

Trauma

학령전기 소아에서 추락으로 인한 경증 두부손상의 특징에 대한 후향적 관찰 연구

성민석¹ · 이지숙² · 전우찬¹ · 박준석¹ · 김경환¹ · 신동운¹ · 김 훈¹ · 박준민¹ · 김현종¹

¹인제대학교 일산백병원 응급의학과, ²아주대학교 의과대학 응급의학교실

The characteristics of mild head injuries in preschool-age children fall: a retrospective observational study

Min Suk Sung¹, Ji Sook Lee², Woochan Jeon¹, Junseok Park¹, Kyung Hwan Kim¹, Dongwun Shin¹, Hoon Kim¹, Joon Min Park¹, Hyunjong Kim¹

¹Department of Emergency Medicine, Inje University Ilsanpaik Hospital, Goyang,

²Department of Emergency Medicine, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

Objective: Falling is a common cause of head injury in preschool aged children. We investigated the characteristics of mild head injuries caused by falling and the association between body weight and occurrence of traumatic brain injuries (TBI).

Methods: This retrospective observational study was conducted on head-injured preschool-aged children that visited the emergency department from January 2012 to December 2015. Characteristics such as age, sex, weight, free fall height, floor type, and presence of TBI, as defined as cerebral hemorrhage or skull fracture, were investigated. We calculated body weight percentiles by calibrating age and weight and categorized them into four quartile ranges. We grouped all included cases into two groups according to the presence of TBI. The characteristics of the two groups were compared by using chi-square test, and the association with TBI was investigated by using binomial logistic regression.

Results: A total of 701 children were included, and TBI was observed in 95 children. Children with TBI were younger. The proportion of children with TBI was higher in the third and fourth quartiles of the body weight group as well as according to soft floor and fall from high height (≥ 1 m). The odds of soft floor being associated with TBI was higher than the odds for hard floor (odds ratio, 2.734; 95% confidence interval [CI], 1.597-4.680). The odds of high height (≥ 1 m) being associated with TBI was higher than that for low height (odds ratio, 2.306; 95% CI, 1.155-4.601), and the odds ratio for the weight percentile group was 1.228 (95% CI, 1.005-1.499).

Conclusion: Prevalence of TBI after falling in preschool-aged children might be associated with high fall-height and body weight quartiles.

Keywords: Traumatic brain injuries; Accidental falls; Body weight; Preschool child

서 론

응급실에 방문하는 학령 전 소아의 외상 중에서 추락에 의한 손상은 51%로, 동 연령대에서 가장 흔한 손상 기전으

로 알려져 있다.¹ 추락은 공중으로부터의 자유 낙하운동 후 지면으로 떨어지는 것으로 그 특성상 수직감소손상을 유발하게 된다.² 특히 학령 전 소아의 추락 손상은 성인과 다르게 두부가 체부에 비하여 큰 특징으로 인하여 중력에 의해 무게중심이 두부로 쏠리게 되어 두부손상이 흔히 발생한

책임저자: 전 우 찬

경기도 고양시 일산서구 주화로 170

인제대학교 일산백병원 응급의학과

Tel: 031-910-9781, Fax: 031-910-7188, E-mail: woowoochan@gmail.com

접수일: 2018년 6월 26일, 1차 교정일: 2018년 8월 8일, 게재승인일: 2018년 8월 28일

Capsule Summary

What is already known in the previous study

Falling in preschool children is a major cause of injury. Factors such as age, height, and floor-type are known as major factors affecting the occurrence of traumatic brain injury.

What is new in the current study

Increased body weight percentile quartile also contributes to traumatic brain injury caused by falling down in preschool-aged children.

