

36개월 이하 두부외상 환자에서 컴퓨터단층촬영을 위한 촬영 협조 가능 환자 선별도구의 잠재적 이점

김진성 · 김덕호 · 이동욱 · 김선덕

을지대학교 노원을지병원 응급의학교실

Potential benefit of a screening tool in selecting head-injured children aged 36 months or younger who can cooperate in computed tomography

Jin Sung Kim, Duk Ho Kim, Dong Wuk Lee, Sundeok Kim

Department of Emergency Medicine, Nowon Eulji Medical Center, Eulji University, Seoul, Korea

Purpose: We aimed to investigate the benefit of a screening tool in selecting head-injured children who can potentially cooperate with computed tomography (CT).

Methods: The study population consisted of head-injured children aged 36 months or younger who visited the emergency department (ED) and underwent CT from January 2013 through December 2020. Procedural sedation and analgesia (PSA) using per os chloral hydrate or per rectal thiopental was implemented to children presumed less cooperative for CT as per a clinical screening tool for cooperative candidates for CT (e.g., ability to lie still on bed for 10 seconds without a guardian). According to the PSA and the first attempt success of CT, we compared baseline characteristics, CT findings, clinically important traumatic brain injury, ED length of stay (EDLOS), and ED disposition.

Results: Among the 247 children, PSA was used in 102 (41.3%). The PSA group showed a higher proportion of 3-36 months of age (PSA, 96.1% vs. non-PSA, 82.8%; $P = 0.001$) and longer median EDLOS (PSA, 127.0 [interquartile range, 101.0-172.0] vs. non-PSA, 85.0 minutes [63.0-130.0]; $P < 0.001$). The number of children undergoing the first attempt success was 213 (86.2%) without a difference in both groups (PSA, 84.3% vs. non-PSA, 87.6%; $P = 0.645$). In the 213 children, the implementation of PSA was associated with longer median EDLOS (PSA, 121.0 [99.0-156.0] vs. non-PSA, 77.0 minutes [60.0-122.0]; $P < 0.001$). In the non-PSA group ($n = 145$), the first attempt failure was associated with the presence of skull fracture (success, 7.1% vs. failure, 27.8%; $P = 0.009$).

Conclusion: This study suggests a potential benefit of the screening tool in selecting cooperative candidates for CT, i.e., those who could forgo PSA using oral chloral hydrate or per rectal thiopental, in young children with head injury.

Key words: Child; Conscious Sedation; Craniocerebral Trauma; Deep Sedation; Hypnotics and Sedatives; Length of Stay; Multidetector Computed Tomography; Pain, Procedural; Skull Fractures

Received: Jun 20, 2021

Revised: Nov 1, 2021

Accepted: Nov 1, 2021

Corresponding author

Duk Ho Kim (ORCID 0000-0003-2186-4230)

Department of Emergency Medicine, Nowon Eulji medical center, Eulji University, Hangeulbiseok-ro 68, Nowon-gu, Seoul 01830, Korea
Tel: +82-2-970-8685 Fax: +82-50-4021-1729

E-mail: 20180114@eulji.ac.kr

서 론

응급실에서 컴퓨터단층촬영이 필요한 영유아 두부외상 환자에게 진정 및 진통 요법(procedural sedation and analgesia, PSA)을 시행하는 목적은 환자의 움직임 및 불안을 최소화하여, 질 좋은 영상을 얻기 위함이다¹⁻³⁾. 하

지만, 단층촬영 스캐너의 기술적 향상에 따른 촬영시간 단축, 촬영 시 보호자 동반에 따른 환자의 안정감, PSA 전담 인력 부족, 응급실 과밀화 위험으로 인해, 그 대안이 필요한 상황도 있다. 제시된 대안에는 다수 채널(multi detector) 및 광폭 검출기(wide-detector) 스캐너 사용, 촬영 전 연습 등이 있다⁴⁻⁹⁾.

소아 전용 응급실 또는 PSA 전담 인력이 부족한 병원에서는 응급실 방문 초기에 PSA의 필요성을 결정하기 어렵다. 한국형 PSA 지침이 제정된 이후 연구에 따르면, 뇌 컴퓨터 단층촬영이 필요한 환자가 학령기 이상이거나 지시에 따라 스캐너 안에서 움직임을 제한할 수 있거나 협조가 잘 될 것으로 예상되면, PSA 없이 검사를 시행할 수 있다^{10,11)}. 한국에서 2세 미만 두부외상 환자에서 불필요한 단층촬영을 줄여야 한다는 점이 제시됐지만^{12,13)}, PSA 필요성을 결정하기 위한 연구는 부족하다.

