Journal of Korean Clinical Nursing Research
Vol.26 No.2, 265-273, August 2020

ISSN (Print) 1598-9186 | ISSN (Online) 2287-3694
https://doi.org/10.22650/JKCNR.2020.26.2.265

한국형 낙상 위험 사정도구의 타당성 평가연구

최은희[1)] · 고미숙[1)] · 이신애[2)] · 박정하[3)]

[1)]한국성서대학교 간호학과 부교수, [2)]서울성모병원 간호팀장, [3)]한양대학교병원 간호팀장

Validation of Adult Fall Assessment Scale Korean Version for Adult Patients in General Hospitals in Korea

Choi, Eun Hee[1)] · Ko, Mi Suk[1)] · Lee, Shin Ae[2)] · Park, Jung Ha[3)]

[1)]Associate Professor, Department of Nursing, Korean Bible University
[2)]Team Leader, Department of Nursing, Seoul ST. Mary's Hospital
[3)]Chief Manager, Department of Nursing, Hanyang University Medical Center

Purpose: The purpose of this study was to test the predictive validity of the Fall Assessment Scale-Korean version (FAS-K) and to find the most appropriate cutoff score to screen high-risk fall groups in adult patients in general hospitals in Korea. **Methods:** We performed a prospective evaluation study in medical and surgical ward patients at two major general hospitals in Seoul. Data were collected from Nov. 1, 2018 to Feb. 28, 2019, nurses performed 651 observation series. The researcher measured the fall risk assessment score by applying FAS-K, MFS (Morse Fall Scale), and JHFRAT (Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment tool) to the patients twice a week between 10 am and 12 noon. Data were analyzed using Pearson's corelation coefficients, and the sensitivity, specificity, predictive value, and the area under the curve (AUC) of the three tools. **Results:** The FAS-K was positively correlated with the MFS (r=.70, $p<.001$) and the JHFRAT (r=.82, $p<.001$). According to the receiver operating characteristics (ROC) curve analysis of the FAS-K, sensitivity, specificity, and positive and negative prediction values were 85.3%, 49.4%, 8.5%, and 98.4%, respectively, when the FAS-K score was 4. Therefore, the cut-off score of the FAS-K to identify groups with high fall risk was 4. **Conclusion:** The FAS-K is a valid tool for measuring fall risk in adult inpatients. In addition, the FAS-K score, 4, can be used to identify high-risk fall groups and know specific points in time to provide active interventions to prevent falls.

Key words: Falls, Risk Assessment, Validation, Inpatients

I. 서 론

1. 연구의 필요성

환자안전 보고학습시스템(Korea Patient Safety Reporting & Learning System, KOPS)에 의하면 2018년 국내 의료기관에서 발생한 환자안전사고 중 낙상은 전체 보고 건수의 45.7%로 가장 많은 비중을 차지하며, 낙상 환자의 29.8%가 일시적인 손상에서부터 사망에 이르는 손상을 경험하고 있다[1]. 병원 내 낙상은 손상여부와 관계없이 재원 기간의 연장, 의료 비용의 증가, 병원의 자원과 재정적 부담과 같은 부정적인 결과를 초래한다[2,3]. 환자안전에 대한 사회적 인식과 관심이 증가하는 최근의 의료환경 속에서 낙상은 의료[4]와 간호의 질 지표[5]로 중요성이 더욱 부각되고 있다. 각 의료기관은 낙상 관리 시스템을 구축하고 근거기반의 예방활동을 수행하여[4] 입원 환자 낙상에 대한 실질적 개선이라는 사회적 요구[3]에

주요어: 낙상, 위험 사정, 타당도, 입원환자

Corresponding author: Ko, Mi Suk
Department of Nursing, Korean Bible University, 32 Dongil-ro, 214-gil, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea.
Tel: 82-2-950-5552, Fax: 82-70-4275-0163, E-mail: marunbee@hanmail.net

* 본 연구는 2019년 병원간호사회에서 연구비를 지원받아 진행한 연구임.
* 병원간호사회 연구결과발표회(2020. 6. 26) 구연발표(요약본 수록).
투고일: 2020년 5월 31일 / 심사의뢰일: 2020년 6월 4일 / 게재확정일: 2020년 6월 23일

응하여야 한다. 급성기 병원에서 낙상 예방은 다양한 환자 유형과 관리해야 할 많은 위험요인으로 인해 복잡하고 까다로운 문제이지만 병원 내 낙상의 78.0%가 예측 가능한 생리적 낙상이라는 연구결과[6]로 병원 내 낙상이 의료진의 낙상 위험 대상자의 파악을 통한 예측과 낙상 예방 활동을 통해 충분히 예방이 가능함을 알 수 있다[7]. 특히 간호사는 낙상 위험요인을 제거하고 최소화하기 위한 보호 및 예방적 중재를 제공하여 발생 가능한 낙상을 예방하여야 하며, 만약 낙상이 발생한 경우 손상과 2차 낙상으로부터 환자를 보호해야 하는 책임을 갖는다[6].