다.^{3,4} 학령 전 소아의 외상성뇌손상(traumatic brain injury)에 관한 연구에 따르면 손상 기전의 35.2%가 추락이었다.¹ 이러한 점을 고려할 때, 추락 손상으로 의식 저하 및 명확한 신경학적 이상 증상을 보이는 중증 두부손상의 경우 두부 컴퓨터단층촬영을 즉시 시행하게 되지만, 의식이 명료하고 신경학적 증상이 없으며 오심 구토 등의 동반 증상이 없는 경증 두부손상의 경우에는 학령 전 소아의 방사선 노출 및 진정제 사용에 따른 문제를 포함한 추락 손상과 관련된 여러 위험 요인을 종합적으로 고려한 뒤 두부 컴퓨터단층촬영 시행 여부를 결정하게 된다.^{5,6} 이러한 응급실에서의 문제를 해결하고 신경외과적 처치가 필요한 두부손상의 중증도를 감별하기 위하여 기존의 Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) rule⁷에 따르면 경증 두부손상에 대하여 2세 미만의 경우에 0.9 m, 2세 이상의 경우는 1.5 m인 경우 중증 손상 기전으로 정의하였고, 연령에 상관 없이 글라스고코마스케일(Glasgow Coma Scale, GCS)이 14점 미만이거나, 두개골 골절의 징후가 있는 경우는 외상성뇌손상의 위험도가 높아 두부 컴퓨터단층촬영을 권유하도록 되어 있다. 그러나, GCS 14점 이상이면 경증 손상으로 보이는 경우에는 실제 외상성뇌손상이 있음에도 불구하고 컴퓨터단층촬영을 시행하지 않아 양성 소견을 놓치는 경우가 있어서 가이드라인 적용에 신중을 기할 필요가 있다. 따라서 추락 기전이나 신체적, 환경적 요인에 대해서 보다 더 면밀히 접근해야 할 필요가 있다. 추락에 관련된 두부손상 중증도 및 예후와 관련한 여러 연구에 따르면 나이가 2세 미만인 경우, 추락 높이가 높은 경우와 단단한 바닥 재질 등이 주요하게 관여하는 것으로 알려져 있다.^{1,4,5,8,9} 그 밖에 추락 손상의 기전을 고려할 때, 환자의 두부에 가해지는 전체 충격에너지는 추락의 위치에너지에 비례하고, 위치에너지는 물리적인 특성상 추락의 높이와 질량(체중)에 비례한다. 따라서, 추락 시 두부에 가해지는 물리적인 충격에너지를 예측하는 데에 추락 높이 외에 환자

의 체중을 고려해야 한다. 이에 본 연구자들은 학령 전 소아에서 추락 후 두부 외상으로 응급실을 내원하는 환자의 일반적 특성을 알아보고, 환자의 체중이 외상성뇌손상 발생 여부와 어떤 연관이 있는지 확인하고자 연구를 수행하였다.

방 법

질병관리본부에서 시행하는 응급실 손상환자 표본심층조사 자료¹⁰를 활용하여 2012년 1월 1일부터 2015년 12월 31일까지 1개의 지역응급의료센터를 내원한 6세 미만의 학령전기 소아 손상 환자 중 손상 기전이 추락 이고 손상 부위가 두부를 포함하는 경우를 대상으로 하였다. 의무기록 상 체중과 GCS가 기재되어 있지 않은 경우, 두부 컴퓨터단층촬영을 시행하지 않은 경우, 수상 기전에 관여하는 높이 및 바닥 재질이 명확하지 않은 경우, 두부손상 지침에 따라 두부 컴퓨터단층촬영을 시행하는 GCS 14점 미만의 중증 두부손상은 제외하였다. 성별, 환자의 연령(개월), 체중, 추락 높이, 바닥 재질, GCS는 의무 기록 및 질병관리본부의 응급실 손상환자 표본심층조사 자료¹⁰를 이용하여 후향적으로 수집하였다. GCS는 의무기록상 Pediatric Glasgow Coma Scale이 아닌 성인 기준으로 측정하였으며, 연령은 출생으로부터 개월 단위로 조사하였다. 환자 체중은 연령과 성별과의 연관성을 고려하여 소아 및 청소년 표준 성장도표¹¹를 이용한 연령에 따른 체중백분위수를 이용하여 저체중(25백분위수 미만), 정상저체중(25백분위수-50백분위수), 정상과체중(50백분위수-75백분위수), 과체중(75백분위수 초과)로 4등급으로 구분하였다. 추락 높이는 1 m 미만과, 1 m 이상의 추락으로 분류하였다. 바닥 재질은 그 특성에 따라 단단한 경우와 부드러운 경우로 구분하였다. 부드러운 바닥은 우레탄, 모래, 놀이용 매트, 침구 등과 같이 가벼운 충격에 의해 일시적 또는 영구적 변형이 생기는 경우로 정의하였으며, 단단한 경우는 콘크리트 재질, 아스팔트 등의 충격에 의해 바닥의 변형이 쉽게 발생하지 않는 경우로 정의하였다.

외상성뇌손상은 의무기록을 조회하였을 때, 두부 컴퓨터단층촬영에서 뇌실질의 출혈 또는 주변부의 출혈과 뇌를 둘러 싸고 있는 두개골의 골절이 있는 것으로 정의하였으며 비골 골절, 하악 골절 등과 같이 뇌조직을 싸고 있지 않는 안면부 골절은 제외하였다.

