

소아 낙상위험 측정도구 (Humpty Dumpty Falls Scale) 평가: 전자의무기록을 이용하여

조윤희¹⁾ · 김영주²⁾

¹⁾가톨릭대학교 의정부성모병원 수간호사, ²⁾가톨릭대학교 의정부성모병원 간호사

Evaluation of the Humpty Dumpty Falls Scale: An Analysis of Electronic Medical Records

Cho, Yun Hee¹⁾ · Kim, Young Ju²⁾

¹⁾Unit Manager, Department of Nursing, The Catholic University of Korea, Uijeongbu ST. Mary's Hospital

²⁾RN, Department of Nursing, The Catholic University of Korea, Uijeongbu ST. Mary's Hospital

Purpose: The aim of this study was to evaluate the efficiency of the Humpty Dumpty Falls Scale as one of the falls risk assessment tools, and also to evaluate risk factors as predictors of falls in pediatric patient populations. **Methods:** In a retrospective, case-control design with data from the electronic medical records of 13 pediatric patients who fell and 1,941 who did not fall before matching and 429 who did not fall after matching by gender, age, diagnosis, and length of stay. **Results:** All the variables showed no significant differences after matching. At the cutoff score of 13, sensitivity, specificity, negative and positive predictive values were 92.3%, 37.1%, 99.9%, and 0.01%, respectively. The area under the Receiver Operating Characteristics was 0.597. The results from the logistic regression showed that the pediatric inpatient population who had higher risk scores was significantly associated with falls. The odds ratios ranged from 1.31 to 4.71 with 90% confidence interval. **Conclusion:** The saturation impairments criterion as one of the diagnostic parameter was negatively associated with falls, but the relative risk score was higher than the other criteria. Therefore, it seems that the diagnostic parameter seems to be required to verify results through large sample studies.

Key words: Accidental Falls, Instrumentation, Child, Hospitalized, Sensitivity and Specificity

I. 서 론

1. 연구의 필요성

낙상은 입원 사유인 질병과 상관없이 입원 후 기관에서 발생한 위해 사건이므로 욕창, 카테터 관련 감염 등과 같은 병원 감염과 유사하게 인식되고 의료기관에게 과실과 배상 책임이 있다[1-3]. 그렇지만 낙상은 모든 생애주기에서 발생할 수 있다는 점을 생각할 때[4,5], 개별 기관이나 의료인이 아닌 국가

의료 질 차원에서 재고되어 환자 안전 및 국민 건강의 유지 증진을 도모할 수 있어야 한다. 이를 위해 국가에서 진행되는 의료기관 평가인증 지침서에는 낙상으로 인한 상해를 줄이기 위해 환자의 특성, 의료기관의 시설 및 환경 등을 고려한 낙상 예방 규정을 개발, 적용하도록 명시되어 있다[6]. 이 지침을 통한 효과적인 낙상 예방 활동을 위해 신뢰도와 타당도가 입증된 낙상위험 측정도구를 사용하되 평가 주기, 낙상 고위험 환자 분류 기준, 위험도 측정 결과에 따라 일련의 활동들이 상호 연관성 있게 수행되도록 권고했다[6]. 입원기간 동안 대상자에

주요어: 낙상, 도구, 입원 환자, 민감도, 특이도

Corresponding author: Kim, Young Ju

Department of Nursing, The Catholic University of Korea, Uijeongbu ST. Mary's Hospital, 271 Cheonbo-ro, Uijeongbu 11765, Korea.
Tel: 82-31-820-3701, Fax: 82-31-846-5274, E-mail: ped99@cmcu.or.kr

* 본 논문은 제1저자 조윤희의 2019년 석사학위논문을 수정한 논문임.

* 가톨릭대학교 의정부성모병원 간호학술세미나 (2018. 10. 12) 구연발표.

투고일: 2019년 4월 8일 / 심사외리일: 2019년 6월 5일 / 게재확정일: 2019년 6월 24일

게 낙상이 발생할 경우 신체에 가해진 충격으로 추가 검사가 필요해지고 수술, 재활치료로 이어지게 되면 재원일수가 증가하거나 추가 의료비용 부담이 야기된다[7-9]. 특히 소아는 전체 발달 단계에서 성인에 비해 성장, 발달이 미흡하므로 낙상이 발생할 수 있는 신체적, 인지적 취약함을 가지고 있으며 [10], 낮은 입원 환경으로 인해 불안이 더욱 가중되고 따라서 입원 치료를 받는 기간에 걸쳐 낙상 발생 가능성이 상존하므로 주의 깊은 관리가 필요하다. 그러나 소아 낙상위험 평가는 대부분의 경우 성인과 같은 도구를 사용해 이루어지거나, 7세 미만의 소아는 낙상 당연고위험군으로 분류되어 별도의 평가가 이루어지지 않았다[10]. 근래 들어, 소아 특성이 고려된 낙상위험 평가도구 필요성에 따라 성인 낙상위험 측정도구를 참고해 만든 CHAMPS도구[11], 덴버 어린이 병원에서 개발한 I'M SAFE [12], 미국 내 Magnet 인증을 거친 어린이 병원에서 사용하는 General Risk Assessment For Pediatric Inpatient Falls (GRAF-PIF) [13], 마이애미 어린이 병원에서 개발한 Humpty Dumpty Fall Scale (HDFS) [14], 국내 학술지에 발표된 도구[10] 등이 소개되어 기관 상황에 따라 도입되고 있다. 이 도구들에서 공통으로 채택한 소아 낙상위험 인자는 낙상 경험이며, 연령은 I'M SAFE, GRAF-PIF에서는 다루지 않았고 연령군을 2개로 나눈 다른 도구들에 비해 HDFS는 4개 군으로 세분화했다. 성별은 HDFS에서만 다루고 있다. 환경적 요소를 측정하는 도구는 I'M SAFE와 HDFS였고, CHAMPS를 제외한 모든 도구에서 경련/간질성 질환을 측정 요소로 포함하고 있다. CHAMPS는 유일하게 보호자의 협조 수준을 낙상위험 측정에 포함했고, 재원 일수가 포함된 도구로는 GRAF-PIF가 유일하다[10-16]. 연령, 성별 등과 같이 항상 객관적 측정이 가능하거나 질환 상태, 환경적 요소 등과 같이 상황에 따라 달라질 수 있는 특성으로 나누어 볼 수 있으나[10,15,17], 소아 낙상위험 인자에 대한 연구결과들은 소아 낙상과 위험 인자들 간 관계에서 크고 작은 차이를 보이며, 다수의 소아 낙상위험 측정도구를 비교한 연구는 특정 요인에 한정할 수 없는 수많은 혼란 변수가 존재한다고 했다[15,16].