낙상 예방 프로그램은 입원 환자를 대상으로 특별히 고안된 선별도구를 사용하여 환자의 낙상 위험을 평가하는 것으로 시작되고[2] 대부분의 병원에서 낙상과 관련된 위험요인을 사정하고 관리하기 위하여 낙상 위험 평가도구를 사용하고 있다[8]. 낙상 위험 사정도구의 목적은 낙상 위험 환자를 선별하여 보다 효과적으로 예방적 중재를 하는 것[9]으로 즉, 고위험 환자에게는 낙상 예방 중재를 정확하게 제공하고, 저위험 환자에게는 자원의 배분을 최소화하는데 있으므로[10] 빠르고 쉽게 적용할 수 있고 신뢰도와 타당도가 높은 도구를 사용하는 것이 매우 중요하다[9,11]. 타당도는 낙상 위험 사정도구의 임상적 유용성을 판단하는 지표[9]로 선별도구의 경우 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도로 확인할 수 있다. 민감도(sensitivity)는 실제 낙상이 발생한 환자 중에서 도구에 의해 낙상 위험군으로 예측된 환자의 비율이고, 특이도(specificity)는 낙상이 발생하지 않은 환자 중에서 낙상 발생 비위험군으로 예측된 환자의 비율을 의미한다[12]. 양성예측도(positive predictive value)는 도구의 점수에 의해 낙상이 발생할 것으로 예측된 환자 중에서 실제로 낙상이 발생한 환자의 비율이고, 음성예측도(negative predictive value)는 도구의 점수에 의해 낙상이 발생하지 않을 것으로 예측되었던 환자 중에 실제로 낙상이 발생하지 않은 환자의 비율이다[12]. 이 4개 지표는 모두 높은 값을 가질수록 좋으나 현실적으로 민감도를 높이면 특이도가 줄어들게 되는 특성이 있다[9]. 낙상과 같이 바람직하지 않은 사건이며 발생빈도가 낮은 경우 낙상이 발생할 것으로 예상되는 환자를 모두 선별하여 낙상 발생을 예방하는 것이 중요하므로 낙상 위험 평가도구 선택 시 민감도와 음성예측도에 더 높은 가중치를 두어[9] 사용자가 적시에 필요한 중재 및 조치를 취할 수 있도록 도울 필요가 있다[13].

임상현장에서 다양한 낙상 위험 사정도구가 개발되었으나 현재까지 일관되게 높은 예측타당도를 가진 도구는 없는 실정이다[6]. 도구개발 당시 병원만의 고유한 특성과 환자군이 타 병원과 다르고[6], 민감도와 특이도는 실제 적용 대상자와 의료기관에 따라 차이가 있기 때문에[9] 기존에 개발된 낙상 위험 사정도구의 낙상 위험 예측도는 적용 대상과 환경에 따라 다른 결과를 보이게 된다[13]. 이런 특성으로 외국에서 개발된 도구의 사용 시 대상자의 특성과 환경적 요인과의 차이를 비교하고 고려하는 것은 도구의 타당도와 정확도의 저하를 최소화하기 위해 매우 중요하다[9]. 그러나 현재 국내에서 사용되고 있는 낙상 위험 사정도구는 병원마다 환자의 특성이 고려되지 않은 상태로 국외 도구를 사용하고 있거나, 타당도가 검증되지 않은 자체 개발한 도구를 사용하여 낙상 예측도가 낮은 문제점이 있다[14]. 실제 국내에서 가장 많은 병원이 사용하고 있는 도구는 Morse 낙상 위험 사정도구(Morse Fall Scale, MFS)이며[5,15], 존스홉킨스 낙상 위험 사정도구(The Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment tool, JHFRAT)가 번안되어 사용 중이다[12]. 이 도구들은 타당도가 우수하여 급성기 의료기관 성인 입원 환자의 낙상 위험을 사정하는데 가장 적절한 도구로 활용할 수 있다는 보고도 있지만[12,13], 반대로 0.70 이상의 민감도와 특이도를 보임에도 위험 여부를 판별하는 경계점수가 일관적이지 않아 국내 임상현장의 모든 환자에게 표준화된 도구로 활용하기에는 적절하지 않다는 보고도 있다[15].

따라서 임상실무에서 사용 중인 낙상 위험 사정도구의 단점이나 한계를 보완하고, 낙상 위험 예측도를 높이기 위한 방안으로 국내 종합병원의 환자와 임상 상황의 특성을 반영하는 낙상 위험 사정도구 개발의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔으나, 여건상 낙상 관련 요인조사 및 국외 도구의 타당도 검정 등의 연구가 몇 편 진행되었을 뿐이었다. 이에 병원간호사회에서 국내 500병상 이상의 종합병원에 입원한 성인 환자를 대상으로 한국형 낙상 위험 사정도구(Fall Assessment Scale-Korea, FAS-K)를 개발하여 도구의 신뢰도, 구성타당도와 동시타당도를 검증하였다[16]. 이어서 낙상 예방 활동을 시작할 수 있도록 돕기 위해 고위험군을 효과적으로 예측할 수 있는 경계점수를 제시하는 후속 연구의 필요성을 제기하였다[16]. 이에 본 연구는 FAS-K의 타당도 및 민감도와 특이도를 확인하고 낙상 고위험군으로 분류되는 경계점수(cut-off score)을 규명하고자 한다. 이를 바탕으로 국내 급성기병원 입원 환자의 낙상 위험을 신속하고 정확하게 평가하여 고위험 환자에게 즉시 적절한 낙상 예방 관리 프로그램을 적용할 수 있도록 돕는다면 병원 내 낙상 발생을 감소시키는데 기여하게 될 것이다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 국내 종합병원에 입원한 성인 환자를 대

상으로 개발한 FAS-K를 임상에서 주로 사용하고 있는 MFS 및 JHFRAT와 비교하여 적극적인 낙상 관리가 필요한 시기(점수)를 결정하기 위한 FAS-K의 경계점수(cut-off score)를 확인하는 것이다.

구체적인 연구목적은 다음과 같다.

1) 대상자의 일반적 특성과 질병 관련 특성을 분석한다.
2) MFS, JHFRAT 및 FAS-K 각 도구별 낙상군과 비낙상군의 낙상 위험 사정 점수의 차이를 비교한다.
3) MFS, JHFRAT 및 FAS-K 간의 상관관계를 비교한다.
4) 낙상 위험 사정도구별 민감도, 특이도, 양성예측도 및 음성예측도를 비교한다.
5) ROC (Receiver Operating Characteristics) 곡선 분석에서 제시된 민감도와 특이도에 근거하여 FAS-K의 최적의 경계점수(optimal cut-off point)를 결정한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 500병상 이상 종합병원에 입원한 성인 환자의 낙상 위험을 사정하기 위해 개발된 FAS-K의 타당도를 검증하고, FAS-K의 낙상 고위험군 판단을 위한 경계점수를 확인하기 위한 전향적 조사연구이다.