조사 자료의 기술은 성별, 바닥 재질, 추락 높이는 명목변수로 빈도와 백분율로 표시하였으며 연령과 체중은 연속변수로 Kolmogorov-Smirnov 정규성 검정에서 정규 분포를 보이는 경우는 평균과 표준 편차로 표시하였고, 비정규 분포를 보이는 경우 중앙값과 사분위수로 표현하였다. 체중백분위수는 등급에 따라 순위 변수로 정의하였다. 외상성뇌손상 발생 유무에 따른 두 집단의 비교는 카이제곱 검

정, Mann-Whitney U test를 사용하였으며 다중 로지스틱 회귀 분석을 통하여 성별, 바닥 재질, 추락 높이, 연령, 체중 백분위수가 외상성뇌손상에 미치는 영향을 살펴보았다.

본 연구는 의학연구윤리심의위원회에서 환자 동의 면제 및 연구 승인 (ISPAIK 2017-08-017-001)을 받았다.

결 과

2012년 1월부터 2015년 12월까지 4년간 추락으로 인한 두부 외상을 입은 6세 미만의 환자는 총 1,014명이었다. 의무기록상 체중 및 GCS가 기재되어 있지 않거나, 바

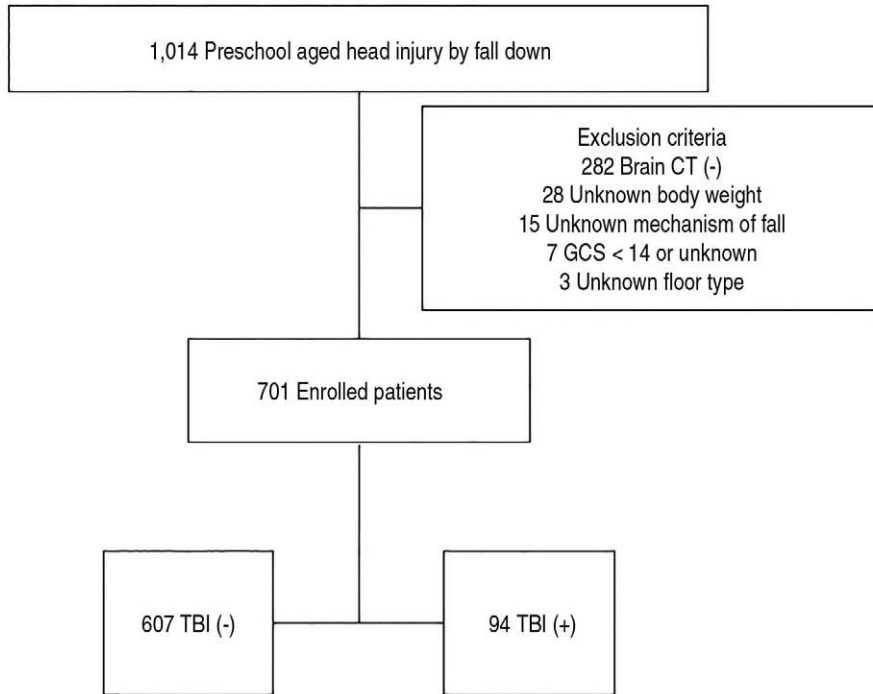


Fig. 1. Study outline. CT, computed tomography; GCS, Glasgow Coma Scale; TBI, traumatic brain injury.