소아 낙상위험 측정도구들을 평가한 연구에서 연령, 성별은 낙상으로 인한 손상 가능성과 관련된 주요한 위험인자이며 그 외에도 진단, 낙상 경험, 일상활동 수준, 과도하거나 감소한 신체 움직임, 재원일수, 병리 증상이 요소에 포함된다고 보고했다[15]. 연령과 진단은 Ryan-Wenger 등[16]의 연구에서도 언급됐으며, 이 위험 인자들은 HDFS의 7개 측정 요소에서 일부 포함하고 있다. 직접적으로 포함한 요소는 4가지로 연령, 성별, 진단과 낙상 경험을 포함한 환경적 요소이다. 그리고 인지장애, 수술/진정/마취에 대한 반응, 약물 사용을 평가하는

3가지 측정 요소는 일상활동 수준, 과도하거나 감소한 신체 움직임을 간접적으로 평가할 수 있다. HDFS에서 포함하지 않는 측정 요소로는 재원일수, 병리 증상과 같은 요소들이었다. HDFS는 다른 소아 낙상위험 측정도구에 비해 다양한 연령대의 구분, 성별, 환경적 요소 등 위험 인자로 추정되는 다양한 변수들을 측정 요소로 포함하고 있어 민감도가 높다. 따라서 측정 결과에 따른 고위험군을 대상으로 낙상 예방 활동을 계획할 수 있어 임상에 유용하지만, 고위험군으로 분류되는 대상자 비율이 높은 것으로 평가되었다[15,16]. 근래 임상에서는 소아를 낙상 당연고위험군으로 분류하지 않고 소아의 특성이 고려된 낙상위험 측정도구를 사용하여 안전한 입원 치료를 받을 수 있도록 노력하고 있다. 이에 본 연구는 실무에서 사용 중인 도구의 유용성 평가로부터 단계적인 낙상 예방 중재의 효율화에 기여하고자 한다.

최근 전자의무기록의 도입으로 입원 24시간 내에 시행된 첫 측정 기록부터 퇴원 전일까지 시행된 낙상위험 측정 점수와 대상자 관련 정보가 축적돼 있고, 이를 이용한 도구의 유용성 평가 및 수정·보완이 가능하다. 그러므로 본 연구는 전자의무기록 시스템을 이용하여 HDFS로 측정된 낙상위험 측정 점수 및 주요한 낙상위험 관련 변수들을 조사하였다.

2. 연구목적

본 연구는 입원치료를 받은 소아의 전자의무기록을 활용하여 HDFS의 유용성을 평가하는데 그 목적이 있으며, 구체적 목적은 다음과 같다.

- 1) 낙상과 비낙상 대상자의 특성을 파악하고, 차이를 보정한 후 두 군의 특성을 비교한다.
- 2) 낙상위험 측정도구의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 및 전반적인 예측력을 평가한다.
- 3) 각각의 측정 요소가 낙상 예측 점수에 기여하는 정도를 평가한다.
- 4) 낙상위험요인을 파악한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 일개 대학병원의 전자의무기록을 활용하여 HDFS의 소아 낙상위험 측정 기능의 임상적 유용성을 평가하기 위한 후향적 사례-대조군 연구(case-control study)이다.

2. 연구대상

연구대상자는 2017년 7월 1일부터 2018년 1월 31일까지 경기도 의정부시에 위치한 일개 대학병원 소아청소년과 병동에서 퇴원한 13세 이하의 대상자로서 HDFS로 낙상위험 측정을 하지 않는 신생아 중환자실, 신생아실 입원 대상자를 제외한 1,954명이었다. 이 중 낙상은 13건으로 0.7%의 발생률이었다. 이 수치는 통계적으로 도구 평가가 불가능한 수준이므로 참고 문헌에서 권장하는 국외 의료기관 낙상 발생률 보고를 참고로 하여 3~5% 수준으로 상향 조정하는 방법을 모색하였다[4]. 이를 위해, 연구대상이 일개 기관 대상자에 불과하여 대상자의 잠재적 특성이 낙상, 비낙상군을 비교한 결과에 영향을 미치는 점을 보정할 수 있는 Propensity score를 이용한 Matching으로 조정하였다. 이 분석방법은 무작위 배정이 용이하지 않은 후향적 연구에서 선택 편향을 감소시키는 것으로 보고되었다[18]. 국내, 외 선행연구[4,14]를 토대로 재원기간, 연령, 성별 및 진단의 차이에서 오는 잠재적 특성의 편향을 배제하기 위해 Propensity score matching 시 이들을 공변량으로 선정했다. 낙상 발생률을 3~5% 수준으로 상향 조정할 경우 낙상이 13건 이라면 비낙상은 260건에서 433건이 되며 이는 Matching 시 비율이 1:20~1:33에 해당한다. Propensity score matching의 효율성을 평가하기 위한 방법으로 Standardized differences의 모든 Value가 0.10 미만일 때 두 군의 공변량에 의한 차이는 무시할 수준으로 판단했고[18], 공변량 중 성별과 같은 범주형 변수는 가변수(dummy variable)로 변환하여 연속형 변수와 함께 분석했다. 진단은 입원 시 HDFS의 측정 요소 중 1점에서 4점 범위의 진단 점수를 활용했으며 신경과적 진단일 때 가장 높은 점수로 측정되고[14], Matching 후의 분석 대상은 낙상 13건, 비낙상 429건이 선택되었다.

