학동전기 소아에서 두부 외상으로 인한 뇌 손상의 위험 요인

원주세브란스기독병원 소아청소년과

나영현 · 고일두 · 차병호

The Risk Factors of Brain Injury by Head Trauma in Preschool Aged Children

Young Hyun Na, MD, Il Doo Koh, MD, Byung Ho Cha, MD, PhD

Department of Pediatrics, Yonsei Wonju Severance Christian Hospital, Wonju, Korea

Purpose: The head trauma is a common type of injury during childhood period, especially preschool aged children. The purpose of this study is to evaluate the clinical characteristics of preschool aged children coming to emergency room by head trauma and the risk factors of brain injury.

Methods: We retrospectively reviewed the medical records of 787 children under 6 years old who came to emergency room of Wonju Severance Christian Hospital from March, 2011 to February, 2013 by head trauma. The patients were categorized by the types of injuries; hemorrhage, fracture and seizure. We evaluated the clinical characteristics of these children to figure out the risk factors.

Results: The mean age of patients was 2.3 years, (male: 2.45 years, female: 2.14 years) and the male-to-female ratio was 1.6:1. Age distribution was as follows: under 3 months; 16 (2.0%), 3 months–2 years; 451 (57.5%), 3 years–5 years; 318 (40.5%). One hundred and eight (13.7%) children had hemorrhage or fracture or seizure. Fifty five (6.99%) children had hemorrhage, 23 (2.92%) children had seizure and 53 (6.73%) children had fracture. Age under 3 years and neurologic symptoms were revealed as risk factors of hemorrhage and seizure ($P<0.05$). Fracture occurred most frequently by traffic accident, and followed by fall down and crash ($P=0.002$). Hemorrhage and seizure occurred more often in patients having neurologic symptoms ($P<0.05$).

Conclusion: Neurologic symptoms or younger age is the risk factors of hemorrhage and seizure in preschool aged children who coming to emergency room by head trauma. In such case, it is recommended to study and manage them actively.

Key Words: Traumatic brain injury, Children, Preschool, Hemorrhage, Seizure, Skull fracture, Neurologic symptoms

서론

두부 외상은 소아기에 사망이나 장애를 유발하는 주요 원인으로, 14세 이하 어린이 사망 원인 중 가장 흔하며, 특히 5세 이하의 학동전기 아이들에게서 더 많이 발생한다. 미국내에서는 학동전기 소아가 두부 외상으로 응급실에 내원하는 수가 매년 증가 추세에 있으며 10만 명당 2,193명이 응급실에 내원하고 4.3명이 사망에 이르고 있다¹⁻³⁾. 두부 외상의 후유증은 두통, 외상 후 경련, 운동 장애, 학습 부진, 인지 장애, 행동 장애 등이 있으며, 이는 두부 외상이 중할수록 더 심각하다. 두부 외상의 중증도 평가는 Abbreviated Injury Scale (AIS)⁴⁾에 의해 5단계로 분류되는데 3단계인 중등도는 출혈,

Submitted: 26 September, 2015

Revised: 2 October, 2015

Accepted: 31 October, 2015

Correspondence to Kyung Rae Cho, MD
Department of Pediatrics, Yonsei Wonju Severance Christian Hospital, 20, Ilsan-ro, Wonju-si, Gangwon-do, 26426, Korea
Tel: +82-33-741-0114, Fax: +82-33-741-1160
E-mail: Cha12bho@yonsei.ac.kr

Copyright © 2015 by The Korean Child Neurology Society
<http://www.cns.or.kr>

함몰골절, 두개저골절 등이 동반된 경우로 중등도 이상에서 장기적 예후가 좋지 않기 때문에 이차 손상 방지 및 장기 예후의 향상을 위하여 신경학적 변화를 조기에 발견하고 환자를 치료하는 것이 중요하다⁵⁾.

이에 저자들은 학동전기 두부 외상 환자에 대한 임상양상을 분석하여 위험요인을 확인함으로써 진단 및 치료 계획을 결정하는데 도움이 되하고자 한다.

대상 및 방법

1. 환자군

2011년 3월부터 2013년 2월까지 2년간 원주세브란스기독병원의 응급실을 통해 총 17,569명의 환자들이 외상으로 내원하였고 이 중 소아는 4,272명(24.3%)이었다. 소아 외상 환자 중 1,175명(27.5%)이 두부외상으로 내원하였고 이 중 6세 미만 787명(67.0%)의 학동전기 환자를 대상으로 하였다(Table 1).