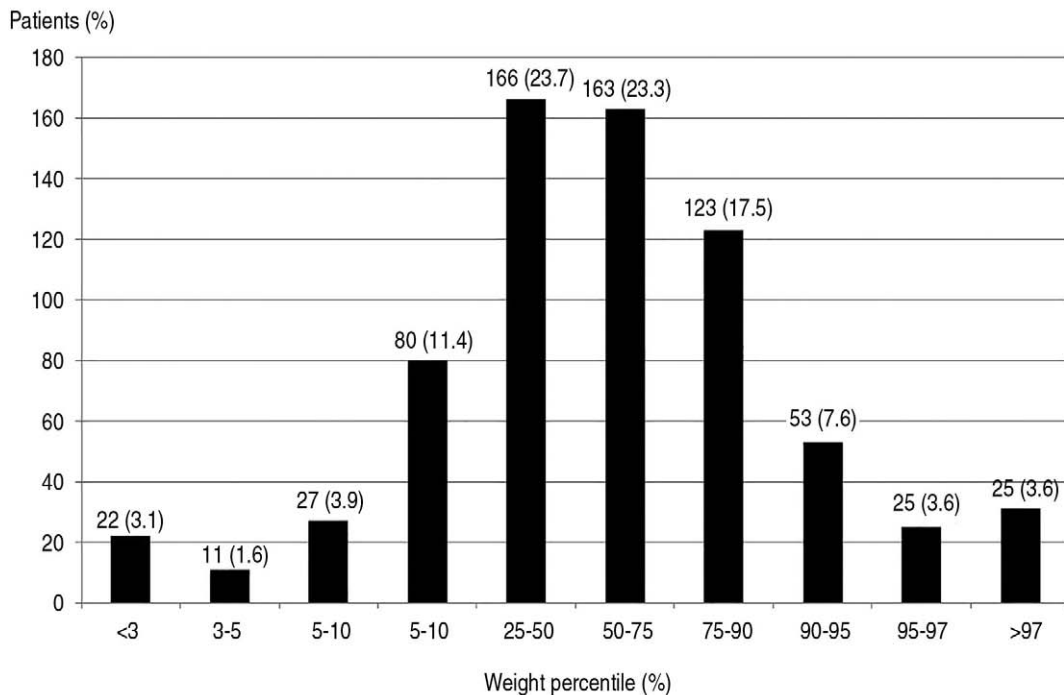


Fig. 2. Body weight percentiles distribution.

닥 재질이나 추락 높이가 명확하지 않은 경우와 GCS 14점 미만인 경우인 313명을 제외하고 701명을 최종 연구 대상으로 하였다(Fig. 1).

전체 대상 환자의 나이의 중앙값은 23.0개월(10.0-43.0개월)이고 성별은 남자가 379명(54.1%), 여자가 322명(45.9%)으로 남자가 여자에 비해 많았다. 체중의 중앙값은 12.0 kg (9.7-15.0 kg)으로 체중백분위수의 분포는 정규분포양상을 보이고 있었으며 양 극단(3백분위수 미만, 97백분위수 이상)에서는 다소 증가하는 양상을 보이고 있었다. 체중백분위수를 4등급으로 구분하였을 때, 저체중(25백분위수 미만)인 경우가 140명(20.0%), 정상저체중(25백분위수-50백분위수)이 329명(46.9%), 정상과체중(50백분위수-75백분위수)이 123명(17.5%), 과체중(75백분위수 초과)이 109명(15.5%)이었다(Fig. 2).

추락으로 인해 외상성뇌손상이 발생한 군에서 남녀 성비는 50:45명이었고, 외상성뇌손상이 없는 군에서는 329:277명(P=0.739)이었다. 외상성뇌손상이 발생한 군의 나이는 중앙값 9.0개월(5.0-33.0)이었고, 외상성뇌손상이 없는 군에서는 24.0개월(12.0-44.0)로 연령이 어릴수록 외상성뇌손상의 발생이 높았다(P<0.05).

체중은 외상성뇌손상이 있는 경우 9.6 kg (1.4-14.5 kg)이었고 외상성뇌손상이 없는 경우 12.0 kg (10.0-15.3 kg)으로 외상성뇌손상이 있는 경우에서 체중이 작았다(P<0.05). 체중백분위수 등급에 따른 외상성뇌손상 발생 유무는 저체중(25백분위수 미만)에서는 외상성뇌손상이 있는 경우는 12명(8.6%), 외상성뇌손상이 없는 경우는 128명(91.4%)이었다. 정상저체중(25백분위수-50백분위수)에서는 외상성뇌손상이 있는 경우는 20명(12.0%),

Table 1. Comparison of characteristics as TBI

Variable	Total	TBI (+) (n=95)	TBI (-) (n=606)	P-value
Male:Female	379 (54.1)/322 (45.9)	50:45	329 : 277	0.739
Age (mo)	23.0 (10.0-43.0)	9.0 (5.0-33.0)	24.0 (12.0-44.0)	<0.05 ^{a)}
Weight (kg)	12.0 (9.7-15.0)	9.6 (1.4-14.5)	12.0 (10.0-15.3)	<0.05 ^{a)}
Body weight percentile (%)				<0.05 ^{b)}
<25	140 (20.0)	12 (8.6)	128 (91.4)	
25-50	329 (46.9)	20 (12.0)	146 (88.0)	
50-75	123 (17.5)	27 (16.6)	136 (83.4)	
>75	109 (15.5)	36 (15.5)	196 (84.5)	
Floor				<0.05 ^{b)}
Soft	436 (62.2)	74 (16.7)	362 (83.3)	
Hard	265 (37.8)	21 (7.9)	244 (92.1)	
Fall-height (m)				<0.05 ^{b)}
<1	633 (90.3)	82 (13.0)	551 (87.0)	
≥1	68 (9.7)	13 (19.1)	55 (80.9)	

Values are presented as number (%) or median (interquartile range).

TBI, traumatic brain injury.

^{a)} Mann-whitney U test. ^{b)} Chi-square test.

