



낙상위험 사정도구의 타당도 비교: 일개 종합병원의 입원 환자를 중심으로

김향숙¹⁾ · 최은희²⁾

¹⁾상계백병원 수간호사, ²⁾한국성서대학교 간호학과 교수

Validation on Adult Fall Assessment Tools: Focusing on Hospitalized Patients in a General Hospital

Kim, Hayng Suk¹⁾ · Choi, Eun Hee²⁾

¹⁾Head Nurse, Inje University Sanggye Paik Hospital, Seoul, Korea
²⁾Professor, Department of Nursing, Korean Bible University, Seoul, Korea

Purpose: This study was conducted to verify fall predictive power and reasonable fall risk assessment tool by a comparative analysis of the sensitivity, specificity, positive forecast and negative forecast of each tool by applying Morse Fall Scale (MFS), Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool (JHFRAT), and Fall Assessment Scale-Korean version (FAS-K) through electronic medical records to adult patients hospitalized in a general hospital in Korea. **Methods:** We performed a retrospective evaluation study from January to December 2018, 123 fall groups experiencing falls during hospitalization and 123 non-falls groups were selected. Data presented a reasonable assessment tool that predicts and distinguishes fall high-risk patients through area comparison based on the ROC curve for each tool. **Results:** In the ROC curve analysis by fall risk assessment group, the AUC of MFS is shown to be .706 (good), JHFRAT is shown to be .649 (sufficient) and FAS-K is shown to be .804 (very good). FAS-K at a cut-off score of 4, sensitivity, specificity, and positive and negative prediction values were 83.7%, 60.2%, 67.8%, and 78.7%, respectively. **Conclusion:** Based on the above findings, it is believed that the FAS-K was presented as a suitable and reasonable tool for predicting falls for adult patients in general hospitals.

Key Words: Inpatients; Falls; Risk assessment; Validity

서 론

1. 연구의 필요성

의료기관에서 발생하는 환자의 안전사고 중 낙상이 가장 높은 비중을 차지하면서 입원 환자의 낙상사고는 의료기관에서 인지하는 가장 중요하고 심각한 문제이다. 미국의 1,260개가

넘는 의료기관 자료를 분석한 결과에서 평균 낙상 발생률이 입원일수 1,000일당 3.56건, 손상동반 낙상률도 0.93건이며 (Bouldin et al., 2013), 매년 미국의 병원에서 70~100만명의 환자가 낙상하는 것으로 나타났다(Wonget et al., 2011). 국내에서는 의료기관 대부분이 환자안전사고와 관련된 통계 공개를 꺼려해 정확한 낙상 발생률을 파악하기 어려우나 최근 500 병상 이상의 18개 종합병원 조사에서 연 입원 환자 1,000명당

주요어: 입원 환자, 낙상, 위험사정, 타당도

Corresponding author: Choi, Eun Hee <https://orcid.org/0000-0003-1060-1566>
Department of Nursing, Korean Bible University, 32 Dongil-ro, 214-gil, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea.
Tel: +82-2-950-5536, Fax: +82-70-4275-0163, E-mail: ichoi9201@hanmail.net

- 이 논문은 제1저자 김향숙의 석사학위논문 축약본임.
- This article is a condensed form of the first author's master's thesis from Korean Bible University.

Received: May 28, 2024 | Revised: Jul 17, 2024 | Accepted: Jul 17, 2024

3.87건, 연인원 1,000일당 0.55건으로 보고되었다(Choi, Ko, Yoo, & Kim, 2017). 그러나 의료기관에서 보고하지 않은 낙상 발생 누락률(25~96%)과 낙상 판단기준 차이를 고려한다면 더 많을 것으로 생각된다(Cho, Boo, Lee, & Dykes, 2018).

낙상은 의료기관에서 자주 발생하는 유해사건(adverse event) 중의 하나로 낙상한 환자의 30~51%는 골절, 열상, 내출혈과 같은 신체적 손상과 낙상에 대한 두려움과 불안감, 우울 및 자신감 저하와 같은 정신적인 손상까지 입을 수 있다(Choi & Lee et al., 2017; Healey et al., 2008). 특히 이 중 3~10%는 심각한 장애와 심하면 사망으로 이어지기도 한다(Coussement et al., 2008; DiBardino, Cohen, & Didwania, 2012).