본 연구는 컴퓨터단층촬영을 시행한 36개월 이하 두부 외상 환자를 대상으로 PSA 시행 및 일차 촬영성공 여부에 따른 임상적 차이를 분석함으로써, 응급실에서 영유아 단층촬영의 성공 예측에 도움을 주고자 수행했다.

대상과 방법

1. 포함기준 및 진정 프로토콜

2013년 1월-2020년 12월에 한국 서울 노원구에 위치한 단일 응급의료센터 응급실을 방문한 36개월 이하의 환자를 대상으로 했다. 포함기준은 퇴원 진단에 국제질병분류 10판에 따른 두부외상 코드(S00-S09)가 있으며, 고위험 손상기전, 의식저하, 신경학적 증상 동반으로 주치의 판단에 따라 일반영상(plain radiograph) 및 컴퓨터단층촬영을 같은 날짜에 시행한 환자였다. 진정제로 chloral hydrate (경구, 초기 사용량 25-100 mg/kg) 및 thiopental (직장, 20-40 mg/kg)만 포함했다. 이 약이 PSA의 일차선택약은 아님에도 본원에서 자주 사용한 이유는 PSA 전담 인력이 부족한 상황에서 투여하기 쉽고, 용량에 따른 안전성이 좋으며, 후두경련 등 부작용 위험이 낮기 때문이다¹⁴⁾. 제외기준은 비(非) 외상 방문, chloral hydrate 초기 사용량 이외 용량, 정맥내 진정제, thiopental 초기 사용량 이외 용량 투여, 자료 부족이다.

본원 응급실은 소아 전용 응급실 및 PSA 전담 인력이 없거나 부족한 환경에서, 침대에 보호자 없이 10초간 가만히 누울 수 있거나, 수면 상태 또는 컴퓨터단층촬영 전 일반영상 촬영 시 협조할 수 있던 환자를 잠재적으로 협조 가능한 환자로 판단하여(Fig. 1)^{11,15)}, PSA 없이 단층촬영