Table 2. Odds ratio of traumatic brain injury in fall down

Variable	Adjusted odds ratio	95% CI	P-value
Sex			
Male	1.078	0.692-1.677	0.740
Female	Reference		
Floor			
Soft	2.723	1.589-4.664	<0.001
Hard	Reference		
Height (m)			
≥1	2.309	1.157-4.608	0.018
<1	Reference		
Quartile of BW%	1.231	1.007-1.505	0.042

This data were analyzed by binomial logistic regression.

CI, confidence interval; BW%, body weight percentile.

외상성뇌손상이 없는 경우는 146명(88.0%)이었다. 정상과체중(50백분위수-75백분위수)에서는 외상성뇌손상이 있는 경우는 27명(16.6%), 외상성뇌손상이 없는 경우는 136명(83.4%)이었다. 과체중(75백분위수 초과)에서는 외상성뇌손상이 있는 경우는 36명(15.5%), 외상성뇌손상이 없는 경우는 196명(84.5%)이었다($P<0.05$).

바닥 재질이 부드러운 경우에, 외상성뇌손상이 있는 경우가 74명(16.7%), 외상성뇌손상이 없는 경우가 362명(83.3%)이었다. 바닥 재질이 딱딱한 경우에는 외상성뇌손상이 있는 경우가 21명(7.9%), 외상성뇌손상이 없는 경우가 244명(92.1%)으로 부드러운 재질에서 외상성 뇌손상의 빈도가 높았다($P<0.05$).

추락높이가 1 m 이상인 추락 환자에서 외상성뇌손상이 있는 경우는 13명(19.1%)으로 외상성뇌손상이 없는 경우는 55명(80.9%)이었고, 1 m 미만에서 추락한 환자에서는 외상성뇌손상이 있는 경우는 82명(13.0%), 외상성뇌손상이 없는 경우가 551명(87.0%)으로 1 m 이상 높이에서 추락한 경우 외상성뇌손상의 발생 빈도가 높았다($P<0.05$) (Table 1).

로지스틱 분석을 통한 외상성뇌손상 발생에 대한 연관성 확인 결과, 성별은 유의한 차이를 보이지 않은 반면, 부드러운 바닥은 단단한 바닥에 비해 2.723의 오즈비를, 추락 높이 1 m 이상인 경우 1 m 미만인 경우에 비해 2.309의 오즈비를 보였고, 체중백분위수 등급 간 오즈비는 1.231이었다(Table 2).

고 찰

두부손상을 동반한 소아 추락에서 외상성뇌손상에 영향을 미치는 여러 요인들 중 추락 높이와 체중은 모두 직접적으로 관여하는 인자이다. 하지만, 지금까지 추락 높이에 비해 체중과의 연관성을 확인한 연구들은 많지 않았다. 체중에 관련한 국내외 연구 결과에 따르면 Rana 등¹²은 소아의 높은 체중지수(body mass index)가 외상 후 골절과 상관관계가 있다고 보고하였고, 다른 한 국내 연구에서는 95백분위수 이상의 체중백분위수에서 추락 손상과 외상성뇌출혈과의 관계가 있다고 보고하였다.¹³ 본 연구에서는 소아에서의 체중은 연령과 성별에 영향을 받는 변수인 점을 고려하여 성별, 연령에 따른 체중백분위수를 이용하여 저체중(25백분위수 미만), 정상저체중(25백분위수-50백분위수), 정상과체중(50백분위수-75백분위수), 과체중(75백분위수 초과)로 4등급으로 구분하였다. 이러한 체중의 등급에 따른 분류는 연령 및 성별에 따른 상호 교란 변수를 조정할 순위변수로서 정의하여 통계 분석을 시행하였고, 그 결과 등급 간 외상성뇌손상의 오즈비는 1.231(95% CI, 1.007-1.505; $P<0.05$)을 보였다. 이러한 결과

를 통해 학령 전 소아의 추락 두부손상에서 체중백분위수가 증가함에 따라 외상성뇌손상의 발생의 위험이 증가함을 알 수 있었다.