2. 두부 외상 환자의 평가

본 연구는 후향성연구로 진행되었으며 두부외상으로 응급실 내원한 환자들은 임상외과 사고력, 과거력 청취 및 신체 진찰 후 필요한 경우 평가를 위해 뇌 전산화 단층촬영을 시행하였고, 뇌 전산화 단층촬영 영상 출혈, 두개골 골절소견을 영상의학과와의 판독으로 기록하였으며 발작은 두부 외상 이후부터 응급실 내원 및 입원기간 동안 발생한 경우 기록하였다. 신경학적 증상으로는 구역, 구토, 두통, 어지러움, 감각 신경이나 운동신경 이상 등을 확인하여 기록하였다.

3. 두부 외상 환자의 분류

임상양상에 따라 출혈, 골절, 경련의 3그룹으로 구분하였고 위험요인을 알아보기 위하여 연령별, 성별, 사고 원인별, 신경학적 증상 유무에 대하여 분석하였다. 사고 원인은 3가지로 구분하였다; 충돌: 다른 물체나 신체부위에 의해 가격된 경우, 추락, 교통사고.

4. 통계적 분석

각 그룹간의 비교를 위하여 IBM SPSS20.0 for Windows(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 Chi square test를 시행하였다. *P* 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의미한 것으로 판정하였다.

Table 1. Classification of Trauma Patients Coming to Emergency Room

In the Emergency Room	Adult (>14 years) (%)	Children (≤14 years) (%)	Total
Trauma	13,297 (75.7)	4,272 (24.3)	17,569 (100.0)
Head trauma	3,602 (27.0)	1,175 (27.5)	4,777 (27.2)
Under 6 years old		787 (67.0)	

결과

1. 환자 특성

남자는 480명(61.0%), 여자는 307명(39.0%)이었고 남녀 성비는 1.6:1 이었다. 평균 연령은 2.3세이고(남자 2.45세, 여자 2.14세), 3개월 미만 16명(2.0%), 3개월에서 3세 미만 452명(57.5%), 3세에서 6세 미만 319명(40.5%)이었다. 총 787명 중 108명(13.72%)이 출혈, 골절, 경련이 있었으며, 출혈만 있는 환자는 40명(5.08%), 경련만 있는 환자 15명(1.91%), 골절만 있는 환자는 37명(4.70%)이었다. 출혈과 골절이 동반된 경우는 13명(1.65%), 골절과 경련이 동반된 경우는 1명(0.13%), 모두 동반된 경우는 2명(0.25%)이었다(Table 2). 두부 외상의 원인 별로 충돌 174명(22.1%), 추락 562명(71.4%), 교통사고 51명(6.5%)이었으며, 내원 당시 의식 상태는 787명중 각성상태가 775명

Table 2. Clinical Characteristics of the Patients

Characteristics	Number	Percent
Sex		
Male	480	61.0
Female	307	39.0
Age		
<3 months	16	2.0
3 months–2 years	452	57.5
3–5 years	319	40.5
Types of injuries		
Hemorrhage	40	5.1
Seizure	15	2.3
Fracture	37	4.7
Hemorrhage +Fracture	13	1.7
Hemorrhage + Seizure	0	0.0
Fracture +Seizure	1	0.1
Hemorrhage +Fracture +Seizure	2	0.2
Total	108	13.72
Types of forces		
Bump into	174	22.1
Falling down	562	71.4
Traffic accident	51	6.5
Types of hemorrhage	55	
Contusion or hematoma	22	40.0
SDH	17	31.0
SAH	12	21.8
EDH	9	16.4
IVH	2	3.6
Location of Fracture	37	
Vault of skull	15	40.5
Frontal bone	8	21.6
Parietal bone	4	10.8
Temporal bone	6	16.2
Occipital bone	4	10.8

SDH, Subdural hemorrhage; SAH, Subarachnoid hemorrhage; EDH, Epidural hemorrhage; IVH, Intraventricular hemorrhage.

(98.5%)이었고 기면상태 7명(0.9%), 혼미상태 2명(0.3%), 혼수상태가 3명(0.4%) 이었다.