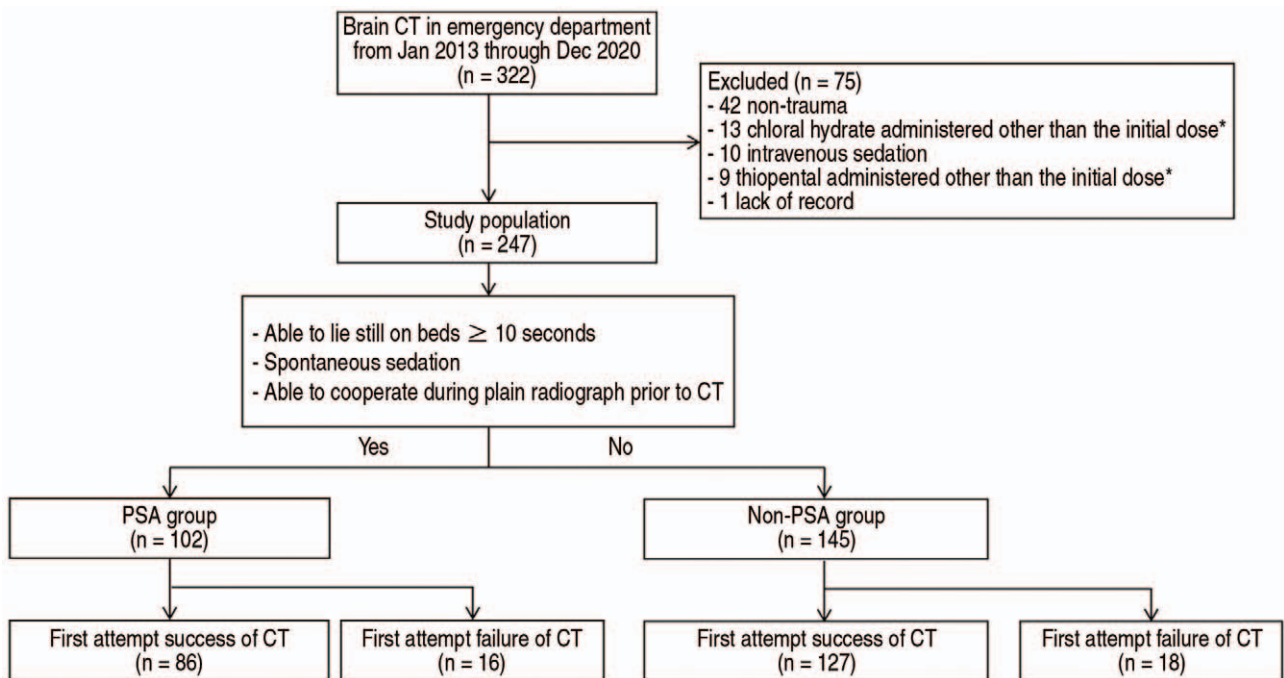


Fig. 1. Flow chart. * See the definitions in the methods section. CT: computed tomography, PSA: procedural sedation and analgesia.

을 시도했다(비[非] PSA군). 본 연구는 후향적 연구로, 을지대학교 노원을지병원 연구윤리위원회의 심의를 통과했고, 환자의 연구참여 동의를 면제받았다(IRB no. EMCS 2020-10-004).

2. 변수 및 정의

환자의 나이(월) 및 성별, 나이대(3개월 미만 및 3-36개월)를 조사했다¹⁾. 외부 병원으로부터 이송 여부, 방문 시간대(낮[09:00-16:59], 저녁[17:00-20:59], 밤[21:00-이튿날 08:59]) 및 요일(주중[월-금] 및 주말[토-일]), 의도성, 손상기전, 중증도, 의식수준(AVPU 척도)을 조사했다. 손상기전은 낙상, 미끄러짐, 교통사고, 물체와 부딪힘,

베임 및 찢림, 기타로 분류했고, 한국형 응급환자 분류도구 1-2단계를 중증으로 정의했다^{16,17)}. 통증은 의무기록에 기록된 FLACC 척도(0-10점) 1점 이상인 환자만 분석했는데, 이는 0점 및 통증의 부재가 혼용됐기 때문이다¹⁸⁾. 임상증상으로 구토, 두피혈종, 의식소실, 발작, 무증상 여부를 기록했다.

일차 촬영성공은 촬영실로 첫 이동 당시 컴퓨터단층촬영이 가능했던 경우로, 일차 촬영실패는 촬영이 불가능하여 응급실로 돌아온 경우로 각각 정의했다. 단층촬영 소견을 정상, 뇌내출혈, 경막외출혈, 경막하출혈, 두개골 골절(함몰골절 포함)로 나누어 수집하고, 별도로 “임상적으로 중요한 외상성 뇌손상(clinically important traumatic brain injury)”¹⁹⁾ 여부를 기록했다. 응급실 체류시간(분)

Table 1. Clinical characteristics of the study population

Variable	Total (N = 247)	PSA (N = 102)	Non-PSA (N = 145)	P value
Age, mo	16 (8-25)	16 (9-22)	15 (7-29)	0.399
Age group, mo				0.001
< 3	29 (11.7)	4 (3.9)	25 (17.2)	
3-36	218 (88.3)	98 (96.1)	120 (82.8)	
Girls	109 (44.1)	38 (37.3)	71 (49.0)	0.068
Transfer from outside hospitals	11 (4.5)	5 (4.9)	6 (4.1)	0.764
Weekend	78 (31.6)	31 (30.4)	47 (32.4)	0.736
Time of visit				0.918
Day	105 (42.5)	45 (44.1)	60 (41.4)	
Evening	83 (33.6)	33 (32.4)	50 (34.5)	
Night	59 (23.9)	24 (23.5)	35 (24.1)	
Unknown intention	2 (0.8)	0 (0)	2 (1.4)	0.513
Injury mechanism				
Fall	133 (53.8)	57 (55.9)	76 (52.4)	0.590
Slip down	60 (24.3)	27 (26.5)	33 (22.8)	0.503
Traffic accident	6 (2.4)	1 (1.0)	5 (3.4)	0.405
Struck	48 (19.4)	18 (17.6)	30 (20.7)	0.551
Cut/pierce	2 (0.8)	0 (0.0)	2 (1.4)	0.513
Others	2 (0.8)	1 (1.0)	1 (0.7)	> 0.999
KTAS 1-2	15 (6.1)	3 (2.9)	12 (8.3)	0.839
A of AVPU scale	245 (99.2)*	102 (100.0)	143 (98.6)*	0.513
Pain	100 (40.5)	39 (38.2)	61 (42.1)	0.545
FLACC scale	4 (3-5)	4 (3-5)	4 (3-4)	0.532
Manifestations [†]				0.573
Vomiting	49 (19.8)	22 (21.6)	27 (18.6)	
Scalp hematoma	63 (25.5)	28 (27.5)	38 (26.2)	
Loss of consciousness	8 (3.2)	3 (2.9)	5 (3.4)	
Seizure	3 (1.2)	0 (0)	3 (2.1)	
None	96 (38.9)	39 (38.2)	57 (39.3)	