추락은 수직감속손상에 의한 둔상의 일종으로 추락에 의한 두부손상 시 외상성뇌손상에 미치는 체중 외 다른 영향으로는 높이, 속도, 부위, 바닥의 성질 등이 관여한다. 특히 추락 높이가 높을수록 속도가 증가하게 되어 손상의 정도도 심해지는 것으로 알려져 있는데, 일반적으로 추락 높이는 손상의 정도와 양의 상관관계가 있으나 떨어지는 자세, 방향, 먼저 부딪히는 부위 등 다른 인자들에 대한 고려가 필요하다.² 추락 높이에 대한 기존의 국내·외의 연구들에서 1 m 미만의 낮은 높이와 1 m 이상의 높은 높이에서의 추락을 비교하였을 때, 높은 높이에서의 추락에서 외상성뇌손상의 빈도가 증가하였고, 추락 높이와 외상성뇌손상의 발생은 비례한다고 보고하였다.^{5,8,14,15} 이들 중 한 연구에서는 추락 높이가 1 m 이상인 2세 미만 소아 낙상 환자에서 두개골 골절 및 두개 내 손상 발생률이 높다고 보고하였다.⁵ Bulut 등⁸의 연구에 따르면, 소아 추락에 관계된 손상에서 외상성뇌손상이 흔하고 특히 추락 높이가 2 m 이상일 경우 사망률이 크게 증가한다고 하였다. 본 연구 결과에서도 기존 연구 결과와 같이 추락 높이가 1 m 이상인 경우 외상성뇌손상의 발생 위험이 증가하였음을 확인할 수 있었다.

환자의 나이는 추락에 의한 두부손상에서 외상성뇌손상에 영향을 미치는 매우 중요한 인자로 알려져 있다. 이와 관련된 국내외 연구들에 따르면 나이와 외상성뇌손상은 반비례 경향을 보였다.^{14,15} 특히 경증 외상성뇌손상 환자에 있어서 나이가 적을수록, 특히 12개월 이하의 소아의 경우 외상성뇌손상의 위험도가 높았다.⁵ 소아 및 청소년기 추락에 관련한 손상 환자들에 대해 Pressley와 Barlow¹⁶는 어린 아이들일수록 사지 골절 등의 손상에 비해 외상성뇌손상이 흔하며, 경증 외상성뇌손상과 관련된 연구에 의하면 1-6세 사이의 학령전기 환자들에게서 외상성뇌손상의 비율이 높았다고 하였다.¹⁷ 본 연구는 외상성뇌손상의 비율이 높은 학령 전 6세 미만의 소아 환자를 대상으로 분석하였고, 기존 연구들과 같이 나이가 어릴수록 외상성뇌손상이 발생 위험이 증가한다는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 성인과 다른 소아의 신체적 특징 및 미숙한 신체 조절능력이 주요한 원인일 것으로 생각한다.

소아 추락 손상에서 성별과 관련된 기존 연구 결과에 따르면 남자에서 외상성뇌손상 발생이 높은 것으로 알려져 있다.^{3,8,9} 그러나, 본 연구 결과에 따르면 성별에 따라서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 본 연구의 대상인 6세 미만의 학령전기 아동에서, 남녀의 신체 발달 및 부 활동의 차이가 거의 없는 것이 주요한 원인일 것으로 추정한다.¹

바닥 재질의 특징에 따른 외상성뇌손상에 관한 기존 연구는 상반되고 있는데, 한 연구에서는 바닥 재질에 따라 뚜렷

한 상관관계를 보이지 않았지만,¹ 다른 연구에 의하면 잔디와 같은 부드러운 재질에 비해 시멘트와 같은 딱딱한 재질의 표면에서 두개골 골절의 발생이 증가하였다.² 본 연구에서는 오히려 부드러운 바닥 재질에서 외상성뇌손상의 발생이 오히려 높은 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 최근에 안전규제 및 추락 손상 예방을 위하여 취학 전 아동의 주된 활동 영역에 유아용 매트 사용, 놀이터 및 공공시설에 부드러운 재질의 바닥 사용 및 놀이기구 높이 제한 등의 예방 정책으로 인하여 딱딱한 바닥의 추락 손상 발생 빈도의 감소가 주요한 원인일 것으로 생각한다. 또한 우리나라의 의료적 현실을 고려할 때, 실제 응급실에 내원하는 부드러운 바닥 재질에 수상한 경증 두부손상의 환자들 중 비교적 예후가 좋은 단순 뇌진탕 또는 이에 상응하는 경증 손상인 경우에도 불필요한 두부 컴퓨터단층촬영이 이루어진 경우가 많아 연구집단 내 선택 오차를 배제하기 어려운 점도 있겠다.