2. 두부 외상의 종류에 따른 임상양상

출혈은 총 55명(6.99%)에서 발생하였고 남자가 34명(7.1%), 여자가 23명(7.5%)이었다. 연령별로는 3개월 미만에서는 발생하지 않았으며 3개월에서 3세 미만 42명(9.3%), 3세에서 6세 미만 15명(4.7%)으로 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($P=0.028$). 원인 별로 충돌 5명(2.9%), 추락 47명(8.4%), 교통사고 5명(9.8%)이었고 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($P=0.039$)(Table 3).

골절은 총 53명(6.73%)으로 머리뒤통개뼈가 가장 많았으며, 이마뼈, 관자뼈, 마루뼈, 뒤통수뼈의 순을 보였다(Table 2). 남자에서 36명(7.5%), 여자는 17명(5.5%)이었고, 연령별로는 3개월에서 3세 미만 35명(7.7%), 3세에서 6세 미만 18명(5.6%)으로 보고되었으나 통계학적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 원인 별로 충돌 2명(1.1%), 추락 45명(8.0%), 교통사고가 6명(11.8%)으로 통계학적으로 유의미한 차

이를 보였다($P=0.002$)(Table 4).

경련은 남자에서 14명(2.9%), 여자에서 4명(1.3%)로 남자에서 많았고, 3개월에서 3세 미만 19명(4.2%), 3세에서 6세 미만 4명(1.3%)이었고, 원인 별로는 충돌 5명(2.9%), 추락 18명(3.2%)으로 보고되었으며 연령별 분류에서만 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($P=0.044$)(Table 5).

신경학적 증상이 있었던 환자 중 출혈은 18명(15.8%), 증상이 없었던 환자 중 출혈은 37명(5.8%) 나타났고 경련은 증상이 있는 경우 9명(7.9%), 증상이 없는 경우 14명(2.1%) 보고되었으며 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($P=0.001$ [출혈], $=0.003$ [발작]). 하지만 골절은 증상이 있는 경우 12명(10.5%), 증상이 없는 경우 41명(6.1%)으로 증상이 있는 경우 골절이 더 많았으나 통계학적으로 유의미하지 않았다($P=0.103$)(Table 3,4,5).

3. 내원 당시의 의식 상태

의식 상태를 임상양상과 비교하였을 때 출혈 유무, 골절 유무와 유

Table 3. Comparison of Clinical Characteristics between With or Without Hemorrhage

Hemorrhage	Number of patients (%)	Without (%)	With (%)	Pvalue
Sex				0.888
Male	480 (61.0)	446 (92.9)	34 (7.1)	
Female	307 (39.0)	284 (92.5)	23 (7.5)	
Age				0.028
<3 months	16 (2.0)	16 (100.0)	0 (0.0)	
3 months–2 years	451 (57.5)	410 (90.7)	42 (9.3)	
3–5 years	318 (40.5)	304 (95.3)	15 (4.7)	
Event				0.039
Bump into	174 (22.1)	169 (97.1)	5 (2.9)	
Fall down	562 (71.4)	515 (91.6)	47 (8.4)	
Traffic Accident	51 (6.5)	46 (90.2)	5 (9.8)	
Neurologic symptoms				0.001
With	114 (14.5)	96 (84.2)	18 (15.8)	
Without	673 (85.5)	634 (94.2)	39 (5.8)	

Table 4. Comparison of Clinical Characteristics between With or Without Fracture

Skull Fracture	Number of patients (%)	Without (%)	With (%)	Pvalue
Sex				0.310
Male	489 (61.0)	444 (92.5)	36 (7.5)	
Female	307 (39.0)	290 (94.5)	17 (5.5)	
Age				0.287
<3 months	16 (2.0)	16 (100.0)	0 (0.0)	
3 months–2 years	451 (57.5)	417 (92.3)	35 (7.7)	
3–5 years	318 (40.5)	301 (94.4)	18 (5.6)	
Event				0.002
Bump into	174 (22.1)	172 (98.9)	2 (1.1)	
Fall down	562 (71.4)	517 (92.0)	45 (8.0)	
Traffic Accident	51 (6.5)	45 (88.2)	6 (11.8)	
Neurologic symptoms				0.103
With	114 (14.5)	102 (89.5)	12 (10.5)	
Without	673 (85.5)	632 (93.9)	41 (6.1)	

