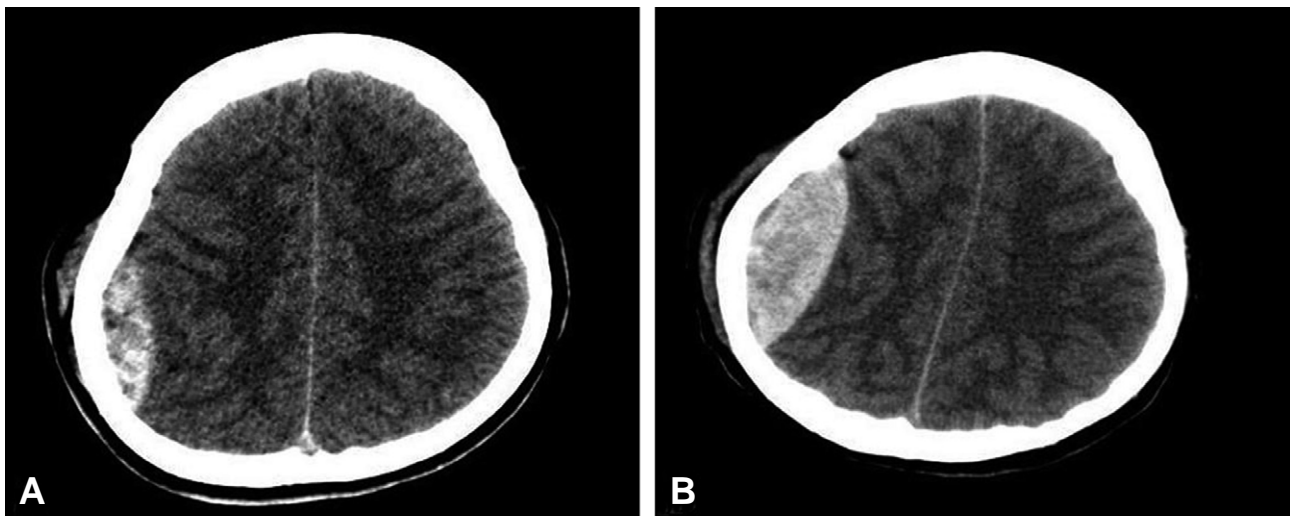


Fig. 2. This brain CT shows radiographic progression of epidural hemorrhage of the 16-year-old patient who came to the emergency department due to passenger traffic accident. (A) Initial brain CT. (B) Routine repeat brain CT.

* CT: computed tomography

의 경우 내원 당시의 GCS 점수는 9점으로 반복적인 두부 CT 검사 촬영당시 신경학적인 변화는 관찰되지 않았다(Fig. 2).

Table 5에서 신경학적인 진찰상 경과의 악화로 인해 반복적인 두번째 두부 CT 검사를 시행한 4명의 환자들의 임상적 특성과 두부 CT 검사상의 변화여부를 기술하였다. 2명의 환자에서는 CT 검사결과상 악화 소견이 있었다. 보행 중 발생한 교통사고로 인해 두통과 어깨 통증을 주소로 내원한 8세 여자환자는 내원하여 시행한 첫번째 두부 CT 검사결과 상 경막의 출혈이 3 mm 두께로 있으며 두개골 골절이 동반되어 있었다. GCS 15점으로 의식이 명료하여 경과관찰 중 내원 5시간 후 GCS 점수가 10점으로 감소되어 두번째 반복적인 두부 CT 검사를 시행하였고 경막의 출혈의 양이 10 mm 두께로 증가하였다. 하지만 증상이 호전되어 신경외과적인

중재술을 시행하지 않았으며 GCS 15점으로 퇴원하였다. 다른 한명의 환자는 오토바이 운전 중 발생한 교통사고로 수상하여 내원한 16세 남자 환자로 48시간 이내에 세번의 두부 CT 검사를 시행 후 응급 개두술을 시행하였다. 경막외 출혈, 두개골 골절, 외상성 지주막하 출혈, 뇌기종 진단 하에 중환자실로 입원하였으며 첫번째 두부 CT 검사 시행 당시의 GCS 점수는 14점이었다. 뇌압 조절 및 통증 조절을 하며 경과관찰 중 GCS 점수가 9점으로 감소하여 첫번째 두부 CT 검사시행 205분 후 반복적인 두번째 두부 CT 검사가 시행되었다. 검사결과 상 첫번째 두부 CT 검사상 2 mm 두께의 경막외 출혈의 양이 6 mm 두께로 증가하였다. 내원 30시간 후 갑자기 GCS 점수가 6점으로 감소하면서 정상으로 유지되던 동공반사가 좌안 6 mm, 우안 4 mm 고정된 상태로 변

Table 5. Radiographic findings of patients who underwent repeat brain CT* due to neurologic deterioration.