학령 전 소아 추락 손상으로 인한 두부손상으로 응급실을 방문하는 경우 중 경증 두부손상이 가장 흔한 것으로 알려져 있다. 그러나 일부 연구에 따르면 소아의 경우 강도가 약한 손상 기전에 있어서도 외상성뇌손상이 발생 위험이 높다고 하였다.¹⁷ 소아에서 외상성뇌손상은 추후 발달 과정 중 운동장애를 포함한 신경학적 후유증을 남길 수 있고,¹⁸ 조기에 뇌 손상을 놓치게 될 경우 좋지 않은 예후로 진행되는 경우도 있어 손상 초기에 정확한 진단이 필요하다.¹⁹ 그러나 학령 전 소아의 경우 성인과 달리 검사를 위한 진정 및 마취(procedural sedation and analgesia)가 추가적으로 필요한 경우가 있으며, 방사선 노출에 대한 위험을 고려할 때, 무분별한 두부 컴퓨터단층촬영은 지양해야 한다.^{5,14,20} 그래서 다양한 연구들을 통하여 GCS 14-15점의 경증 두부손상에서 잘 알려진 가이드 라인인 PECARN rule⁷ 등을 통하여 두부 컴퓨터단층촬영 시행 여부를 고려할 것을 권고하고 있다. 기존 가이드 라인에도 포함되어 있는 수상 높이와 기전, 나이, 바닥 재질 등의 환경적인 요인들은 다른 연구들을 통해 그 중요성이 언급되어져 왔으나 환자의 체중에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 않았다. 본 연구 결과에 따르면 환자의 체중 역시 외상성뇌손상의 발생에 영향을 주는 요인으로, 이는 응급실 임상 진료 현장에서 두부 컴퓨터단층촬영 시행 여부의 결정에 있어서 외상성뇌손상에 영향을 주는 다른 요인들과 더불어 고려되어야 할 것이다.

본 연구는 다음의 제한점들을 가지고 있다. 첫째, 취학 전 아동의 대부분이 거주지나 인근 보육시설에서 시간을 보내기 때문에 손상의 경향도 거주지에 따라 영향을 받게 되는데, 본 연구에서는 아파트 및 고층 건물 형태가 많은 도시지역에 위치한 일개 지역응급의료센터에 내원한 환자들의 자료를 사용하였기 때문에 단독주택이나 저층 건물 형태가 많은 지역, 도시가 아닌 농촌 지역 등의 다양한 거주 형태에 따른 특징은 반영하기 어려웠다. 또한, 응급실에

내원하지 않고, 외래 또는 집에서 증상을 관찰하게 되는 경증 환자들이 제외되어 전체 집단의 특징을 반영할 수 없었다. 둘째, 본 연구에서 조사한 의무기록상 체중은 주로 보호자들의 진술로 기록된 것으로 정확한 체중을 측정할 수 없었다. 또한 본 연구에서는 연령과 성별에 따른 체중의 보정을 위하여 체중백분위수를 이용하여 체중의 등급을 정하였다. 그러나, 추락에 의한 두부손상 기전을 고려할 때 머리둘레 또는 신장 등의 추락 손상과 연관된 다양한 신체적 특성들이 중요한 요인으로 고려되어야 함에도 불구하고 후향적인 조사의 한계로 인하여 조사할 수 없었다. 셋째, 본 연구에서는 추락으로 인한 두부손상에서 체중백분위수 증가에 따른 외상성뇌손상의 발생의 위험도를 보고자 하였으며, 본 연구의 결과를 외상성뇌손상의 중증도에 대한 해석으로 생각해서는 안될 것이다. 외상성뇌손상의 중증도를 예측하기 위해서는, 나이, 성별, 신장, 체중, 머리둘레 등의 환자의 요인과 추락 높이, 추락 장소, 바닥 재질, 안전장구 착용 여부, 그리고 보호자의 감시 유무 등의 환경적인 요인들에 대한 다각적인 추가 연구가 필요하다. 그러므로, 향후에 이러한 점을 고려하여 전향적으로 설계된 연구를 진행된다면 추락과 연관된 두부손상에서 다양한 신체적, 환경적 요인이 외상성뇌손상의 빈도 및 중증도에 미치는 영향을 보다 더 심도 있게 파악할 수 있을 것으로 사료된다.

결론적으로 본 연구를 통해, 추락 후 두부손상을 입은 6세 미만의 학령전기 소아에서 1 m 이상의 높이에서 추락하는 경우, 부드러운 바닥으로 추락한 경우, 체중백분위수가 증가할수록 외상성뇌손상의 위험도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

ORCID

Min Suk Sung (<https://orcid.org/0000-0003-4847-5374>)

Ji Sook Lee (<https://orcid.org/0000-0002-0522-1350>)

Woochan Jeon (<https://orcid.org/0000-0003-2674-3593>)

Junseok Park (<https://orcid.org/0000-0003-2889-9241>)

Kyung Hwan Kim (<https://orcid.org/0000-0002-1915-3643>)

Dongwun Shin (<https://orcid.org/0000-0002-5959-4224>)

Hoon Kim (<https://orcid.org/0000-0001-6620-2447>)

Joon Min Park (<https://orcid.org/0000-0001-7258-8892>)

Hyunjong Kim (<https://orcid.org/0000-0001-6473-9646>)

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ACKNOWLEDGMENTS

This data is from the Emergency Department-based Injury In-depth Surveillance, Korea Centers for Disease Control and Prevention, which collected data on patients in the emergency rooms of Ilsan Paik hospital from 2012 to 2015.