의미한 차이가 있었으나 경련 유무와 유의미한 차이가 없었다. 출혈이 있는 경우 각성상태가 49명(86.0%), 기면상태 3명(5.3%), 혼미상태 2명(3.5%), 혼수상태 3명(5.3%)로 출혈이 없는 경우와 비교하여 통계학적으로 유의미한 차이를 보였으며($P=0.000$), 골절이 있는 경우 각성상태 48명(90.6%), 기면상태 3명(5.7%), 혼미상태 0명(0.0%), 혼수상태 2명(3.8%)로 골절이 없는 경우와 비교하여 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($P=0.000$). 경련의 경우 각성상태 22명(95.7%), 기면상태 1명(4.3%), 혼미상태 0명(0.0%), 혼수상태 0명(0.0%)으로 경련이 없는 경우와 비교하였을 때 통계학적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($P=0.340$)(Table 6).

내원 당시의 의식 상태가 각성상태가 아닌 경우 출혈이나 골절, 경련 중 한 가지 이상 발생하는 경우가 더 많았으며, 특히 출혈, 골절, 경련 중 두 가지 이상 보이는 경우는 각성상태 20명(2.6%), 각성상태가 아닌 경우에는 5명(41.7%)로 큰 차이를 보였으며 이는 통계학적으로 유의미하게 나타났다($P=0.000$).

고찰

두부 외상은 소아질환에서 중요한 부분을 차지하는데, 최근 감염성 질환의 빈도가 감소하면서 외상으로 인한 문제가 더욱 야기되고 있다. 외상은 1세에서 14세 사이 소아사망의 약 1/3을 차지하는 가장 중요한 사망원인이며, 외상으로 사망한 소아의 3/4이 두부외상으로 사망하며, 그보다 4배에 달하는 환자들이 영구적인 장애를 갖는다. 미국 내 두부 외상으로 응급실을 내원하는 환자는 14세 이하의 소아에서 증가하고 있으며 이 중 학동전기에서 더욱 급격한 증가를 보인다. 또한 학동전기 두부 외상 환자의 사망률이 학동기 환자보다 높다^{2,3,6,7)}.

Jacob 등⁸⁾에 따르면 118명의 두부외상으로 인한 두개내출혈 환자들에 대한 연구에서 내원 당시 신경학적 증상을 보인 경우는 두통이 50명(42%), 구역 또는 구토가 35명(30%) 보고되었다. 출혈 종류별로 타박상 또는 실질내출혈이 44%, 경막밑혈종 37%, 거미막밑출혈 24%, 경질막바깥혈종 16%, 뇌실내출혈 1.7% 순으로 보고되었다. 본 연구에서 타박상 또는 실질내출혈 22명(40%), 경막밑혈종 17명

Table 5. Comparison of Clinical Characteristics between With or Without Seizure

Seizure	No. of patients (%)	Without (%)	With (%)	Pvalue
Sex				0.278
Male	480 (61.0)	463 (96.5)	17 (3.5)	
Female	307 (39.0)	301 (98.0)	6 (2.0)	
Age				0.044
<3 months	16 (2.0)	16 (100.0)	0 (0.0)	
3 months–2 years	452 (57.5)	433 (95.8)	19 (4.2)	
3–5 years	319 (40.5)	315 (98.7)	4 (1.3)	
Event				0.429
Bump into	174 (22.1)	169 (97.1)	5 (2.9)	
Fall down	562 (71.4)	544 (96.8)	18 (3.2)	
Traffic Accident	51 (6.5)	51 (100.0)	0 (0.0)	
Neurologic symptoms				0.003
With	114 (14.5)	105 (92.1)	9 (7.9)	
Without	673 (85.5)	659 (97.9)	14 (2.1)	

Table 6. Comparison of Hemorrhage, Fracture, Seizure and Neurologic Symptoms and Mental Status

No. (%)	Alert	Drowsy	Stupor	Coma	Total	Pvalue
Hemorrhage						0.000
Yes	49 (86.0)	3 (5.3)	2 (3.5)	3 (5.3)	57 (100)	
No	726 (99.5)	4 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	730 (100)	
Fracture						0.000
Yes	48 (90.6)	3 (5.7)	0 (0.0)	2 (3.8)	53 (100)	
No	727 (99.0)	4 (0.5)	2 (0.3)	1 (0.1)	730 (100)	
Seizure						0.340
Yes	22 (95.7)	1 (4.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	23 (100)	
No	753 (98.6)	6 (0.8)	2 (0.3)	3 (0.4)	764 (100)	
Neurologic Symptoms						0.000
Yes	105 (92.1)	5 (4.4)	2 (1.8)	2 (1.8)	114 (100)	
No	670 (99.6)	2 (0.3)	0 (0.0)	1 (0.1)	673 (100)	

(31.0%), 거미막밑출혈 12명(21.8%), 경질막바깥출혈 9명(16.4%), 뇌실내출혈 2명(3.6%) 순으로 이전의 연구와 출혈 종류에 따른 구별에서 비슷한 양상을 보였다.