Values are expressed as medians (interquartile ranges) or numbers (%).

* The other 2 children had “V” of the AVPU scale.

† Sums of the percentages are not equal to 100% due to the lacked records or overlapped symptoms.

PSA: procedural sedation and analgesia, KTAS: Korean Triage and Acuity Scale.

중 방문에서 단층촬영까지 걸린 시간을, 방문에서 단층촬영 처방까지 걸린 시간과 단층촬영 처방에서 촬영까지 걸린 시간으로 구분했다. 또한, 체류시간을 진정제 종류에 따라 비교했다. 응급진료 결과를 퇴원, 일반병실 및 중환자실 입원, 외부 이송으로 분류했다.

3. 통계 분석

연속형 변수는 중앙값 및 사분위수 범위로, 범주형 변수는 수 및 백분율로 각각 기술했다. 두 유형의 변수를 Mann-Whitney U test 및 chi-square test 또는 Fisher's exact test로 각각 분석했다. 통계분석에 IBM SPSS ver. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY)를 이용했고, $P < 0.05$ 를 통계적 유의성으로 정의했다.

결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

최종적으로 247명을 분석했다(Fig. 1). 여자가 109명(44.1%), 나이의 중앙값은 16개월(사분위수 범위, 8-25)이었고, PSA를 경험한 환자는 102명(41.3%)이었다. 이 PSA군에서 나이가 3-36개월인 환자 빈도가 유의하게 높았다. 의도성이 확인되지 않은 2명(0.8%)에서 확대 정황을 확인하지 못했다. 손상기전으로는 낙상이 가장 흔했고, 대다수가 경증이거나 의식이 명료했다. FLACC 척도 1점 이상으로 측정된 환자(100명[40.5%])의 해당 척도의 중앙값은 4점(3-5)이었다. 임상증상은 두 군 모두 무증상, 두피혈종, 구토, 의식소실, 발작 순으로 흔했다(Table 1).

일차 촬영성공은 PSA군에서 86명(84.3%), 비 PSA군에서는 127명(87.6%)으로, 두 군 간 유의한 차이는 없었다($P = 0.645$). 컴퓨터단층촬영 결과, 213명(86.2%)이 정상이었고 23명(9.3%)이 두개골 골절을 보였다. 임상적으로 중요한 외상성 뇌손상 환자 8명(3.2%) 모두, 2일 이상 입원한 경우였다¹⁹⁾. 응급실 체류시간의 중앙값은 PSA

Table 2. Outcomes of the study population

Variable	Total (N = 247)	PSA (N = 102)	Non-PSA (N = 145)	P value
First attempt success	213 (86.2)	86 (84.3)	127 (87.6)	0.645
CT findings				0.737
Normal	213 (86.2)	87 (85.3)	126 (86.9)	
ICH	1 (0.4)	0 (0)	1 (0.7)	
EDH	3 (1.2)	1 (1.0)	2 (1.4)	
SDH	7 (2.8)	2 (2.0)	5 (3.5)	
Skull fracture	23 (9.3)	12 (11.8)	11 (7.6)*	
ciTBI [†]	8 (3.2)	4 (3.9)	4 (2.8)	0.721
Time intervals, min				
EDLOS	107.0 (75.0-146.0)	127.0 (101.0-172.0)	85.0 (63.0-130.0)	< 0.001
ED-CT	57.0 (34.0-85.0)	77.5 (57.0-100.0)	39.0 (23.0-62.0)	< 0.001
ED-order	23.0 (12.0-41.0)	25.5 (14.0-53.0)	22.0 (11.0-33.0)	0.050
Order-CT	22.0 (9.0-45.0)	38.0 (29.0- 60.0)	11.0 (6.0-24.0)	< 0.001
ED disposition				> 0.999
Discharge	236 (95.5)	98 (96.1)	138 (95.2)	
Ward	10 (4.0)	4 (3.9)	6 (4.1)	
Intensive care unit	1 (0.4)	0 (0)	1 (0.7)	
Transfer to hospitals	0 (0)	0 (0)	0 (0)	

Values are expressed as medians (interquartile ranges) or numbers (%).