Sex	Age (yr)	Mechanism of injury	Initial GCS [†] core	Findings on initial CT	2 nd GCS core	Findings on repeat CT	Intervention	Discharge GCS score
F [‡]	8	Pedestrian TA [§]	15	3 mm EDH , skull Fx [¶]	10	10 mm EDH		15
M ^{**}	16	Bicycle accident	14	2 mm EDH, skull Fx, SAH ^{††} , pneumocephalus	9	6 mm EDH	Craniotomy	15
M	18	Assault	15	5 mm EDH, skull Fx, pneumocephalus	14	No change		15
M	17	Bicycle accident	15	Minimal SDH ^{††}	14	No change		15

* CT: computed tomography

† GCS: Glasgow Coma Scale

‡ F: female

§ TA: traffic accident

|| EDH: epidural hemorrhage

¶ Fx: fracture

** M: male

†† SAH: subarachnoid hemorrhage

†† SDH: subdural hemorrhage

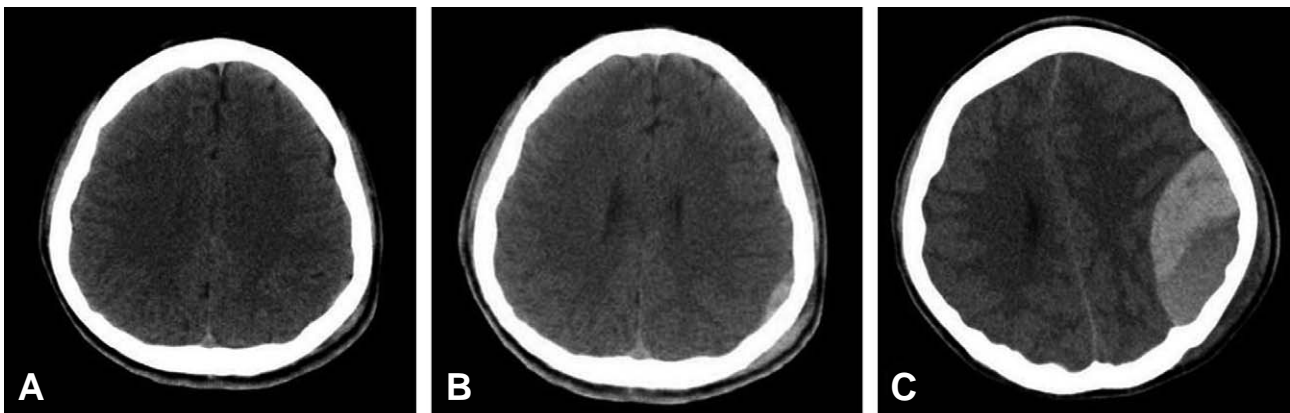


Fig. 3. This brain CT shows radiographic progression of epidural hemorrhage of the 16-year-old patient who came to the emergency department due to bicycle accident. (A) Initial brain CT. (B) 2nd repeat brain CT due to neurologic deterioration. (C) 3rd repeat brain CT due to neurologic deterioration.

* CT: computed tomography

화하여 세번째 두부 CT 검사를 시행하였다. 검사결과상 경막외 출혈의 양이 35 mm 두께로 증가하면서 출혈의 크기효과에 의한 소뇌천막의 탈출이 압박해 보인다는 영상의학과적인 판독소견이 있었으며 즉시 응급 개두술을 시행하였다. 이후 입원치료를 지속하였으며 환자는 상태가 호전되어 82일 만에 GCS 점수 15로 퇴원하였다(Fig. 3).