3. 연구도구

1) HDFS 평가 기록

HDFS는 미국의 마이애미 어린이 병원에서 2009년 개발해 발표한 도구[14]로써 총점은 최하 7점부터 최고 23점까지로 측정되며, 12점을 기준으로 미만은 낙상 저위험군, 이상은 낙상 고위험군으로 분류된다. 이 도구를 이용해 모든 13세 이하의 입원 환자를 대상으로 입원 당일에 낙상위험을 측정하며 재 측정이 매일 이루어진다. 세부 항목은 연령, 성별, 진단, 인지장애, 환경적 요소, 수술/진정/마취에 대한 반응, 약물사용의 7가지 측정 요소로 나누어져 있다[14].

(1) 연령: 3세 미만 4점, 3~7세 미만 3점, 7~13세 미만 2점,

13세 이상 1점

(2) 성별: 남아 2점, 여아 1점

(3) 진단: 신경과적 진단 4점, 산소화 장애 진단(호흡기계 진단, 탈수, 빈혈, 식욕부진, 실신/어지러움증 등) 3점, 정신/행동 관련 진단 2점, 기타 진단 1점

(4) 인지장애: 자신의 기능수준에 제한이 있음을 인지하지 못함 3점, 자신의 기능수준에 제한이 있음을 잊어버림 2점, 자신의 기능수준에 대해 잘 알고 있음 1점

(5) 환경적 요소: 낙상 과거력 또는 침대에서만 생활하는 영유아(3세 미만) 4점, 대상자가 보조기구를 사용/요람에서 생활하는 3세 미만/가구 및 스탠딩 조명기구가 세 개 이상 있음 3점, 3세 이상 대상자로 침대에서만 생활함 2점, 자유롭게 다닐 수 있음 1점

(6) 수술/진정/마취에 대한 반응: 24시간 이내 3점, 48시간 이내 2점, 48시간 이상/해당 없음 1점

(7) 약물사용: 낙상 고위험 약물 2개 이상 투여 3점, 낙상 고위험 약물 1개 투여 2점, 낙상 고위험 약물을 제외한 다른 약물/약물사용 안 함 1점으로 구성되어 있다.

2) 간호정보조사지

연령은 Propensity score matching의 정확성을 위해 HDFS 측정 요소 점수인 3세 미만 4점에서 13세 이상 1점 대신 실수를 수집하여 분석에 활용했다. 또한 재원일수, 배변 양상, 의식 수준, 호흡기계 병리 증상을 선행연구에서 언급한 낙상위험 인자로서 수집하였으며, 입원 경로, 입원력, 통증, 입원기간 중 수액 치료가 이루어진 일 수를 추가로 수집했다.

4. 자료수집방법

본 연구는 임상연구심사위원회 연구 승인을 받은 후 시행했다. 분석 자료는 의무기록팀의 협조를 받아 전자의무기록 시스템에서 추출하였으며, 간호정보조사지와 투약기록 등을 통해 연령, 성별 등의 인구학적 정보와 진단명, 재원기간, 통증여부, 호흡기계 증상, 과거력, 낙상 도구 점수 등의 입원 정보를 수집했고 안전사고 통합보고기록을 통하여 낙상 발생군 목록을 파악하였다. 정보 추출과정에서 환자를 식별할 수 있는 정보는 포함하지 않았다.

5. 자료분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SAS software 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC)를 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 낙상군과 비낙상군 간 일반적 특성 및 HDFS 점수를 t-test, χ^2 test로 비교했다.
- 2) 주요한 차이를 공변량으로 보정한 짝짓기를 위해 Propensity score matching을 진행했다.
- 3) 공식에 따라 낙상위험 측정도구의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도, Receiver Operating Characteristics (ROC) 면적을 통해 도구의 전반적 예측도를 평가했다.
- 4) 각각의 HDFS 측정 요소가 낙상위험 점수에 상대적으로 기여하는 정도를 Multiple linear regression with enter method로 평가했다.
- 5) 낙상의 주요한 위험 요인을 평가하기 위해 Logistic regression with Enter method로 분석했다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 경기도 의정부시 소재 대학병원의 임상연구심사위원회 연구승인(승인번호: UC18RESI0011)을 받은 후 시행하였다. 연구자는 연구 기간 동안 연구대상자와 직접적인 접촉을 하지 않았고, 정보 추출과정에서 환자를 식별할 수 있는 개인 정보는 포함하지 않았다.