* Depressed fractures were noted only in the 2 children in the non-PSA group.

[†] Defined as the "hospitalization \geq 2 nights¹⁹⁾."

PSA: procedural sedation and analgesia, CT: computed tomography, ICH: intracerebral hemorrhage, EDH: epidural hemorrhage, SDH: subdural hemorrhage, ciTBI: clinically important traumatic brain injury, EDLOS: emergency department length of stay, ED: emergency department.

군에서 유의하게 길었다(127.0분[사분위수 범위, 101.0-172.0] vs. 85.0[63.0-130.0]). 응급진료 결과는 두 군 간 차이가 없었다(Table 2).

2. 일차 촬영성공 환자 분석

일차 촬영성공을 경험한 환자에서 나이의 중앙값은 PSA군에서 16개월(사분위수 범위, 9-21), 비 PSA군에서 17개월(7-29)이었다. 일차 촬영성공 이후 누적 성공률을 분석한 결과, PSA군에서 3회차까지 전원 촬영에 성공했다. 비 PSA군에서는 일차 촬영촬영 실패한 환자 모두에게 PSA를 시행했고, 환자 1명이 4회차에서 마지막으로 촬영에 성공했다. 일차 촬영실패 후 계속 실패하는 경향은 비 PSA군에서 더 컸지만, 두 군 간 유의한 차이는 없었다(Table 3).

응급실 체류시간은 PSA군에서 더 길었고, 특히 방문에서 컴퓨터단층촬영까지 걸린 시간의 구성 요소 중 단층촬영 처방에서 촬영까지 걸린 시간이 PSA군에서 더 길었다(Table 4). 진정제 종류에 따른 체류시간 비교에서 두 군 간 차이는 없었다.

3. 일차 촬영실패 환자 분석

비 PSA군(145명)에서 일차 촬영성공 여부에 따른 임상적 특성을 비교했다. 일차 촬영실패 환자가 성공한 환자보다 나이가 3-36개월이거나 두개골 골절을 경험한 빈도가 높은 것 외에, 두 군 간 차이가 없었다(Table 5).

고 찰

본 연구는 응급실에서 36개월 이하 두부외상 환자에게 Kaufman¹¹⁾의 연구를 활용한 촬영 협조 가능 환자 선별도구를 사용하여 chloral hydrate 또는 thiopental 투여 후 컴퓨터단층촬영을 시행한 결과, 다음과 같은 특성이 나타났음을 보여준다. 첫째, PSA군의 응급실 체류시간이 길었다. 둘째, 일차 촬영성공 환자에서 PSA (특히, chloral hydrate) 시행이 방문 후 단층촬영까지 소요되는 시간 연장과 연관됐다. 셋째, PSA를 시행하지 않은 환자에서 일차 촬영실패는 두개골 골절과 연관됐다. 이 결과의 시사점은 상기 선별도구를 활용하여, 일차 촬영성공률을 개선하지 못하면서 응급실 체류시간만 늘리는 chloral hydrate 및 thiopental 투여를 줄일 수 있다는 점이다. 단, 이 선별도구가 의료진의 주관적 판단에 의존하는 점을 주의해

Table 3. Cumulative success rates according to the number of attempts to perform computed tomography

Attempt	PSA (N = 102)		Non-PSA (N = 145)		P value*
	Interval success*	Cumulative success	Interval success*	Cumulative success	
First	86/102 (84.3)	86 (84.3)	127/145 (87.6)	127 (87.6)	0.645
Second	13/16 (81.3)	99 (97.1)	15/18 (83.3)	142 (97.9)	0.693
Third	3/3 (100)	102 (100)	2/3 (66.7)	144 (99.3)	0.401
Fourth	0/0 (0)	102 (100)	1/1 (100)	145 (100)	NA

Values are expressed as numbers (%).

* P values for the interval success rates.

PSA: procedural sedation and analgesia.