2. 연구대상

본 연구는 서울 소재 2개 상급종합병원에서 낙상 발생률이 높다고 보고된 6개의 내 · 외과 병동을 편의 추출하여 각 병동에 재원 중인 만 19세 이상의 환자를 대상으로 하였다. 낙상 위험 사정도구의 타당도는 낙상 고위험 환자의 실제 낙상 발생을 판별할 수 있는 예측력이 매우 중요하여 낙상의 충분한 사례를 수집할 수 있어야 하므로 통계 분석을 위한 최소의 낙상 사례인 30명 이상이 모일 때까지 조사하여 총 651명 대상자의 자료를 수집하였다.

대상자 선정기준은 만 19세 이상의 남녀 환자로 연구의 목적을 이해하고 연구참여를 동의한 자로 하였다. 낙상 위험요인 사정은 의료기관 인증 필수항목이며 모든 입원 환자를 대상으로 실시되는 안전관리 활동임으로 특별한 제외기준은 없었고, 만 19세 미만의 아동은 발달단계나 보행정도에 따라 낙상 사고 발생 위험성이 성인과는 다른 특성이 있으므로 본 연구대상에서 제외하였다.

3. 연구도구

1) 한국형 낙상 위험 사정도구(Fall Assessment Scale Korean version, FAS-K)

FAS-K [16]는 국내 종합병원 성인 입원 환자의 낙상 위험요인을 기반으로 개발한 낙상 위험 사정도구이다. 고령(만 65세 이상), 입원 전 최근 6개월 이내 낙상 경험, 현 입원 기간 중 낙상 경험, 지남력(orientation)장애(시간, 장소, 사람에 대한 인식하는 능력이 없거나 명확하지 않음), 부적절한 행동(흥분, 안절부절 못함, 공격성, 폭력적인 행동 등), 보행능력에 제한이 있으나 이해부족으로 걸으려고 시도함, 불안정한 걸음걸이, 균형장애 및 자세 불안정, 전신쇠약을 보이거나 허약감을 호소함, 일상생활에 지장을 주는 감각장애(시력장애, 청력장애, 말초감각장애), 24시간 이내의 마취나 진정이 필요한 수술(시술 포함) 경험, 24시간 이내 고위험 약물 1개 이상 투약(진정제, 항우울제, 항정신제, 항고혈압제, 이뇨제, 항경련제 등), 배뇨 및 배설장애(야뇨, 긴급뇨, 빈뇨, 실금, 실변, 설사 등), 환자에게 부착되어 보행에 방해가 될 수 있는 장비(정맥주사관, 각종 배액관, 모니터 line 등) 등 14문항의 이분형 척도로 구성되어 있다. FAS-K의 점수는 최소 0점에서 최고 14점으로 점수가 높을수록 낙상 발생 위험이 증가함을 의미한다.

2) Morse 낙상 위험 사정도구(Morse Fall Scale, MFS)

MFS [17]은 환자에게 낙상 위험요인의 존재 유무를 평가하는 도구로 낙상력, 이차적 진단, 보행 보조기구의 사용 여부, 정맥주사나 헤파린 캡(heparin cap), 보행장애, 보행장애에 대한 인지능력 등 6개 항목이 포함되어 있다. MFS의 점수는 최소 0점에서 최고 125점으로 구성되어 있으며, 25점 미만은 저위험군(low risk), 25~50점은 중위험군(medium risk), 50점이 초과하는 경우는 고위험군(high risk)으로 분류한다. 선행연구에서 MFS의 민감도는 50.0~83.0%, 특이도는 55.8~90.1%, 양성예측도와 음성예측도는 각각 10.3~30.8%, 91.4~99.2%로 다양하게 보고되고 있으며, 고위험군 유무에 대한 측정자 간 신뢰도는 81.9~95.8%로 보고되었다[12,15,16,17].

3) 존스홉킨스 낙상 위험 사정도구(The Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool, JHFRAT)

JHFRAT [18]는 나이, 낙상 과거력, 배설장애, 투여약물 개수, 환자 치료장비 개수, 기동성장애 수준, 인지장애 수준 등 총 7개 항목으로 낙상 위험 정도를 평가한다. 점수 범위는 0점에서 35점이며, 5점 이하는 '저위험', 6~13점은 '중등도 위험', 14점 이상은 '고위험'으로 분류된다. 도구 개발 시 경계점수

14점이었을 때 민감도는 62.0%, 특이도 69.5%, 양성예측도 33.6%, 음성예측도 86.0%로 나타났다. 도구 사용을 위하여 원저자에게 도구 사용에 대한 승인을 받았으며, Kim 등[12]이 번역한 도구를 사용하여 본 도구와 비교하였다.

4. 연구진행절차

1) 연구조사자 선정과 훈련

FAS-K [16}와 MFS [17], JHFRAT [18]의 자료수집을 위해 연구 진행 전 2곳의 연구대상 병원의 6개 부서에서 근무하는 병동 수간호사를 연구조사자로 선정하였다. 자료수집방법의 표준화를 기하고 신뢰도를 꾀하기 위하여 각 병동마다 1인의 조사자가 자료를 수집하도록 제한하였다. 연구 진행 전 연구책임자는 조사자 간 측정 오차를 막기 위하여 2회에 걸친 세미나를 개최하였다. FAS-K의 각 문항과 문항별 측정방법 및 기준, MFS와 JHFRAT의 사용방법, 조사표에 각 도구의 점수를 기록하는 방법, 낙상 발생 시 보고서 작성방법 등으로 구성된 교육안을 작성하여 이를 토대로 교육을 실시하였다. 교육 후 해당 병동의 사례를 중심으로 측정도구 사용의 일치도를 확보하기 위한 연습과 토론을 진행하였고, 2인 1조로 짝을 이루어 측정점수가 100.0% 일치도를 보일 때까지 연습과 교육을 하여 조사자 간 신뢰도를 확보하였다.