III. 연구결과

1. 대상자 특성 비교

전체 대상자 중 비낙상은 Matching 전 1,941건, 1:33 Matching 후 429명이었고 낙상은 13명이었다. Matching 전, 비낙상에 비해 낙상 대상자의 연령이 낮았다($p=.004$). 즉 비낙상군의 연령은 평균 50개월(49.5 ± 42.6)에 비해 낙상군은 그보다 약 17개월이 낮은 평균 33개월(32.9 ± 17.1)이었다. 유의한 차이를 보이지 않은 특성으로는 두 군 모두 남아가 많았고(낙상군 53.8%, 비낙상군 55.8%), 재원 일수는 낙상군은 4.23 ± 1.54 일, 비낙상군 4.05 ± 2.54 일이었다. 위장관계 증상은 낙상군에서 15.4%, 비낙상군에서 23.2%였고, 의식상태가 명료하지 않거나 통증이 있는 경우는 비낙상군에만 각각 0.6%, 1.8%의 대상자가 해당돼 두 군 간 유의한 차이가 없었다. 호흡기계 증상은 낙상군에서 61.5%를 보여 비낙상군의 47.0%에 비해 많았으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=.405$). 응급실을 경유한 입원이 낙상군 69.2%, 비낙상군 65.5%로서 유의한 차이를 보이지 않았고($p > .999$), 입원 경험(낙상군 53.8%, 비낙상군 53.3%), 수액 치료를 받은 일수(낙상군 4.92 ± 1.19 , 비낙상군 4.66 ± 1.58)도 두 군이 차이가 없었다($p=.543$).

HDFS 측정 요소 비교에서는 입원과 퇴원 시 진단명에 따른 낙상위험 점수를 제외한 모든 요소 즉, 인지 장애, 환경 요인, 수술/진정/마취, 약물 사용에서 낙상군의 위험 점수가 더 높았으며, 퇴원 시 약물 사용에 대한 점수는 1.08점으로 동일했다(낙상군 SD (standard deviation)=0.28, 비낙상군 SD=0.30). 이 중 유의한 차이를 보인 요소는 입원과 퇴원 시 인지장애 수준($p=.021$)과 퇴원 시 환경 요인 점수인 것으로 나타났다($p=.025$). 또한 모든 낙상이 재원 7일 이전에 발생했으므로 일자별로 비교했을 때 재원 1일($p=.042$), 6일($p=.011$)의 HDFS의 점수가 더 높았다. 그러나 연령, 성별, 진단, 재원 기간에 따른 차이를 보정했을 때 기존의 모든 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다(Table 1).

2. 낙상위험 측정도구 예측력 평가

낙상위험 측정도구의 예측 결과와 실제 낙상 발생과의 관계는 입원 당시 점수를 기준으로 평가했다. 본 연구에서 낙상이 발생한 가장 낮은 점수는 10점이었으므로 이때 민감도는 100.0%였고, 이 점수에서 시작하여 도구에서 정한 12점을 포함한 17점까지 고위험군을 나누는 기준으로 결과를 살펴보았다. 도구의 민감도는 11점에서 13점까지 92.3%였으며 14점 이상은 급격한 하락을 보였다. 이들 점수 중 특이도는 13점을 기준으로 했을 때 37.1%, 12점은 33.5%였다. 실제 낙상 발생을 가장 잘 예측한 경우는 13점을 기준으로 했을 때(OR 7.09, 90% CI 1.28~39.36)였으며, 12점은 다음으로 우수한 결과(OR 6.04, 90% CI 1.09~33.53)로 나타났다(Table 2). 도구의 전반적 예측도를 보여주는 ROC 면적은 Figure 1에서 보는 바와 같이 59.7%였다.

3. 도구의 측정 요소와 낙상 예측 점수 관계

다중회귀분석 가정의 검정 결과는 Durbin-Watson 지수가 각각 1.71, 2.00으로 잔차의 자기상관이 없는 것으로 볼 수 있다. 다중공선성 확인을 위한 모형의 분산팽창요인(Variance Inflation Factor, VIF) 값을 확인한 결과 모두 10 이하, 공차한계(tolerance)는 0.1 이상이었으므로 다중공선성의 문제가 없었다. 도구의 측정 요소가 낙상위험 점수에 기여하는 정도는 배점이 4점으로 동일한 세 요소가 환경($\beta=.40, p < .001$), 진단($\beta=.32, p < .001$), 연령($\beta=.23, p < .001$) 순으로 나타났으며 퇴원 전일에도 이 순서는 동일했다. 입원 당시에 비해 치료가 적용되므로 수술/진정/마취 요소의 영향력이 상대적 상승($\beta=.13, p < .001$)을 보였다(Table 3).

Table 1. Comparison of Humpty Dumpty Falls Scale, Parameter Score and Patient Characteristics (N=1,954)