소아에서 외상 후 경련은 7일을 기준으로 조기 외상 후 경련과 후기 외상 후 경련으로 구분하고 본 연구에서는 조기 외상 후 경련에 관하여 확인하였다. 이전의 연구들에서 경련의 위험 요인으로 어린 나이(특히 2세 이하)에서 위험이 높은 것으로 보고되었고, 다른 연구에서 두개골 함몰 골절, 24시간 이상의 의식 소실 기간, 신경학적 증상, 뇌실질내 출혈 등이 보고되었다⁹⁻¹¹⁾. 본 연구에서는 3개월에서 3세 미만의 환자, 신경학적 증상이 있는 경우 발작이 통계학적으로 유의미하게 많았다. 조기 외상 후 발작에서 연령과 신경학적 증상은 중요한 위험 요인이며, 대상 환자들은 입원하여 충분한 시간 동안 경과 관찰 할 것을 추천한다.

골절은 사고 방법에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며 교통사고, 추락, 충돌 순으로 골절의 비율이 높게 나타났다. 대부분의 두부외상은 50 msec 이하의 동적인 힘에 의해 유발되고, 일차적 손상은 속도, 힘, 가속도 등에 의해 좌우되는데 이러한 차이는 각 사고 방법 간의 속도나 힘의 차이에 의한 것으로 생각된다¹²⁻¹⁴⁾.

장기 예후의 위험요인으로는 AIS이 높을수록, Glasgow Coma Scale (GCS)이 12점 미만인 경우, 발달 장애, 6개월 미만의 나이, 낮은 사회경제적 지위, 의식 저하, 발작 유무, 심폐소생술 시행, 영상의학적으로 뇌 손상이 있는 경우로 보고되고 있다^{14,15)}. 장기 예후에 대한 연구에서 5년 이상 경과 관찰을 하였을 때 행동 장애는 15-22%, 시각 장애는 6%-48%, 언어 또는 인지 장애는 30-77%, 행동 장애는 28.8-52%로 보고하였다^{14,15)}. 본 연구에서는 787명중 AIS 3 이상이 103명이었고, 각성상태가 아닌 경우 모두 이에 속하였다. 103명에 대한 장기적 관찰을 통하여 발생 가능한 후유증에 대한 경과 관찰 및 관리가 필요 할 것이다.

Plackett 등¹⁷⁾에 따르면 내원 당시 의식 상태가 GCS 13-15 이고 뇌전산화 단층촬영상 정상 소견인 경우 재평가가 필요하지 않다고 밝혔고 Kuppermann 등¹⁸⁾은 다음과 같은 경우 뇌 전산화 단층촬영의 필요성이 적을 것으로 보고하였다; 내원 당시 의식장애가 없음, 의식 소실이 없었음, 만져지는 골절이 없음, 평소와 같을 것, 구토나 심한 두통이 없을 것. 본 연구에서 해당되는 환자들에 대한 장기 추적 관찰이 필요할 것이며 전향적 연구를 통해 불필요한 뇌 전산화 단층촬영 및 검사를 줄일 수 있을 것이다.

결론적으로 6세 미만의 학동전기 두부 외상 환자가 내원한 경우 신경학적 증상이 있거나 3개월에서 3세 미만의 경우 출혈 및 경련의 위험이 높기 때문에 뇌 전산화 단층촬영을 통하여 두개내출혈을 확인하고 외상 후 경련에 대한 입원 및 경과 관찰이 필요할 것으로 사료된다. 추락이나 교통사고의 경우 골절확인이 필요하며 AIS 중등도보다 중한 경우는 장기간 추적 관찰을 추천한다.

요약

목적: 6세 미만의 학동전기 두부 외상 환자에 대한 원인과 그에 따

른 임상양상을 분석하여 위험요인을 평가하고자 하였다.