2) 자료수집방법

자료 조사 기간은 2018년 11월 1일부터 2019년 2월 28일까지이었으며, 연구대상 병원의 낙상발생 위험이 높은 병동에 입원한 환자 중 선정기준에 부합되는 651명의 재원 환자를 대상으로 하였다. 자료수집기간 동안 연구조사자는 일주일에 2회, 오전 10시에서 12시 사이에 한 대상자에게 FAS-K, MFS, JHFRAT 세 가지 도구를 적용하여 낙상 위험요인을 사정하였다. 조사 기간 중 낙상이 발생하였거나, 퇴원이나 전동을 한 경우는 낙상 위험 사정조사를 종료하였다. 낙상 위험 사정도구의 상관관계 분석에 사용한 낙상 위험 사정 점수는 낙상이 발생한 환자는 발생 직전에 사정한 점수이며 낙상이 발생하지 않은 환자는 최종 낙상 위험 사정 시점의 점수였다.

5. 자료분석방법

수집된 자료는 SPSS/WIN 21.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

1) 대상자의 일반적인 특성, 질병 관련 특성은 빈도, 백분율, 평균과 표준편차를 이용하였다.
2) 낙상 유무에 따른 FAS-K와 MFS, JHFRAT의 차이검증을 t-test로 비교하였다.
3) FAS-K와 MFS, JHFRAT와의 상관관계를 Pearson's correlation coefficient로 분석하였다.
4) 각 도구별 타당도는 민감도, 특이도, 양성예측도와 음성예측도를 비교 · 분석하였다.
5) 각 도구별 평가점수를 기준으로 낙상군/비낙상군에 대한 예측 능력(진단 정확도)을 확인하기 위해 ROC 곡선을 통한 곡선하 면적(Area Under Curve, AUC)을 SPSS/ WIN를 이용하여 분석하였다(Figure 1). FAS-K 도구의 최적 경계점수(optimal cut-off point)는 각 점수 구간에서 제시되는 민감도와 특이도 점수를 합산했을 때 가장 큰 구분점을 경계점수로 결정하였다. ROC curve는 도구의 전반적인 타당도를 확인하고 이를 비교하기 위해 사용하는 방법이며, ROC 곡선과 x축 사이의 면적인 AUC 값으로 진단 검사나 도구의 판별능력(discriminatory ability), 즉 정확도(accuracy)를 평가한다[19]. AUC는 0에서 1 사이의 값을 가지며 정확도가 높은 유용한 도구(낙상을 분류하는 능력이 높은 검사 혹은 도구)는 1에 가깝고 0.8≤AUC <0.9 매우 양호(very good), 0.7≤AUC<0.8 양호(good), 0.6≤AUC<0.7 충분한(sufficient), 0.5≤AUC<0.6 나쁜(bad), 0.5 미만은 유용하지 않음(test not useful)으로 정확도를 해석할 수 있다[20].

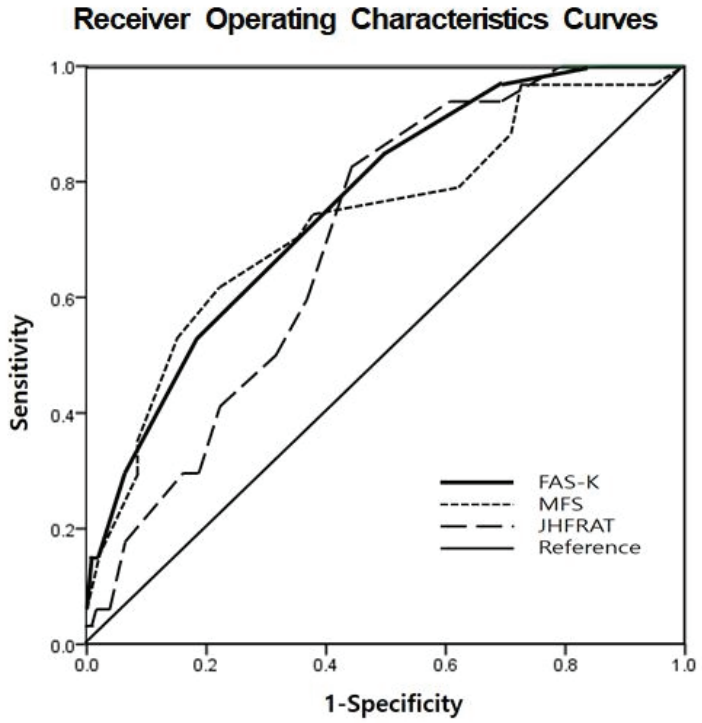
6. 윤리적 고려

본 연구는 C 대학병원 기관윤리위원회(Institute Review Board, IRB)의 승인(승인번호: 1812-006-312)을 얻고, 선정기준에 맞는 대상자 또는 법정 대리인에게 서면 동의를 받고 자료를 수집하였다. 연구 동의서에는 연구 중 언제든지 참여를 취소할 수 있음과 연구에 동의하지 않거나 중도에 거부하여도 부당한 영향이 없음, 수집된 자료는 연구목적 이외에 다른 목적으로 사용되지 않음, 모든 자료는 익명으로 처리되어 비밀을 보장받을 수 있음을 포함하였다. 자료수집 시 일반적 사항 및 낙상 관련 자료 이외의 개인정보는 수집하지 않았고 수집된 자료는 부호화하여 코딩한 이후 비밀번호가 설정된 컴퓨터 한 대에 저장하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 대상자의 특성

연구대상자는 651명으로 남자가 53.5%를 차지하였고, 연령



FAS-K=fall assessment scale Korea.; JHFRAT=johns hopkins hospital fall risk assessment tool.; MFS=morse fall scale.

Figure 1. Receiver operating characteristic curve for the fall risk assessment tool.

은 71세 이상이 37.0%로 가장 많았다. 전체 평균 연령은 62.9±15.5세이었고 낙상군과 비낙상군의 평균 연령은 각각 62.6±15.6세와 62.9±15.6세로 나타났다. 진료과는 내과가 48.4%로 가장 많았고, 신경외과 16.9%, 신경과 13.7%, 재활의학과 11.7% 등의 순으로 나타났으며, 낙상 발생은 대상자의 5.2%에서 나타났다(Table 1).