Characteristics	Categories	Before matching				After matching			
		Faller (n=13)	Non-faller (n=1,941)	χ^2 or t	p	Faller (n=13)	Non-faller (n=429)	χ^2 or t	p
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD			n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Age (month)		32.9±17.1	49.5±42.3	3.45	.004	31.1±21.3	32.9±17.1	-0.25	.800
Gender	M	7 (53.8)	1,084 (55.8)	0.02	.885	7 (53.8)	199 (46.4)	0.00	> .999
	F	6 (46.2)	857 (44.2)			6 (46.2)	230 (53.6)		
Diagnosis † (HDFS parameter score)		1.77±1.24	1.84±1.12	0.22	.827	1.77±1.24	1.77±1.14	0.01	.994
Length of stay (days)		4.23±1.54	4.05±2.54	-0.25	.800	4.23±1.54	4.22±2.01	-0.01	.990
Gastrointestinal symptoms	Yes	2 (15.4)	453 (23.2)	-	.744*	2 (15.4)	89 (20.7)	-	> .999*
	No	11 (84.6)	1,497 (76.8)			11 (84.6)	340 (79.3)		
Consciousness status	Alert	13 (100.0)	1,930 (99.4)	-	> .999*	13 (100.0)	429 (100.0)	-	-
	Not-alert	0 (0.0)	11 (0.6)			0 (0.0)	0 (0.0)		
Respiratory symptoms	Yes	8 (61.5)	912 (47.0)	1.09	.405	8 (61.5)	216 (50.3)	0.63	.427
	No	5 (38.5)	1,029 (53.0)			5 (38.5)	213 (49.7)		
Route of admission	Emergency room	9 (69.2)	1,271 (65.5)	-	> .999*	9 (69.2)	275 (64.1)	-	.779*
	Outpatient department	4 (30.8)	670 (34.5)			4 (30.8)	154 (35.9)		
History of hospitalization experience	Yes	6 (46.2)	910 (46.7)	0.00	> .999	6 (46.2)	198 (46.2)	0.00	> .999
	No	7 (53.8)	1,040 (53.3)			7 (53.8)	231 (53.8)		
Pain	Yes	0 (0.0)	35 (1.8)	-	> .999*	0 (0.0)	4 (0.9)	-	> .999*
	No	13 (100.0)	1,906 (98.2)			13 (100.0)	425 (99.1)		
Days treated with infusate		4.92±1.19	4.66±1.58	-0.61	.543	4.92±1.19	4.76±1.44	-0.39	.694
HDFA parameter score (except age, gender)	Cognitive impairments †	2.69±0.63	2.22±0.94	-2.68	.020	2.69±0.63	2.55±0.79	-0.65	.515
	Environmental factors †	3.31±1.32	2.74±1.44	-1.56	.144	3.31±1.32	3.24±1.26	-0.20	.838
	Surgery/sedation/anesthesia †	1.15±0.55	1.06±0.35	-0.94	.346	1.15±0.55	1.10±0.43	-0.46	.649
	Medication usage †	1.08±0.28	1.04±0.24	-0.50	.620	1.08±0.28	1.07±0.31	-0.11	.915
	Diagnosis †	1.77±1.24	1.84±1.11	0.23	.820	1.77±1.24	1.86±1.14	0.27	.790
	Cognitive impairments †	2.69±0.63	2.23±0.94	-2.63	.021	2.69±0.63	2.55±0.79	-0.64	.523
	Environmental factors †	3.54±1.13	2.74±1.45	-2.54	.025	3.54±1.13	3.25±1.25	-0.81	.419
	Surgery/sedation/anesthesia †	1.15±0.55	1.14±0.47	-0.12	.905	1.15±0.55	1.20±0.54	0.31	.758
Medication usage †	1.08±0.28	1.08±0.30	-0.01	.989	1.08±0.28	1.09±0.33	0.15	.878	
HDFS score	1st day	15.54±2.63 (n=13)	13.89±3.52 (n=1,941)	-2.27	.042	15.54±2.63 (n=13)	15.02±2.52 (n=429)	-0.72	.469
	2nd day	15.23±2.35 (n=13)	13.96±3.58 (n=1,839)	-1.92	.078	15.23±2.35 (n=13)	15.14±2.65 (n=422)	-0.13	.898
	3rd day	15.08±2.29 (n=13)	13.96±3.55 (n=1,558)	-1.74	.106	15.08±2.29 (n=13)	15.12±2.57 (n=398)	0.06	.949
	4th day	14.88±2.03 (n=8)	13.88±3.56 (n=1,095)	-1.37	.211	14.88±2.03 (n=8)	14.90±2.59 (n=262)	0.03	.974
	5th day	15.00±1.22 (n=5)	14.11±3.57 (n=700)	-1.57	.183	15.00±1.22 (n=5)	15.54±1.98 (n=152)	0.60	.547
	6th day	15.50±0.58 (n=4)	14.24±3.54 (n=439)	-3.78	.011	15.50±0.58 (n=4)	15.60±1.78 (n=105)	0.11	.911
	7th day	17.00±1.41 (n=2)	14.14±3.48 (n=229)	-2.79	.199	17.00±1.41 (n=2)	15.32±1.94 (n=66)	-1.21	.229

*Fisher's exact test; † At admission; ‡ At discharge; HDFS=humpty dumpty falls scale.

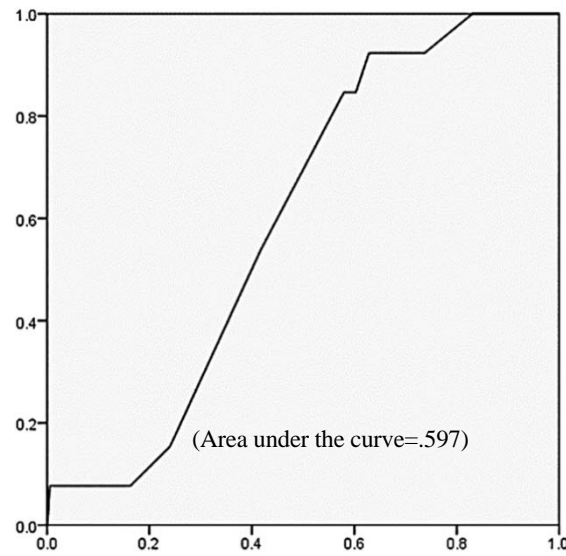


Figure 1. Receiver Operating Characteristics (ROC) curve plotting sensitivity versus 1-specificity for each possible score of Humpty Dumpty Falls Scale (HDFS).