IV. 고 찰

최근 의학의 발전과 사회의 현대화로 인하여 과거 소아 사망의 주요 원인이었던 선천성 질환과 감염성 질환의 빈도는 감소하였지만 도시화와 차량의 증가 등으로 인하여 소아 외상 환자들이 늘어나고 있다. 고층의 주거 건물의 증가와 침대에서 생활하는 등의 생활양식의 변화가 소아 두부외상 환자의 증가와 관련이 있을 것으로 생각되며 두부외상은 응급실로 내원하는 가장 흔한 소아의 외상 중 하나로(15,16) 외상으로 인해 사망하는 경우의 80% 이상이 두부손상에 의한 사망이었다.(17) 소아는 중추신경계의 발달이 진행중인 상태로 두부외상에 대한 병태생리학적인 반응이 성인과 다르기 때문에 증상이나 경과와 예후 등이 성인과 차이를 보이며 경과의 변화를 적절하게 평가하지 못할 경우 영구적인 장애와 사망을 초래할 수 있어 환자와 가족들에게 큰 고통을 안길 수 있다.(18) 그래서 소아 두부 외상 환자를 대상으로 두부 CT 검사의 시행이 70%에 육박하고 있다.(19) 또한 소아에서 CT 검사로 인한 방사선 노출은 종양의 발생과 관련이 있지만 현재 반복적인 두부 CT 검사에 대한 명확한 가이드라인은 정해져 있지 않으며 실제로 경과의 정확한 평가를 위한 반복적인 두부 CT 검사가 흔히 시행되고 있는 실정이다.

본 연구를 통해 경도의 소아 두부손상 환자에서는 정례적으로 시행된 반복적인 두부 CT 검사가 신경외과적인 중재술 등의 치료 방침을 결정함에 있어서 영향을 끼치지 않으며 중등도 이상의 두부손상 환자에서 의미가 있을 수 있음을 확인하였다. 경도의 뇌손상이 있는 환자들 중 7명(10%)의 환자에서 정례적으로 시행한 반복적인 두부 CT 검사상 병변의 악화가 확인되었지만 그 결과에 따라 신경외과적인 중재술이 시행된 경우는 없었으며, 신경학적인 진찰상 경과의 악화에 의해 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 4명의 환자 중 1명의 환자에서 병변의 악화가 확인되어 신경외과적인 중재술이 시행되었다.

Hollingworth 등(20)은 15세 미만의 두부외상 환자 중 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 521명을 대상으로 연구를 하였으며 257명이 경도의 뇌손상(GCS 점수, 13-15)으로 분류되었다. 이 중 207명(81%)은 정례적으로 반복적인 두부 CT 검사를 시행하였으며 그 결과에 따라 신경외과적인 중재술이 시행된 경우는 없었으며 신경학적인 진찰상 경과의 악화로 인해 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 50명(19%)의 환자 중에서 3명(1%)이 신경외과적인 중재술이 시행되었다. 중등도

이상의 뇌손상(GCS 점수, 3-12)의 248명의 환자 중 정례적으로 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 경우는 141명(57%)이었고 4명(2%)에서 신경외과적인 중재술이 시행되었으며 신경학적인 진찰상 경과의 악화로 인해 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 107명(43%)의 환자 중에서 11명(4%)이 신경외과적인 중재술을 시행받았다고 보고하였다. Aziz 등(21)의 보고에 따르면 2세부터 18세까지의 두부외상 환자 중 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 191명을 대상으로 연구를 하였으며 정례적으로 시행한 경우는 184명(96%)이었다. 이 중 병변의 악화에 따라 신경외과적인 중재술을 시행한 경우가 3명(2%)이 있었으며 모두 GCS 점수가 8이하의 중증의 뇌손상 환자들이었으며 경도와 중등도의 뇌손상 환자에서는 없었다. 신경학적인 악화로 인해 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 환자는 총 7명(4%)이었으며 이 중 3명(2%)의 환자가 신경외과적인 중재술을 시행받았다. 2명은 경도의 뇌손상으로 분류된 환자였으며 1명은 중증의 뇌손상으로 분류된 환자였다. 위의 두 연구는 본 연구 결과와 마찬가지로 경도의 뇌손상 환자에서의 정례적인 반복적인 두부 CT 검사보다는 신경학적인 진찰이 신경외과적인 중재술의 시행여부 결정에 있어 더 나은 예측인자임을 확인하였으며 중등도 이상의 뇌손상에서는 정례적인 반복적인 두부 CT 검사가 신경외과적인 중재술 시행에 영향을 끼친 사례가 있었다. Howe 등(22)은 17세 이하의 경도의 뇌손상 환자 중 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 환자들을 대상으로 시행한 연구에서 신경학적인 진찰상 악화가 없는 환자들은 경과관찰 하는 것이 가능하지 않을까 생각되지만 경막외 출혈의 경우는 병변이 진행할 가능성이 크고 예후가 불량할 수 있으며 연구대상이 작았기 때문에 아직도 정례적으로 반복적인 두부 CT 검사를 시행하고 있다고 말하고 있다. 이는 반복적인 두부 CT 검사에 있어서 정해진 가이드라인이 없는 작금의 현실을 대변하고 있다. 본 연구에서도 정례적으로 시행한 반복적인 두부 CT 검사결과 병변의 악화를 보인 12명의 환자 중 5명에서 경막외 출혈의 악화가 있었고, 신경학적인 진찰상 경과의 악화로 인해 반복적인 두부 CT 검사를 시행한 4명의 환자 중 3명이 경막외 출혈 환자였으며 신경외과적인 중재술을 시행받은 2명의 환자는 모두 경막외 출혈의 악화로 기인한 것이었다. 추후 반복적인 두부 CT 검사의 적응증 등을 마련하는데 있어서 경막외 출혈의 경우 질환의 특성을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