2. 낙상 유무에 따른 FAS-K와 MFS 및 JHFRAT와의 사정 점수 차이

3개 낙상 위험 사정도구 모두 낙상군과 비낙상군 간의 낙상 위험도 총점 평균점수를 비교한 결과 낙상군의 점수가 유의하게 높은 것으로 나타났다(Table 2). FAS-K의 전체 총점 평균은 3.77±1.96점이었으며, 비낙상군은 평균 3.67±1.90점, 낙상군은 평균 5.65±2.01점으로 측정되었고(t=5.89, $p<.001$), MFS의 총점 평균은 38.17±19.68점, 비낙상군은 평균 37.20±18.90점, 낙상군은 평균 55.88±24.85점으로 측정되었다(t=4.32, $p<.001$). JHFRAT는 총점 평균 8.63±5.41점, 비낙상군은 평균 8.45±5.39점, 낙상군은 평균 12.00±4.73점으로 나타났다(t=3.77, $p<.001$).

3. FAS-K와 MFS 및 JHFRAT 간의 상관관계

FAS-K와 MFS의 상관계수 값 r=.70 ($p<.001$), FAS-K와 JHFRAT의 상관계수 값 r=.82 ($p<.001$)로 모두 유의한 양의 상관관계가 나타났다(Table 3).

4. 사정도구별 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도와 ROC 비교

낙상 발생 유무를 기준으로 FAS-K의 ROC 곡선 분석결과 AUC 값이 .757으로 나타나 판별력이 양호한(good) 것으로 나타났다(Table 4). MFS의 AUC 값은 .728이었고, JHFRAT는 .698로 나타났다. FAS-K의 경계점수가 4점인 경우 민감도 85.3%, 특이도 49.4%, 양성예측도 8.5%, 음성예측도 98.4%로 나타났으며, 경계점수가 5점인 경우 민감도 67.6%, 특이도 66.8%, 양성예측도 10.1%, 음성예측도 97.4%로 나타났다. ROC 분석에서 제시된 민감도와 특이도의 합산 최적 점수를 근거로 하여 최적의 경계점수는 4점으로 나타났다. MFS의 경우 도구 개발 당시 원저자가 제시한[17] 경계점수 45점에서 민감도 70.6%, 특이도 64.3%, 양성예측도 10.2%, 음성예측도 97.8%로 나타났으며, 본 연구의 최적의 경계점수 50점에서 민감도

Table 1. General Characteristics of the Participants (*N*=651)

Characteristics	Categories	Total (n=651)	Non-fall (n=617)	Fall (n=34)	x^2	*p*
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Gender	M	348 (53.5)	329 (53.3)	19 (55.9)	0.09	.771
	F	303 (46.5)	288 (46.7)	15 (44.1)		
Age (yr)	≤40	58 (8.9)	55 (8.9)	3 (8.8)	4.99	.288
	41~50	77 (11.8)	72 (11.7)	5 (14.7)		
	51~60	117 (18.0)	115 (18.6)	2 (5.9)		
	61~70	158 (24.3)	146 (23.7)	12 (35.3)		
	≥71	241 (37.0)	229 (37.1)	12 (35.3)		
		62.9±15.5	62.9±15.6	62.6±15.6		
Department	Internal medicine	315 (48.4)	298 (48.3)	17 (50.0)	4.33	.263
	Rehabilitation medicine	76 (11.7)	71 (11.5)	5 (14.7)		
	Neurosurgery	110 (16.9)	105 (17.0)	5 (14.7)		
	Neurology	89 (13.7)	86 (14.0)	3 (8.8)		
	General surgery	52 (8.0)	50 (8.1)	2 (5.9)		
	Others	9 (1.3)	7 (1.1)	2 (5.9)		

Table 2. Difference of Score between the Fall and Non-fall Groups according to FAS-K, MFS, and JHFRAT (*N*=651)

Tools (score range)	Total (n=651)	Non-fall (n=617)	Fall (n=34)	t (*p*)
	M±SD	M±SD	M±SD	
FAS-K (0~14)	3.77±1.96	3.67±1.90	5.65±2.01	5.89 (<.001)
MFS (0~125)	38.17±19.68	37.20±18.90	55.88±24.85	4.32 (<.001)
JHFRAT (0~35)	8.63±5.41	8.45±5.39	12.00±4.73	3.77 (<.001)

FAS-K=fall assessment scale Korea.; JHFRAT=johns hopkins hospital fall risk assessment tool.; MFS=morse fall scale.

Table 3. Correlation among FAS-K, MFS and JHFRAT

Variables	FAS-K	MFS	JHFRAT
	r (*p*)	r (*p*)	r (*p*)
FAS-K	1		
MFS	.70 (<.001)	1	
JHFRAT	.82 (<.001)	.71 (<.001)	1

FAS-K=fall assessment scale Korea.; JHFRAT=johns hopkins hospital fall risk assessment tool.; MFS=morse fall scale.

61.8%, 특이도 76.8%, 양성예측도 13.3%, 음성예측도 97.5%로 나타났다. JHFRAT의 경우 도구개발 당시 원저자가 제시한 [18] 경계점수 14점에서 민감도 29.4%, 특이도 81.0%, 양성예측도 26.8% 음성예측도 95.4%로 나타났으며, 본 연구의 최적의 경계점수 9점에서 민감도 82.4%, 특이도 55.3%, 양성예측도 9.2%, 음성예측도 98.3%으로 나타났다.

Ⅳ. 논 의

낙상은 예측력과 타당도가 높은 사정도구를 사용하여 고위험군을 조기에 선별하고 효율적인 낙상예방 프로그램을 적용하는 것이 매우 중요한 환자안전사고이다. 본 연구는 국내 종합병원 성인 입원 환자의 낙상 위험 사정도구로 개발된 FAS-K의 낙상 고위험군 예측을 위한 경계점수(cut-off score)를 제시하고자 하였다.