Table 2. Sensitivity, Specificity, PPV, NPV, OR, 90% CI (N=1,954)

Cutoff score	Sensitivity	Specificity	NPV	PPV	OR	90% CI
10	1.000	0.169	1.000	0.038	-	-
11	0.923	0.263	0.998	0.008	4.29	0.77~23.81
12	0.923	0.335	0.998	0.009	6.04	1.09~33.53
13	0.923	0.371	0.999	0.010	7.09	1.28~39.36
14	0.846	0.397	0.997	0.009	3.62	1.02~12.86
15	0.846	0.420	0.998	0.010	3.99	1.12~14.16
16	0.538	0.583	0.995	0.009	1.63	0.65~4.08
17	0.154	0.760	0.993	0.004	0.58	0.16~2.04

PPV=positive predictive value; NPV=negative predictive value; OR=odds ratio; 90% CI=90% confidence interval.

Table 3. Comparison of Humpty Dumpty Falls Scale Parameters Contributing to Falls Risk Predictive Score (N=1,954)

Variables	Day of admission			Day before discharge		
	β	SE	<i>p</i>	β	SE	<i>p</i>
Age	.23	.00	<.001	.22	.01	<.001
Gender	.14	.00	<.001	.14	.01	<.001
Diagnosis	.32	.00	<.001	.31	.01	<.001
Cognitive impairments	.27	.00	<.001	.26	.01	<.001
Environmental factors	.40	.00	<.001	.40	.01	<.001
Surgery/sedation/anesthesia	.10	.00	<.001	.13	.02	<.001
Medication usage	.07	.01	<.001	.08	.02	<.001
	F=77,624.87, <i>p</i> <.001			F=705,794.38, <i>p</i> <.001		

Table 4. Risk Factors for Falls

(N=1,954)

Variables	B	Degree of freedom	p	OR	90% CI
HDFS score (1st day)	0.91	1	.019	2.49	1.31~4.71
Age	-0.50	1	.730	0.60	0.05~6.71
Gender (Ref.=Female)	-1.03	1	.121	0.36	0.12~1.07
Diagnosis (Ref.=Other diagnosis)		3	.119		
Psychological/Behavioral disease	-17.10	1	.999	0.00	-
Saturation impairments	-2.64	1	.016	0.07	0.01~0.43
Neurological disease	-2.88	1	.091	0.06	0.00~0.93
Cognitive impairments (Ref.=Fair cognition)		2	.409		
Forget about limits	1.41	1	.207	4.09	0.50~33.42
No cognition about limits	0.00	1	.998	1.00	0.05~19.57
Environmental Factors (Ref.=No problems getting around)		3	.471		
> 3 years living in bed only	-17.00	1	.998	0.00	-
Using gait, < 3 years living in a cradle etc.	-18.64	1	.997	0.00	-
Infants with a history of falling or bed only	-3.01	1	.112	0.05	0.00~1.11
Surgery/Sedation/ Anesthesia (Ref.=Not applicable)		2	.837		
Within 48 hours	-17.93	1	> .999	0.00	-
Within 24 hours	-1.03	1	.551	0.36	0.02~6.13
Medication usage (Ref.=No high risk drug on falls, no medication)		2	.975		
Single high risk drug for falls	-0.38	1	.821	0.69	0.04~10.61
High risk drugs for falls >1 type	-18.24	1	.998	0.00	-

-2Log Likelihood=14.19, df=15, p=.511, Hosmer and Lemeshow test: $\chi^2=6.40$, p=.602, Nagelkerke $R^2=.09$ Correct classification (%)=99.3%

Ref.=reference.

4. 낙상위험 요인

Hosmer Lemeshow 검정 결과를 통해 모형 적합도를 확인하고($\chi^2=6.40$, p=.602) 그에 따른 결과를 해석하였다. 즉, 입원 당일 측정된 낙상위험 점수가 높을수록 낙상 발생률이 2배 이상 증가했다(OR=2.49, p=.019). 도구의 측정 요소 중 기타 진단을 기준으로 산소화 장애를 나타내는 진단, 즉 호흡기계 진단, 탈수, 빈혈, 식욕부진, 실신/어지러움증 등의 질환이 있을 때는 낙상이 감소하는 경향(OR=0.07, p=.016)을 보였다 (Table 4).

IV. 논 의

본 연구는 소아 낙상위험 측정도구 HDFS의 유용성을 평가하고자 일개 기관 의무기록 분석을 통해 이루어진 사례-대조군 연구(case-control study)이다.

2017년 6월 이전의 낙상발생군은 낙상 당연고위험군으로 분류되어 낙상위험 측정이 이루어지지 않아 본 연구에서는 HDFS이 적용된 이후 소아를 연구대상자로 하였으므로 낙상군이 14명에 지나지 않으며, 일개 기관 대상자로부터 도출된

결과로서 연구결과의 확대 해석에 제한이 있다.