Table 4. Time intervals of the children with first attempt success of CT (N = 213)

Variable	PSA (N = 86)	Non-PSA (N = 127)	P value	Chloral hydrate (N = 60)	Thiopental (N = 26)	P value
EDLOS, min	121.0 (99.0-156.0)	77.0 (60.0-122.0)	< 0.001	122.0 (96.0-167.0)	117.0 (101.0-141.0)	0.843
ED-CT	72.0 (54.0-93.0)	36.0 (20.0-57.0)	< 0.001	77.5 (58.3-97.8)	59.5 (47.8-82.0)	0.013
ED-order	24.5 (14.0-41.0)	20.0 (12.0-33.0)	0.131	29.0 (15.0-57.0)	17.0 (9.0-26.8)	0.005
Order-CT	38.0 (27.0-55.0)	9.0 (5.0-18.0)	< 0.001	37.5 (22.3-54.8)	38.0 (28.8-60.0)	0.446

Values are expressed as medians (interquartile ranges).

CT: computed tomography, PSA: procedural sedation and analgesia, EDLOS: emergency department length of stay, ED: emergency department.

Table 5. CT findings, ciTBI, and FLACC scale between the children with and without the first attempt success in the non-PSA group (N = 145)

	First attempt success (N = 127)	First attempt failure (N = 18)	P value
Age, mo	17.0 (7.0-29.0)	14.5 (6.0-26.0)	0.569
Age group, mo			0.043
< 3	25 (19.7)	0 (0)	
3-36	102 (80.3)	18 (100)	
Girls	64 (50.4)	7 (38.9)	0.361
KTAS 1-2	11 (8.7)	1 (5.6)	> 0.999
A of AVPU scale	125 (98.4)*	18 (100)	> 0.999
CT findings			0.009
Normal	114 (89.8)	12 (66.7)	
ICH	1 (0.8)	0 (0)	
EDH	1 (0.8)	0 (0)	
SDH	4 (3.1)	1 (5.6)	
Skull fracture	6 (7.1)	5 (27.8) [†]	
ciTBI [‡]	4 (3.1)	0 (0)	0.445
Pain	52 (40.9)	9 (50.0)	0.531
FLACC scale	4 (3-5)	4 (4-4)	0.869

Values are expressed as medians (interquartile ranges) or numbers (%).

* The other 2 children had “V” of the AVPU scale.

[†] Depressed fractures were noted only in the 2 children with the first attempt failure.

[‡] Defined as the “hospitalization ≥ 2 nights¹⁹⁾.”

CT: computed tomography, ciTBI: clinically important traumatic brain injury, PSA: procedural sedation and analgesia, KTAS: Korean Triage and Acuity Scale, ICH: intracerebral hemorrhage, EDH: epidural hemorrhage, SDH: subdural hemorrhage.

야 한다.

비 PSA군의 일차 촬영성공률이 유의한 차이 없이 근소하게 높았던 결과는, 기존 스캐너의 촬영시간이 15-30초였지만 다수 채널 스캐너의 발전으로 촬영시간이 5초 이상 줄어든 점에 기인했을 수 있다^{4,7)}. 본원에서 뇌 컴퓨터 단층촬영 시 다수 채널 스캐너를 사용하여 5-7초 만에 촬영이 가능하며, 영상 잡음(noise) 감소로 영상의 질을 개선할 기회가 많아진 변화가 일차 촬영성공률에 영향을 준 것으로 추론한다.

본 연구에서는 PSA군의 응급실 체류시간이 길었다. 안전한 PSA에는 전담 인력 및 지속적 환자 감시가 필요하다^{1,10,20)}. 이는 환자 안전 및 양질의 영상을 위해 필요하지만, 여기에는 의료자원 및 시간이 소모된다²¹⁾. PSA에 진정 전 환자 평가, 동의서 작성, 진정 단계에서 환자 감시 및 기록, 진정 후 환자 관리가 포함되기에, 본 연구에서 보듯이 응급실 체류시간 연장을 초래할 수 있다. 이는 뇌 컴퓨터단층촬영을 시행한 1-6세 환자 대상 연구에서 PSA를 시행한 환자의 평균 응급실 체류시간이 그렇지 않은 환자보다 길었던 것(98.0 vs. 52.3분)과 부합한다²²⁾. 본 연구에서 응급실 방문에서 단층촬영 처방까지 걸린 시간의 PSA 여부에 따

른 차이가 유의하지 않았던 점은 PSA가 단층촬영 시행에 관한 의사결정에 미치는 영향이 적음을 시사한다.