본 연구에서 낙상은 전체 대상자 651명 중 34명에게 발생하여 5.2%의 발생률을 보였다. 국내 종합병원의 입원 환자 낙상 발생률에 대한 자료가 제한적이고, 본 연구의 결과가 2개 병원의 자료이기 때문에 직접적인 비교는 어렵지만 일개 종합병원의 낙상 발생률이 Kim과 Choi-Kwon [21] 연구의 0.2%와 Jang과 Lee [22]의 0.4%인 것과 비교하면 상당히 높은 발생률이다. 국외 결과에서도 Fischer 등[23]이 미국의 1개 대학병원의 전체 입원 환자 대비 낙상 발생률을 1.4%로 보고하였고, Morello 등[2]은 호주의 6개 병원 12개 내·외과 병동에서 조사한 입원 환자의 낙상 발생률을 3.6%로 보고하여 본 연구보다 낮은 발생률을 보이고 있다. 선행연구[2,23]가 해당 병원의 1년 동안의 입원 환자 전수를 대상으로 후향적으로 낙상 발생을 분석한 것과 달리 본 연구는 전향적 연구방법으로 낙상 발

Table 4. Comparison of Sensitivity, Specificity, PPV, NPV, and AUC for the Fall Risk Assessment Tool

Tool	Scores	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
FAS-K	2	100.0	13.3	6.0	100.0
	3	97.1	30.1	7.1	98.4
	4	85.3	49.4	8.5	98.4
	5	67.6	66.8	10.1	97.4
	6	52.9	81.4	13.5	96.9
		AUC=.757, 95% Confidence Interval=.681~.834, $p<.001$			
MFS	40	73.5	62.1	10.0	98.0
	45	70.6	64.3	10.2	97.8
	50	61.8	76.8	13.3	97.5
	55	58.8	79.9	14.5	97.4
	60	52.9	84.3	16.4	97.2
		AUC=.728, 95% Confidence Interval=.635~.822, $p<.001$			
JHFRAT	7	94.1	38.9	7.8	99.2
	8	88.2	45.9	8.2	98.6
	9	82.4	55.3	9.2	98.3
	10	58.8	63.4	8.1	96.5
	11	50.0	68.2	8.0	96.1
	14	29.4	81.0	26.8	95.4
		AUC=.698, 95% Confidence Interval=.628~.769, $p<.001$			

AUC=area under curve; NPV=negative predictive value; PPV=positive predictive value; FAS-K=fall assessment scale Korea.; JHFRAT=johns hopkins hospital fall risk assessment tool.; MFS=morse fall scale.

생률이 높은 병동에서 4개월 간의 기간 동안 자료수집을 하여 나타난 차이로 판단되므로 해석에 신중을 기하여야 한다.

낙상 발생군의 FAS-K, MFS, JHFRAT의 점수는 비낙상군의 각 도구의 점수와 비교하였을 때 모두 통계적으로 유의한 차이를 보여 낙상 위험 사정 점수가 높아짐에 따라 실제 낙상 발생 가능성이 높아짐을 확인하였다[12,21]. 본 연구의 낙상 발생군의 FAS-K 점수는 평균 5.7점으로 도구 개발 당시 연구[16]의 평균 5.6점과 유사한 수준이었다. 낙상 발생군의 MFS 점수는 55.9점으로 Kang과 Song [13]의 60.8점과 Kim 등[12]의 69.0점보다 낮았다. 하지만 MFS 도구 개발 당시 원저자가 제시한 경계점수인 45점[17]과 임상상황에 따라 50점[12]과 51점[9]을 낙상 고위험군으로 구분하는 경계점수로 하는 연구보다 높게 나타났다. 반면 본 연구에서 낙상발생군의 JHFRAT의 평균 점수는 12.0점으로 원저자가 제시한 경계점수 14점[18]보다 낮게 나타났다. JHFRAT에 의해 고위험군이 아니라고 판별된 환자에서 낙상이 발생하였으므로 기존 사정도구의 예측력이 비교적 낮다고 생각할 수 있다.

FAS-K의 동시타당도를 검증하기 위하여 외적준거(gold standard)인 MFS 및 JHFRAT와의 상관관계를 비교한 결과 FAS-K와 MFS의 상관계수 r=.70 ($p<.001$), FAS-K와 JHFRAT의 상관계수 r=.82 ($p<.001$)로 모두 유의한 상관관계를 나타내어 Choi 등[16]의 연구와 일치하는 결과를 보였다. 선행연구결과 MFS는 급성기 의료기관 성인 환자의 낙상 위험 사정도구 중 상대적으로 높은 예측력과 판별력을 가진 것으로 나타났고[9,12,13,21], FAS-K가 MFS와 강한 양의 상관관계를 나타내므로 FAS-K 도구가 성인 입원 환자의 낙상 위험을 조기에 정확하게 선별할 수 있을 것으로 생각된다.

ROC 곡선은 판별의 정확도를 도표로 평가하기 위해 전통적으로 사용되는 방법 중 하나이다[20,24]. AUC는 ROC 곡선의 밑면적을 의미하고, ROC 곡선의 면적이 0.7 이상일 때 판별력이 양호하다고 해석한다[20]. 또한 ROC 곡선을 통하여 민감도와 특이도를 동시에 고려한 상태에서 최적의 의사결정 기준점을 찾을 수 있다[19]. 본 연구에서도 FAS-K의 전반적 타당도를 곡선하 면적(AUC)과 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도의 4개 지표를 사용하여 검증하였다. FAS-K의 AUC는 .757로 낙상 위험군을 올바르게 분류하는 중등도의 양호한 판별력을 갖고 있기 때문에 낙상 위험에 대한 예측력이 좋다고 해석할 수 있다. 도구의 진단적 정확성을 나타내는 예측타당도는 조사 대상과 질병의 특성 및 연구설계에 따라 달라질 수 있으므로 이 도구를 언제, 어떤 상황에서 사용하고 어떻게 해석할 것인지가 무엇보다 중요하다[20]. 낙상은 발생할 것 같은 모든 환자를 선별하고 예측한 후 적절한 낙상 예방 간호중재를 제공하는 것이 중요하므로[12] 낙상 위험 사정도구의 경계점수를 기준으로 고위험군을 빨리 구별하여 제한된 자원을 가장 필요한 대상자에게 적용할 수 있도록 해야 한다[25]. 최적의 경계점수를 선택하기 위하여 타당도의 4개 지표를 분석한 후[25] 민감도와 특이도가 모두 높은 점을 선택하는 것이 적절하나[26] 낙상 위험 사정도구의 목적에 따라 민감도와 음성예측도를 높이

는데 중점을 두어[12] 경계점수를 선택하고자 하였다. 본 연구에서 FAS-K 점수가 4점인 경우 민감도 85.3%, 특이도 49.4%, 양성예측도 8.5%, 음성예측도 98.4%로 나타났고, FAS-K 5점인 경우 민감도 67.6%, 특이도 66.8%, 양성예측도 10.1%, 음성예측도 97.4%로 나타나 낙상 고위험군을 판별하는 기준인 경계점수를 4점으로 결정하는 것이 타당하다고 본다.