전체 대상자 1,954명 중 낙상은 13(0.7%)건이었고, 비낙상에 비해 낙상군은 대상자 일반적 특성 중 연령이 유의하게 낮았다. 또한 낙상군은 도구 측정 요소에 따른 HDFS 비교에서 입원과 퇴원 시 인지장애 수준, 퇴원 시의 환경적 요소의 위험 점수가 높았다. 재원일별 비교에서는 1일과 6일의 낙상군 점수가 높았다. 도구 평가를 위해 연령, 성별, 진단명 점수, 재원기간을 공변량으로 1:33 Propensity score matching을 통해 낙상률을 상향 조정했다. 이 때 비낙상은 429건이고 두 군의 특성 및 도구의 측정 요소 비교에서 유의한 차이가 없었다. 이는 HDFS의 측정 요소 중 성별, 진단, 수술/진정/마취, 약물 측정 요소에 비해 인지장애, 환경적 요소 측정 시에는 연령을 감안한 평가가 이루어지기 때문으로 볼 수 있다. 구체적 측정 문항을 보면 인지장애는 자신의 기능 수준에 대한 인지 정도를 평가하는 것으로서 정상 소아의 경우에도 어릴수록 인지 기능의 발달이 미숙하게 평가되므로 연령의 영향을 크게 받으며, 환경적 요소는 문항 자체에 3세 이상과 미만으로 연령을 명시하고 있다[14]. 이는 선행연구와 소아 낙상위험 측정도구들이 대상자를 연령에 따라 분류하고 소아 낙상위험을 측정할 때 빠질 수 없는 핵심 요인으로서 평가하고 있으며[10,15-17], 연

령에서 오는 차이를 배제하고 낙상위험 예측 요인을 파악하기 위해 시도된 선행연구에서 13개월 미만의 소아 입원 환자의 경우, 낙상에 영향을 미치는 유의한 요인을 제시하지 못한 결과와 유사하다[17]. 또한 최근까지 국내 대다수의 병원에서, 특정 연령 이하는 입원 소아 대상자에 대한 낙상 평가 없이 당면 고위험군으로 분류하였던 배경에는 관련 측정 요소들로부터 도출된 점수의 민감도, 타당도가 환경에 따라 다양하게 보고 되어[10,17], 일관적이라고 볼 수 없으므로 가장 포괄적이며 중대한 영향 요인인 연령만을 기준으로 해온 것으로 판단할 수 있다. 국내, 외의 소아 낙상위험 측정도구들의 점수 도출 시스템을 비교했을 때 HDFS는 연령을 상대적으로 세분화한 시스템을 갖추고 있으며 그에 따라 비교적 많은 연령인 12세의 대상자까지도 연령 측정 요소에서 중등도의 낙상위험군으로 분류하여 평가하고 있는 것을 알 수 있다[10,14,15].

낙상위험 측정도구의 전반적 예측도를 보여주는 ROC 분석에서는 59.7%의 전반적 예측도를 보였다. 진단 연구에서는 70.0% 이상이면 도구가 판별력이 있다고 보며 50.0% 이하이면 판별력이 없는 것으로 평가하는 것이 일반적이나, 낙상 도구의 경우 예측하기 어려운 특성으로 인해 HDFS의 발표 당시인 59.3%를 비롯 60.0% 전후의 보고를 다수 확인할 수 있다[4,14,15]. 도구의 민감도는 낙상위험군을 분류해 적절한 예방 중재가 시행되게 하는 기본적 수치이므로 중요하며, 12점 기준의 분석에서 92.3%, 특이도는 비낙상군이 적절히 분류되는 수치로서 33.5%였다. 이 수치는 이전에 시행된 HDFS 점수와 해외의 다른 낙상위험 측정도구를 평가했던 점수에 비해 상대적으로 높은 반면[16], 국내의 연구에서 보고한 소아 낙상위험 측정도구와는 유사했다[10]. 본 연구에서 13점을 기준으로 했을 때 특이도가 근소한 상승을 보였으나 낙상은 위험군에 대한 예방활동의 중요성이 더욱 크므로, 점수를 상향 조정했을 때 관리가 소홀해지는 대상자가 발생할 우려가 있어 신중을 기해야 한다[4].

도구의 측정 요소 중 환경적 요소는 낙상위험 점수에 가장 큰 영향을 주었으며, 이 요소의 문항 특성을 살펴보면 연령을 고려해 측정이 이루어진다. 따라서 연령은 측정요소 중 단독으로서 영향을 줄 뿐만 아니라 성장, 발달상의 취약함과 관련되어 소아 낙상위험 점수에 기여하는 비중이 매우 큰 것으로 판단된다. 즉 소아의 낙상 경향은 비정상적 상태가 아니라 연령과 발달 단계에 따른 일반적 특성이며 평가를 통한 체계적 관리가 필요하다[19].

입원 첫날 측정된 높은 소아 낙상위험 점수는 높은 낙상률과 관련된 것으로 나타났다. 기타 진단에 비해 높은 위험 점수로 배점이 되는 산소화 장애 진단이 낮은 낙상률을 보이는 이

유로는 호흡기계 진단, 탈수, 빈혈, 식욕부진, 실신/어지러움 증 등의 질환이 허약감을 동반하고 따라서 활동이 감소하는 상태와 관련해 유추할 수 있다[17]. 이는 질환의 경중에 따라 달라질 수 있으므로 질환의 일반적 영향을 평가하기 위해서는 대상자를 확대한 연구를 통해 판단할 필요성이 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 소아 낙상위험 측정도구인 HDFS의 임상적 유용성을 평가하기 위한 후향적 사례-대조군 연구이다.