Kaufman¹¹⁾이 성공적 촬영에 필요하다고 제시한 요소, 즉 스캐너 발전 및 촬영 협조 가능 환자 선별은 응급실 과밀화의 한 가지 개선방안이 될 수 있다. 영아 대상으로 16-cm 흉부 광폭 검출기 컴퓨터단층촬영을 통한 촬영시간 단축을 제시한 연구에 따르면, 이 스캐너를 사용한 32명 중 진정이 필요한 환자는 없었고, 기존 장비를 사용한 30명과 비교하여 평균 준비시간(41.3 vs. 96.5분) 및 촬영시간(0.4 vs. 2.0초)이 유의하게 감소했다⁷⁾. 다른 개선방안으로, 얇은 진정 또는 촬영 전 연습도 제시됐다^{5,23)}. 뇌 자기 공명영상을 1분 이내에 촬영하는 방법이 보고됐지만, 협조 가능 환자를 객관적으로 선별하는 기준에 대한 연구는 아직 부족하다^{5,6)}.

비 PSA군에서 일차 촬영에 실패한 18명 모두 PSA 후 컴퓨터단층촬영에 성공했지만, 이 중 1명은 4번 시도 후 성공했다. 또한, 이 18명은 두개골 골절을 더 자주 경험했다. 환자가 골절로 인한 통증 또는 불안으로 촬영에 협조하기 어려울 수 있음에도 협조 가능할 것으로 분류되어, PSA를 시행하지 않았을 수 있다. 두부외상에 대한 영상기

법으로 컴퓨터단층촬영을 권장하는 것과 별개로²⁴⁾, 현실적으로 자주 시행하는 두개골 일반영상에서 골절 소견이 있으면 그 환자에게 PSA가 필요하다고 추론할 수 있다. 이러한 일반영상의 유용성이 촬영 협조 가능 환자 선별 도구를 개발하는 데에 도움이 될 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 촬영 협조 가능 여부가 주관적 판단에 의존하는 면으로 인해, 불필요하게 PSA를 시행하거나 선택바이어스가 발생했을 수 있다. 둘째, 본 단일기관 연구결과를 다기관 무작위배정 대조군 임상연구로 보완해야 한다. 셋째, 진정제의 종류 또는 투여 방법을 본 연구와 다르게 사용한 PSA에 본 연구결과를 적용하기는 어렵다. 넷째, 후향적 설계로 동반질병, 보호자의 촬영실 동행, 이전 촬영 경험, 인지능력 발달 정도가 일차 촬영 성공에 미치는 영향을 분석하지 못했다. 다섯째, 컴퓨터단층촬영을 계획했으나 시행하지 못하고 퇴원한 환자의 특성이 결과에 반영되지 못했다.

요약하면, 본 연구는 응급실에서 36개월 이하 두부외상 환자에서 촬영 협조 가능 환자 선별도구를 사용함으로써, 일차 촬영성공률을 개선하지 못하고 응급실 체류시간을 늘리는 chloral hydrate 및 thiopental 사용을 줄일 수 있음을 시사한다. PSA를 시행하지 않은 환자에서 일차 촬영

영실패는 두개골 골절과 연관됐으므로, 일반영상에서 이를 확인하는 것이 협조 가능한 환자를 선별하는 과정에 유용할 수 있다.

ORCID

Jin Sung Kim (<https://orcid.org/0000-0003-3357-7220>)

Duk Ho Kim (<https://orcid.org/0000-0003-2186-4230>)

Dong Wuk Lee (<https://orcid.org/0000-0002-0961-4557>)

Sundeok Kim (<https://orcid.org/0000-0001-8909-9534>)

이해관계

모든 저자는 이 논문과 관련된 이해관계가 없음.

재정지원

모든 저자는 이 논문과 관련된 재정지원을 받지 않았음.