FAS-K 개발 전까지 MFS는 국내에서 사용 중인 도구 중 민감도와 음성예측도가 가장 높게 나타나 국내 환자의 낙상 위험 평가에 가장 적절하다고 평가되고 있다[9]. MFS는 선행연구에서 경계점수 45점일 경우 민감도 86.7%, 음성예측도 82.0%[13], 48점일 경우 민감도 76.7%, 음성예측도 76.9%[13], 50점일 경우 민감도 78.9%, 음성예측도 91.4%[12], 51점일 경우 민감도 72.0%, 음성예측도 94.0%[9]로 민감도와 음성예측도가 높은 편이나 경계점수가 연구마다 다르게 제안되고 있다. 본 연구에서도 ROC를 이용한 MFS의 최적의 경계점수는 50점으로 원저자의 45점보다 높고, 이때의 민감도는 61.8%, 음성예측도는 97.5%였다. Baek 등[9]은 MFS을 입원 시 사정 점수, 퇴원 전 사정 점수, 입원 중 가장 높은 점수 3가지를 구분하여 경계점수를 확인하는 연구를 진행하여 앞서 언급한 것처럼 51점 경계점수일 때 입원 중 가장 높은 낙상 위험 사정 점수에서 민감도가 72.0%인 반면 퇴원 전 사정점수로 분석한 민감도는 62.0%, 음성예측도 92.0%로 차이가 있음을 보고하였다. 본 연구는 비낙상군의 경우 분석에 사용한 낙상 위험 사정 점수가 퇴원 전 최종 낙상 위험 사정 시점의 점수이기 때문에 입원기간 중 위험도가 가장 높은 시점의 평가점수를 추출하여 분석한 선행연구[9, 13]와 차이를 보여 민감도가 낮게 측정된 것으로 생각된다. JHFRAT에서 경계점수를 9점으로 하였을 때가 원저자가 제시한 경계점수 14점보다 민감도와 특이도가 더 높았다. Kang과 Song [13]의 연구에서도 JHFRAT의 최적의 경계점수가 11점으로 나타나 원저자가 제시한 경계점수에서 낙상 예측력이 낮게 나타나는 공통점을 보였다. 이는 JHFRAT의 경계점수가 실제 낙상 발생 위험을 예측하지 못한다는 간호관리자들의 의견[5]을 실증적으로 보여주는 결과이며, 국내 급성기 병원 환경에서 JHFRAT를 적용할 때 민감도와 특이도를 높일 수 있는 경계점수를 설정하기 위한 타당화 연구가 선행되어야 함을 방증한다.

FAS-K는 경계점수 4점일 경우 민감도는 85.3%로 선행연구에서 낙상 위험 선별도구의 높은 예측도를 의미하는 기준으로 언급된 70.0~80.0%[11,12]를 상회하고, 도구개발 당시 MFS의 민감도와 유사한 수준이며 국내 환자에게 타당도를 검증한 연구의 MFS의 민감도 보다는 높은 것을 알 수 있다. 그리고 음성예측도는 MFS보다 더 높은 수준으로 나타나 FAS-K가 급성기 국내 종합병원의 입원 환자의 특성을 잘 반영하고 실무환경에 적합하여 실제 적용 가능한 타당도가 높은 도구임이 검증되었다.

앞서 다양한 기준과 낙상 사정도구의 의미를 고려할 때 도구의 민감도와 음성예측도를 높일 수 있는 기준인 FAS-K 점수 4점 이상을 낙상 발생 고위험군으로 판별하는 경계점수로 설정하는 것을 제안한다. 이 경계점수를 기준으로 조기에 낙상 고위험군을 선별하고 적극적인 낙상 예방 프로그램을 적용하고 중재함으로써 낙상을 효율적으로 예방할 수 있을 것이다. 이는 간호와 의료의 질을 향상시키고 환자의 안전을 확보하는데 필수적이며 기초적인 작업이 될 것이다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구는 한국형 낙상 위험 사정도구인 FAS-K의 타당도를 확인하고, 낙상 고위험군으로 분류되는 경계 기준점(cut-off point)을 확인하여 효율적인 낙상 관리 전략의 토대를 마련하고자 수행하였다. FAS-K와 MFS 및 JHFRAT와의 상관관계를 검증한 결과 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. FAS-K의 낙상 유무에 따른 AUC는 .757이었고, 고위험 경계점수를 4점으로 하였을 때 민감도 .853, 특이도 .494, 양성예측도 .085, 음성예측도 .984로 나타나 예측력과 타당도가 높은 도구로 확인되었다.

본 연구는 낙상 위험 사정도구의 임상적 유용성을 평가하기 위한 전향적 연구로 진행되었다는 의의가 있으나, 연구대상 기관이 2개의 상급종합병원으로 제한적이며, 낙상 환자 발생이 많은 내 · 외과계 병동을 편의추출하였고, 조사 기간이 4개월로 비교적 짧은 제한점이 있다.

본 연구의 결과를 토대로 다음과 같이 제언한다.

첫째, FAS-K를 국내의 다양한 의료환경과 다양한 연령층의 대상자에게 적용한 타당도 조사연구를 확대하여 진행할 것을 제언한다.

둘째, FAS-K의 측정방법과 기준에 대한 주기적인 교육을 진행하여 정확한 낙상 위험 사정이 수행될 수 있도록 하며, 이를 포함하는 실제적인 낙상예방 중재 프로그램의 개발과 적용을 제언한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

참고문헌

1. Ministry of Health and Welfare, Korea Institute for Healthcare Accreditation. Korea patient safety incident report 2018 [Internet]. Seoul: Korea Institute for Healthcare Accreditation; 2019.