방법: 2011년 3월부터 2013년 2월까지 2년간 원주세브란스 기독병원의 응급실을 통해 외상으로 내원한 소아 환자 1,175명 중 두부 외상으로 내원한 787명을 대상으로 6세 미만 학동전기 두부 외상 환자를 대상으로 골절, 출혈, 경련, 신경학적 증상, 의식 상태에 대해 분류, 조사하였다.

결과: 총 787명의 환자 중 3개월 미만 16명(2.0%), 3개월에서 3세 미만 451명(57.5%), 3세에서 6세 미만 환자들이 318명(40.5%)이었다. 총 787명 중 108명(13.72%)이 출혈, 골절, 경련을 보였다. 출혈은 55명(6.99%), 경련은 23명(2.92%)이었으며 모두 3개월에서 3세 미만에서 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($P<0.05$). 골절은 원인별로 교통사고, 추락, 충돌 순으로 높은 확률로 발생하였고 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($P=0.002$). 신경학적 증상이 있는 경우 출혈과 경련이 더 높은 확률로 나타났다($P<0.05$).

결론: 학동전기 두부 외상 환자가 내원한 경우 신경학적 증상이 있거나 연령이 어릴 수록 출혈 및 경련 위험이 높기 때문에 적극적인 검사 및 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

Reference

- 1) Bedell E, Prough DS. Anesthetic management of traumatic brain injury. *Anesthesiol Clin North America* 2002;20:417-39.
- 2) Coronado VG, Xu L, Basavaraiu SV, McGuire LC, Wald MM, Faul MD, Guzman BR, et al. Surveillance for traumatic brain injury-related deaths--United States, 1997-2007. *MMWR Surveill Summ* 2011;6:1-32.
- 3) Faul M, Xu L, Wald MM, Coronado VG. Traumatic brain injury in the United States: emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002-2006. Atlanta (GA): Centers for disease control and prevention, National center for injury prevention and control; 2010. p.25-30.
- 4) Abbreviated injury scale. University of Chicago: American Association for Automotive Medicine. 1985. p. 80.
- 5) Guilliams K, Wainwright MS. Pathophysiology and management of moderate and severe traumatic brain injury in children. *J Child Neurol* 2014.
- 6) Rodriguez JG, Brown ST. Childhood injuries in the United States. *Am J Dis Child* 1990;144:627-46.
- 7) Lee KW, Hwang SK, Sung JK, Hamm IS, Park YM, Kim SL. Pediatric head injury. *J Korean Neurosurg Soc* 1999;28:42-7.
- 8) Greenberg JK, Stoev IT, Park TS, Smyth MD, Leonard JR, Leonard JC, et al. Management of children with mild traumatic brain injury and intracranial hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg* 2014;76:1089-95.
- 9) Asikainen I, Kaste M, Sarna S. Early and late posttraumatic seizures in traumatic brain injury rehabilitation patients: brain injury factors causing late seizures and influencing of seizures on long-term outcome. *Epilepsia* 1999;40:584-9.
- 10) Annegers JF, Coan SP. The risks of epilepsy after traumatic brain

- injury. *Seizure* 2000;9:453-7.
- 11) Annegers JF, Grabow JD, Groover RV, Laws ER Jr, Elveback LR, Kurland LT. Seizures after head trauma: a population study. *Neurology* 1980; 30:683-9.
 - 12) Coats B, Margulies SS. Potential for head injuries in infants from low-height falls. *J Neurosurg Pediatr* 2008;2:321-30.
 - 13) Coats B, Margulies SS. Material properties of human infant skull and suture at high rates. *J Neurotrauma* 2006;23:1222-32.
 - 14) Kim TG, Chung SS, Choi JU. Traumatic brain injury. *J Neurocrit Care* 2008;1 Suppl 1:S56-62
 - 15) Heather NL, Derraik JG, Beca J, Hofman PL, Dansey R, Hamill J, et al. Glasgow coma scale and outcomes after structural traumatic head injury in early childhood. *PLoS One* 2013;8:e82245.
 - 16) Chevignard MP, Lind K. Long-term outcome of abusive head trauma. *Pediatr Radiol* 2014;44 Suppl 4:S548-58.
 - 17) Plackett TP, Asturias S, Tadlock M, Wright F, Ton-That H, Demetriades D, et al. Re-evaluating the need for hospital admission and observation of pediatric traumatic brain injury after a normal head CT. *J Pediatr Surg* 2015 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2015.03.067>.
 - 18) 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.