da Silva 등(23)은 중등도와 중증의 두부외상을 받은 14세 이하의 소아들에서 신경학적인 진찰상 변화가 없거나 호전된 경우에 적절한 모니터링을 통하여 신경외과적인 중재술 시행의 가능성을 배제할 수 있다고 하였으며, Tabori 등(24)은 중등도와 중증의 두부외상을 받은 16세 이하의 소아를 대상으로 시행한 연구에서 정례적으로 시행되는 반복적인 두부 CT 검사는 병변의 변화를 이해하는데 중요하지만 치료의 변화에는 영향이 있을 것 같지 않다고 말하고 있다. 하지만 본

연구에서는 중등도와 중증의 두부외상으로 내원한 환자들에
서는 모두 정례적으로 반복적인 두부 CT 검사가 시행되었
고, 중등도로 분류된 그룹에서 한명의 환자는 신경학적인 진
찰과 임상소견의 관찰상 경과의 변화는 없었지만 두부 CT
검사 결과에 따라 신경외과적인 중재술이 시행되었으며
GCS 점수 15점으로 퇴원하였다. Aziz 등(21)의 연구에서도
중등도로 분류된 그룹에서 정례적으로 시행한 반복적인 두부
CT 검사상 그 결과에 따라 9%의 환자는 신경외과적인 중재
술이 시행되었다. 이는 중등도 이상의 뇌손상을 받은 환자에
서는 정례적으로 시행하는 반복적인 두부 CT 검사가 신경외
과적인 중재술 등의 시행여부 결정에 있어 의미가 있음을 주
장하는 본 연구를 뒷받침한다. 또한 이는 경도의 뇌손상 환
자의 경우 신경학적인 진찰과 임상소견의 관찰을 통해 변화
하는 양상에 따라 병변의 진행 유무를 판별할 수 있었음을
의미한다고 할 수 있겠으며 중등도 이상의 뇌손상 환자에 있
어서는 변화 양상을 파악하는데 있어 의식상태 및 약물의 사
용여부와 기관삽관 등으로 인한 제한점이 있을 수 있고, 적
절한 시기에 적절한 치료가 시행되지 않을 경우 예후가 불량
할 수 있으므로 병변의 진행 여부의 영상의학적인 판단의 필
요성을 생각해볼 수 있겠다.

본 연구의 제한점으로는 일개 권역응급의료센터에서 시행
되어 환자 수가 많지 않았으며, 특히 중등도와 중증 뇌손상
환자 수가 많지 않았다. 또한 후향적으로 연구를 진행하였으
며, 대상을 두부외상의 환자로 한정하여 다른 동반된 손상에
로 인한 신경학적 진찰상의 이상 소견이 고려되지 않았다.
또한 어린 소아들을 대상으로는 PGCS를 적용하여 의사소통
이 가능한 연령대의 소아를 대상으로 시행한 신경학적인 진
찰과 차이가 있을 수 있는 점 등이 되겠다.

V. 결 론

경도의 외상성 뇌손상 소아 환자들의 경우 주기적이고 세
밀한 신경학적인 진찰을 통해 경과가 악화되지 않을 시에 정
례적인 반복적인 두부 CT 검사를 시행하지 않고 지켜보며
방사선 노출을 최소화할 수 있겠고, 중등도 이상의 뇌손상의
경우 정례적인 반복적인 두부 CT 검사를 고려해 볼 수 있을
것으로 사료된다. 추후 더 많은 환자를 대상으로 한 연구를
통하여 소아 두부 손상환자들을 대상으로 반복적인 두부 CT
검사의 정확한 적응증을 제시할 필요가 있다.