[cited 2020 May 28]. Available from: https://www.kops.or.kr/portal/board/reference/boardDetail.do?bbsId=reference&nttNo=11544070324902.
2. Morello RT, Barker AL, Watts JJ, Haines T, Zavarsek SS, Hill KD, et al. The extra resource burden of in-hospital falls: A cost of falls study. Medical Journal of Australia. 2015;203(9): 367-367. https://doi.org/10.5694/mja15.00296
3. Cho IS, Park KH, Suh MH, Kim EM. Evidence-based clinical nursing practice guideline for management of inpatient falls: Adopting the guideline adaptation process. Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing. 2020;27(1):40-51. https://doi.org/10.7739/jkafn.2020.27.1.40
4. Lee JH, Kim HA, Park SW. Prevention of fall in the hospital. Journal of the Korean Medical Association. 2015;58(2):123-130. https://doi.org/10.5124/jkma.2015.58.2.123
5. 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
6. Morse JM. Enhancing the safety of hospitalization by reducing patient falls. American Journal of Infection Control. 2002; 30(6):376-380. https://doi.org/10.1067/mic.2002.125808
7. Chun JH, Kim HA, Kwak MJ, Kim HS, Park SK, Kim MS, et al. Clinical practice guideline for assessment and prevention of falls in adult people. Quality Improvement in Health Care. 2018;24(2):41-61. https://doi.org/10.14371/QIH.2018.24.2.41
8. Cho YS, Lee YO, Youn YS. Risk factors for falls in tertiary hospital inpatients: A survival analysis. Journal of Korean Critical Care Nursing. 2019;12(1):57-70. https://doi.org/10.34250/jkccn.2019.12.1.57
9. Baek S, Piao J, Jin Y, Lee SM. Validity of the Morse Fall Scale implemented in an electronic medical record system. Journal of Clinical Nursing. 2014;23(17-18):2434-2441. https://doi.org/10.1111/jocn.12359
10. Haines TP, Hill K, Walsh W, Osborne R. Design-related bias in hospital fall risk screening tool predictive accuracy evaluations: Systematic review and meta-analysis, Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences. 2007; 62(6):664-672. https://doi.org/10.1093/gerona/62.6.664
11. Perell KL, Nelson A, Goldman RL, Luther SL, Prieto-Lewis N, Rubenstein LZ. Fall risk assessment measures: An analytic review. Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences. 2001;56(12):M761-M766. https://doi.org/10.1093/gerona/56.12.M761
12. Kim KS, Kim JA, Choi YK, Kim YJ, Park MH, Kim HY, et al. A comparative study on the validity of fall risk assessment scales in Korean hospitals. Asian Nursing Research. 2011;5(1):28-37. https://doi.org/10.1016/S1976-1317(11)60011-X
13. Kang YO, Song RY. Validation of fall risk assessment scales among hospitalized patients in South Korea using retrospective data analysis. Korean Journal of Adult Nursing. 2015;27(1):29-38. https://doi.org/10.7475/kjan.2015.27.1.29
14. 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/10.11111/jkana.2011.17.4.484
15. Park SH, Kim EK. Systematic review and meta-analysis for usefulness of fall risk assessment tools in adult inpatients. Korean Journal of Health Promotion, 2016;16(3):180-191. https://doi.org/10.15384/kjhp.2016.16.3.180.
16. Choi EH, Ko MS, Hong SH, Kim IS. Development of fall assessment scale in adult inpatients. Journal of Korean Clinical Nursing Research. 2019;25(2):179-188. https://doi.org/10.22650/JKCNR.2019.25.2.179
17. Morse JM, Morse RM, Tylko SJ. Development of a scale to identify the fall-prone patient. Canadian Journal on Aging. 1989;8 (4):366-377. https://doi.org/10.1017/S0714980800008576
18. Poe SS, Cvach M, Dawson PB, Straus H, Hill EE. The Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool: Postimplementation evaluation. Journal of Nursing Care Quality. 2007;22(4):293-298. https://doi.org/10.1097/01.NCQ.0000290408.74027.39
19. Pak SI, Oh TH. Application of Receiver Operating Characteristic(ROC) curve for evaluation of diagnostic test performance. Journal of Veterinary Clinics. 2016;33(2):97-101. https://doi.org/10.17555/jvc.2016.04.33.2.97
20. Simundic AM. Diagnostic accuracy-part 1: Basic concepts sensitivity and specificity, ROC analysis, STARD statement. Point of Care. 2012;11(1):6-8. https://doi.org/10.1097/POC.0b013e318246a5d6
21. Kim YS, Choi-Kwon S. Fall risk factors and fall risk assessment of inpatients. Korean Journal of Adult Nursing. 2013; 25(1):74-82. https://doi.org/10.7475/kjan.2013.25.1.74
22. Jang IS, Lee SG. Fall risk factors and characteristics of an acute hospital setting across clinical departments. Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing. 2014;21(3):264-274. https://doi.org/10.7739/jkafn.2014.21.3.264
23. Fischer ID, Krauss MJ, Dunagan WC, Birge S, Hitcho E, Johnson S, et al. Patterns and predictors of inpatient falls and fall-related injuries in a large academic hospital. Infection Control & Hospital Epidemiology. 2005;26(10):822-827. https://doi.org/10.1086/502500
24. Kim JH, Shin SH, Kang HC. A case study on the use of ROC curve and AUC in the evaluation of discriminant model. Journal of the Korean Data Analysis Society. 2018;20(2):609-619. https://doi.org/10.37727/jkdas.2018.20.2.609
25. Watson BJ, Salmoni AW, Zecevic AA. The use of the Morse Fall Scale in an acute care hospital. Clinical Nursing Studies. 2016;4(2):32-40. https://doi.org/10.5430/cns.v4n2p32
26. Nam, AR, Park, JW. Development of Korean Intensive Care Delirium Screening Tool(KICDST). Journal of Korean Academy of Nursing. 2016;46(1):149-158. https://doi.org/10.4040/jkan.2016.46.1.149