References

- Jang HY, Jung JH, Kyong YY, Kim KH, Kim DK, Kim MR, et al. Korean guidelines for pediatric procedural sedation and analgesia. *J Korean Soc Emerg Med* 2012;23(3):303-14. Korean.
- Park CS. The current state of sedation outside the operating room. *J Korean Med Assoc* 2013;56:264-70. Korean.
- Burger RK, Figueroa J, McCracken C, Mallory MD, Kamat PP. Sedatives used in children to obtain head CT in the emergency department. *Am J Emerg Med* 2021;44:198-202.
- Sacchetti A, Carraccio C, Giardino A, Harris RH. Sedation for pediatric CT scanning: is radiology becoming a drug-free zone? *Pediatr Emerg Care* 2005;21:295-7.
- Dong SZ, Zhu M, Bulas D. Techniques for minimizing sedation in pediatric MRI. *J Magn Reson Imaging* 2019;50:1047-54.
- Barkovich MJ, Xu D, Desikan RS, Williams C, Barkovich AJ. Pediatric neuro MRI: tricks to minimize sedation. *Pediatr Radiol* 2018;48:50-5.
- Zhu Y, Li Z, Ma J, Hong Y, Pi Z, Qu X, et al. Imaging the infant chest without sedation: feasibility of using single axial rotation with 16-cm wide-detector CT. *Radiology* 2018;286:279-85.
- Kaste SC, Young CW, Holmes TP, Baker DK. Effect of helical CT on the frequency of sedation in pediatric patients. *AJR Am J Roentgenol* 1997;168:1001-3.
- Young JY, Duhaime AC, Caruso PA, Rincon SP. Comparison of non-sedated brain MRI and CT for the detection of acute traumatic injury in children 6 years of age or less. *Emerg Radiol* 2016;23:325-31.
- Coté CJ, Wilson S. Guidelines for monitoring and management of pediatric patients before, during, and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures: update 2016. *Pediatr Dent* 2016;38:13-39.
- Kaufman RA. Technical aspects of abdominal CT in infants and children. *AJR Am J Roentgenol* 1989;153:549-54.
- Jung SW, Jang JH, Cho JS, Hyun SY, Lim YS, Yang HJ, et al. The effect of introducing Pediatric Emergency Care Applied Research Network rule on reducing brain computed tomography use for children with minor head injury. *Pediatr Emerg Med J* 2019;6:63-8. Korean.
- Jung KY, Han SB, Lee JS, Kim JJ, Suh YJ, Kim JH. 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. *Pediatr Emerg Med J* 2015;2:67-74. Korean.
- Bae JA, Choi YH, Kim AJ, Lee SH. Administration and effi-

- ciency comparison of chloral hydrate during pediatric sedation. *J Korean Soc Clin Toxicol* 2016;14:9-15.
15. Joharji NM. The effectiveness of nitrous oxide sedation combined with behavior management in a private dental practice in Saudi Arabia. *IPDOAJ* 2020;4:315-23.
 16. Lim T, Park J, Je S. Pediatric Korean triage and acuity scale. *Pediatr Emerg Med J* 2015;2:53-8. Korean.
 17. Lee KJ, Park MH, Suh J, Jung SY, Lee SJ, Cha M. Triage results of children who visited the emergency department via emergency medical service providers: an observational study in a regional emergency medical center. *Pediatr Emerg Med J* 2017;4:18-24. Korean.
 18. Nilsson S, Finnström B, Kokinsky E. The FLACC behavioral scale for procedural pain assessment in children aged 5-16 years. *Paediatr Anaesth* 2008;18:767-74.
 19. 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.
 20. Kim DK. Procedural sedation and analgesia in pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Med J* 2018;5:31-7. Korean.
 21. Lawrence LM, Wright SW. Sedation of pediatric patients for minor laceration repair: effect on length of emergency department stay and patient charges. *Pediatr Emerg Care* 1998;14:393-5.
 22. Kim M, Yoon K, Kim M, Mun J, Bum H. A study on the usefulness of method using wide volume axial scan and assist device without sedation in pediatric brain CT. *J Korean Soc Comput Tomogr Technol* 2018;20:11-22. Korean.
 23. Edwards AD, Arthurs OJ. Paediatric MRI under sedation: is it necessary? What is the evidence for the alternatives? *Pediatr Radiol* 2011;41:1353-64.
 24. Conforto A, Claudius I. Head injury in infants and children. In: Cline D, Ma OJ, Meckler GD, Stapczynski JS, Tintinalli JE, Yealy DM, editors. *Tintinalli's emergency medicine: a comprehensive study guide*. 8th ed. New York (NY): McGraw-Hill Education; 2016. p. 903-10.