REFERENCES

1. Lee K, Lee JS, Kim KH, et al. Characteristics and risk factors of fall-down injuries in preschool aged children. *J Korean Soc Emerg Med* 2017;28:354-61.
2. Chung SP, Chung SW, Chung HS, Hwang TS, Chang WJ, Lee HS. Factors affecting to injury severity of free-fall patients. *J Korean Soc Emerg Med* 1999;10:85-90.
3. Yang HJ, Park JB, Pyo CH, Park CW, Lee K. Pediatric head injury: the nature, clinical course, and outcome. *J Korean Soc Emerg Med* 1994;5:209-24.
4. Choe MS, Park JB. Clinical analysis of pediatric falls. *J Korean Soc Emerg Med* 2003;14:555-9.
5. Kim JO, Kim KH, Kim SE. Minor head trauma in children younger than 2 years of age. *J Korean Soc Emerg Med* 2004;15:588-93.
6. Schutzman SA, Greenes DS. Pediatric minor head trauma. *Ann Emerg Med* 2001;37:65-74.
7. Lorton F, Poullaouec C, Legallais E, et al. Validation of the PECARN clinical decision rule for children with minor head trauma: a French multicenter prospective study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016;24:98.
8. Bulut M, Koksal O, Korkmaz A, Turan M, Ozguc H. Childhood falls: characteristics, outcome, and comparison of the Injury Severity Score and New Injury Severity Score. *Emerg Med J* 2006;23:540-5.
9. Khambalia A, Joshi P, Brussoni M, Raina P, Morrongiello B, Macarthur C. Risk factors for unintentional injuries due to falls in children aged 0-6 years: a systematic review. *Inj Prev* 2006;12:378-81.
10. Emergency room injury patient sample in-depth investigation [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2014 [cited 2018 Aug 6]. Available from: <http://www.cdc.go.kr/CDC/mobile/CdcKrContentView.jsp?cid=26613&menuIds=HOME001-MNU1130-MNU1110-MNU1117-MNU1469>.
11. 2007 Korean children and adolescents growth standard (commentary for the development of 2007 growth charts) [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2008 [cited 2018 Jun 21]. Available from: <http://cdc.go.kr/CDC/notice/CdcKrInfo0201.jsp?menuIds=HOME001-MNU1154-MNU0005-MNU1889&cid=1235>.
12. Rana AR, Michalsky MP, Teich S, Groner JI, Caniano DA, Schuster DP. Childhood obesity: a risk factor for injuries observed at a level-1 trauma center. *J Pediatr Surg* 2009;44:1601-5.
13. Kim JH, Kwon JH, Lee JS, Ryu JM, Lim KS, Kim WY. Implications of increased weight status for the occurrence of fall-induced intracranial hemorrhage in children aged 4 years or younger. *Pediatr Emerg Care* 2017 Sep 25 [Epub]. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001279>.
14. Burrows P, Trefan L, Houston R, et al. Head injury from falls in children younger than 6 years of age. *Arch Dis Child* 2015;100:1032-7.
15. Ibrahim NG, Wood J, Margulies SS, Christian CW. Influence of age and fall type on head injuries in infants and toddlers. *Int J Dev Neurosci* 2012;30:201-6.
16. Pressley JC, Barlow B. Child and adolescent injury as a result of falls from buildings and structures. *Inj Prev* 2005;11:267-73.
17. Lim YS, Youm SL, Shin JH, et al. Clinical analysis of mild head trauma in children admitted to department of emergency medicine. *J Korean Soc Emerg Med* 1999;10:456-65.
18. Chong SL, Chew SY, Feng JX, et al. A prospective surveillance of paediatric head injuries in Singapore: a dual-centre study. *BMJ Open* 2016;6:e010618.
19. Myhre MC, Groggaard JB, Dyb GA, Sandvik L, Nordhov M. Traumatic head injury in infants and toddlers. *Acta Paediatr* 2007;96:1159-63.
20. Schutzman SA, Barnes P, Duhaime AC, et al. Evaluation and management of children younger than two years old with apparently minor head trauma: proposed guidelines. *Pediatrics* 2001;107:983-93.