REFERENCES

- 1) Kraus JF, Rock A, Hemyari P. Brain injuries among infants, children, adolescents, and young adults. *Am J Dis Child* 1990; 144: 684-91.
- 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) Maguire JL, Boutis K, Uleryk EM, Laupacis A, Parkin PC. Should a head-injured child receive a head CT scan? A systematic review of clinical prediction rules. *Pediatrics* 2009; 124: e145-54.
- 4) Traumatic brain injury in the United States: Emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002-2006. [Internet]. 2010 Mar [Accessed 2013 Jan 7]. Available from: <http://www.cdc.gov/traumaticbraininjury>
- 5) Durham SR, Liu KC, Selden NR. Utility of serial computed tomography imaging in pediatric patients with head trauma. *J Neurosurg* 2006; 105: 365-9.
- 6) Brain injury statistics. [Internet]. 2010 [Accessed 2013 Jan 4]. Available from: <http://www.BrainandSpinalCord.org>.
- 7) Schnadower D, Vazquez H, Lee J, Dayan P, Roskind CG. Controversies in the evaluation and management of minor blunt head trauma in children. *Curr Opin Pediatr* 2007; 19: 258-64.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) Dacey RG Jr, Alves WM, Rimel RW, Winn HR, Jane JA. Neurosurgical complications after apparently minor head injury. Assessment of risk in a series of 610 patients. *J Neurosurg* 1986; 65: 203-10.
- 11) Rivara F, Tanaguchi D, Parish RA, Stimac GK, Mueller B. Poor prediction of positive computed tomographic scans by clinical criteria in symptomatic pediatric head trauma. *Pediatrics* 1987; 80: 579-84.
- 12) Patel NY, Hoyt DB, Nakaji P, Marshall L, Holbrook T, Coimbra R et al. Traumatic brain injury: patterns of failure of nonoperative management. *J Trauma* 2000; 48: 367-74.
- 13) Figg RE, Burry TS, Vander Kolk WE. Clinical efficacy of serial computed tomographic scanning in severe closed head injury patients. *J Trauma* 2003; 55: 1061-4.
- 14) Rimel RW, Giordani B, Barth JT, Jane JA. Moderate head injury: completing the clinical spectrum of brain trauma. *Neurosurgery* 1982; 11: 344-51.
- 15) Tepas JJ 3rd, DiScala C, Ramenofsky ML, Barlow B. Mortality and head injury: the pediatric perspective. *J Pediatr Surg* 1990; 25: 92-5.
- 16) Kraus JF, Fife D, Cox P, Ramstein K, Conroy C. Incidence, severity, and external causes of pediatric brain injury. *Am J Dis Child*. 1986;140:687-93.
- 17) Vane DW, Shackford SR. Epidemiology of rural traumatic death in children: a population-based study. *J Trauma* 1995; 38: 867-70.
- 18) Giza CC, Mink RB, Madikians A. Pediatric traumatic brain injury: not just little adults. *Curr Opin Crit Care* 2007; 13:

- 143-52.
- 19) Maguire JL, Boutis K, Uleryk EM, Laupacis A, Parkin PC. Should a head-injured child receive a head CT scan? A systematic review of clinical prediction rules. *Pediatrics* 2009; 124: e145-54.
 - 20) Hollingworth W, Vavilala MS, Jarvik JG, Chaudhry S, Johnston BD, Layman S, et al. The use of repeated head computed tomography in pediatric blunt head trauma: factors predicting new and worsening brain injury. *Pediatr Crit Care Med* 2007; 8: 348-56.
 - 21) Aziz H, Rhee P, Pandit V, Ibrahim-Zada I, Kulvatunyou N, Wynne J, et al. Mild and moderate pediatric traumatic brain injury: replace routine repeat head computed tomography with neurologic examination. *J Trauma Acute Care Surg* 2013; 75: 550-4.
 - 22) Howe J, Fitzpatrick CM, Lakam DR, Gleisner A, Vane DW. Routine repeat brain computed tomography in all children with mild traumatic brain injury may result in unnecessary radiation exposure. *J Trauma Acute Care Surg* 2014; 76: 292-5.
 - 23) da Silva PS, Reis ME, Aguiar VE. Value of repeat cranial computed tomography in pediatric patients sustaining moderate to severe traumatic brain injury. *J Trauma* 2008; 65: 1293-7.
 - 24) Tabori U, Kornecki A, Sofer S, Constantini S, Paret G, Beck R, et al. Repeat computed tomographic scan within 24-48 hours of admission in children with moderate and severe head trauma. *Crit Care Med* 2000; 28: 840-4.