본 연구 결과 비낙상에 비해 낙상은 연령이 낮고, 입원 당시와 퇴원 시의 인지장애 점수와 퇴원 시 환경적 요소 점수가 높아 유의하게 취약한 특성을 보였다. 그러나 연령, 성별, 진단, 재원기간에 따른 차이를 보정했을 때 기존의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났으며 이는 연령이 낙상에 미치는 영향을 배제했기 때문으로 보인다. 입원 당일의 낙상위험 측정 점수와 낙상 발생과의 관계를 분석한 결과 민감도와 특이도는 다른 낙상 평가 도구들에 비해 상대적으로 높은 수준이었고, 양성예측도, 음성예측도 및 ROC 분석을 통한 도구의 전반적 예측도는 도구 발표 당시와 유사한 수준이었다. 도구의 측정 요소가 낙상위험 점수에 기여하는 정도는 환경, 진단, 연령 순이었으며 환경 요소는 연령에 의해 크게 영향 받는 것으로 판단된다. 입원 당일에 측정된 낙상위험 점수가 높을수록 낙상 발생률이 증가했다.

본 연구를 통해, 진단 요소 중 산소화 장애에 해당하는 질환은 기타 질환에 비해 낙상 발생률이 낮게 나타났으나, 상대적으로 낙상위험 점수 배점은 높다. 따라서 전반적 낙상위험 점수에 대한 혼란 요소가 될 수 있으므로 대상자를 확대한 연구를 통해 진단 요소에 대한 검증이 이루어지도록 제언한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

참고문헌

1. Choi EJ, Lee YS, Yang EJ, Kim JH, Kim YH, Park HA. Characteristics and risk factors for falls in tertiary hospital inpatients. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2017;47(3):420-430. <https://doi.org/10.4040/jkan.2017.47.3.420>
2. Sim B. Fall incidence rate and associated factors in hospitalized children [master's thesis]. Seoul: Korea University; 2012. p. 1-62.
3. Carpenter CR, Shelton E, Fowler S, Suffoletto B, Platts-Mills TF, Rothman RE, et al. Risk factors and screening instruments to

- predict adverse outcomes for undifferentiated older emergency department patients: A systematic review and meta-analysis. *Academic Emergency Medicine*. 2015;22(1):1-21. <https://doi.org/10.1111/acem.12569>
4. Park IS, Cho IS, Kim EM, Kim MK. Evaluation of a fall risk assessment tool to establish continuous quality improvement process for inpatients' falls. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*. 2011;17(4):484-492. <https://doi.org/10.1111/jkana.2011.17.4.484>
 5. Stewart Williams J, Kowal P, Hestekin H, O'Driscoll T, Peltzer K, Yawson A, et al. Prevalence, risk factors and disability associated with fall-related injury in older adults in low-and middle-income countries: Results from the WHO Study on global AGEing and adult health (SAGE). *BMC Medicine*. 2015; 13:147. <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0390-8>
 6. Ministry of Health and Welfare; Korea Institute for Healthcare Accreditation. Survey standards for healthcare organization, accreditation for large hospitals with 300 beds or more. Seoul: Korea Institute for Healthcare Accreditation; 2011.
 7. Choi EH, Ko MS, Yoo CS, Kim MK. Characteristics of fall events and fall risk factors among inpatients in general hospitals in Korea. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2017;23(3):350-360. <https://doi.org/10.22650/JKCNr.2017.23.3.350>
 8. Hubbard S, Cooper N, Kendrick D, Young B, Wynn PM, He Z, et al. Network meta-analysis to evaluate the effectiveness of interventions to prevent falls in children under age 5 years. *Injury Prevention*. 2014;21(2):98-108. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2013-041135>
 9. Greenfield D, Pawsey M, Hinchcliff R, Moldovan M, Braithwaite J. The standard of healthcare accreditation standards: A review of empirical research underpinning their development and impact. *BMC Health Services Research*. 2012;12:329. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-12-329>
 10. Shin HJ, Kim YN, Kim JH, Son IS, Bang KS. A pediatric fall-risk assessment tool for hospitalized children. *Child Health Nursing Research*. 2014;20(3):215-224. <https://doi.org/10.4094/chnr.2014.20.3.215>
 11. Razmus I, Wilson D, Smith R, Newman E. Falls in hospitalized children. *Pediatric Nursing*. 2006;32(6):568-572.
 12. Rannie M, Neiman J. I'M SAFE: Development of a fall prevention program to enhance quality and patient safety. Denver, Co: The Children's Hospital; 2008.
 13. Graf E. Identifying predictor variables associated with pediatric in-patient fall risk assessments. Paper presented at: Proceedings of 5th National Conference Evidence-Based Fall Prevention; 2004 March 29-April 2; Clearwater, FL.
 14. Hill-Rodriguez D, Messmer PR, Williams PD, Zeller RA, Williams AR, Wood M, et al. The humpty dumpty falls scale: A case-control study. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*. 2009;14(1):22-32. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6155.2008.00166.x>
 15. Harvey K, Kramlich D, Chapman J, Parker J, Blades E. Exploring and evaluating five paediatric falls assessment instruments and injury risk indicators: An ambispective study in a tertiary care setting. *Journal of Nursing Management*. 2010; 18(5):531-541. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2010.01095.x>
 16. Ryan-Wenger NA, Kimchi-Woods J, Erbaugh MA, LaFollette L, Lathrop J. Challenges and conundrums in the validation of pediatric fall risk assessment tools. *Pediatric Nursing*. 2012;38 (3):159-167.
 17. Cho MS, Song MR, Cha SK. Risk factors for pediatric inpatient falls. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2013;43(5):595-604. <https://doi.org/10.4040/jkan.2013.43.5.595>
 18. Lee DK. An introduction to propensity score matching methods. *Anesthesia and Pain Medicine*. 2016;11(2):130-148. <https://doi.org/10.17085/apm.2016.11.2.130>
 19. Murray E, Vess J, Edlund BJ. Implementing a pediatric fall prevention policy and program. *Pediatric Nursing*. 2016;42 (5):256-259.