낙상이 발생하면 입원기간이 연장되고 검사 및 수술 등의 입원비용 부담이 커지며, 의료과실 문제로 소송으로 이어져(Bergland & Wyller, 2004; Jung & Lee, 2019) 입원 환자의 낙상을 예방하는 것은 매우 중요하다. 이를 위해 간호사는 낙상을 유발적인 사고로 여기지 않고 예방할 수 있는 문제로 인식하고 낙상 발생 위험요인을 확인해야 한다. 낙상은 낙상발생 위험요인에 대해 의료진이 인식하고 적절히 관리하는 것만으로도 충분히 예방할 수 있으므로(Oliver, Healey, & Haines, 2010) 낙상을 예방하기 위해서는 그 위험요인을 정확히 파악하는 것은 중요한 과제이다.

대부분의 의료기관에서는 낙상과 관련된 위험요인을 사정하고 평가하기 위해서 낙상위험 사정도구를 사용하고 있다. 낙상위험 사정도구는 임상현장의 다양성과 입원 환자의 특성 및 간호사의 업무량 그리고 도구의 편리성 등을 고려해서 선택하는 것이 중요하다(Perell et al., 2001). 낙상 고위험 환자에게는 낙상예방 중재를 정확하게 수행하고, 낙상 저위험 환자에게는 병원의 자원을 최소화로 분배하여 낙상을 효율적으로 관리해야 한다(Haines, Hill, Walsh, & Osborne, 2007).

이러한 낙상위험 사정도구는 낙상 고위험 환자를 판별할 수 있는 신뢰도와 타당도가 입증된 도구를 적용하여 낙상 고위험 환자를 제대로 예측하는 것이 낙상예방 활동의 핵심이라 할 수 있다(Ang, Mordiffi, Wong, Devi, & Evans, 2007; Oliver et al., 2010). 국내 의료기관에서 사용하고 있는 낙상위험 사정도구는 대부분 국외에서 개발된 도구로 선행연구에서 대상자와 임상환경에 따라서 다른 결과를 나타낸 것으로 보고되고 있어 도구의 타당도 결과를 일반화하는데 제한이 있다(Ang et al., 2007). 하지만 국내 실정을 반영하여 낙상위험 사정도구를 개발하는데 어려움이 있어 그동안 국외의 도구를 그대로 국내에 적용하여 타당성을 확인하고 각 의료기관의 실정에 맞는 도구로 변형해서 사용해 왔다. 국내 종합병원에서 주로 사용하는

낙상위험 사정도구는 Morse 낙상위험 사정도구(Morse Fall Scale, MFS)와 존스홉킨스병원 낙상위험 사정도구(Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool, JHFRAT)로 나타났다(Choi & Lee et al., 2017).

그러나 MFS와 JHFRAT은 임상환경과 대상자에 따라 타당도에 대한 평가가 다르게 나타나 종합병원 입원 환자의 낙상 고위험 환자를 판별하는데 더 많은 검증이 필요하다. 그러므로 국외에서 타당도가 입증된 낙상위험 사정도구일지라도 국내의 낙상 고위험 환자를 정확히 판별하지 못하여 입원초기부터 차별화된 낙상예방 중재를 할 수 없는 사정도구 자체의 문제점과 적용방법에 대한 개선이 필요하다(Kim et al., 2008). 이러한 이유로 그동안 국내 종합병원 입원 환자에게 적합한 낙상위험 사정도구의 개발 필요성이 꾸준히 제기되어 왔으며, 최근 한국형 낙상위험 사정도구(Fall Assessment Scale-Korean version, FAS-K)가 개발되었다(Choi, Ko, Hong, & Kim, 2019). FAS-K는 상급종합병원의 낙상이 자주 발생하는 병동에 입원한 성인 환자를 대상으로 전향적 연구를 진행해 예측력과 타당도 높은 도구로 검증되었다(Choi et al., 2019). 이에 개발된 FAS-K를 다양한 임상현장과 성인 입원 환자에게 적용하기 위해서는 타당도 검증이 필요하며, 특히 국내에서 가장 많이 사용되는 낙상위험 사정도구인 MFS와 JHFRAT와의 타당도 비교가 필요할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 종합병원에 입원한 성인 환자를 대상으로 FAS-K의 타당도 검증을 위해 후향적 접근방법으로 낙상군의 자료를 수집하고, MFS와 JHFRAT 및 FAS-K를 적용하여 낙상을 적절하게 예측하였는지 타당도를 검증하여 낙상 고위험 환자를 선별하는데 적절한 도구인지 확인하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 MFS와 JHFRAT 및 FAS-K 낙상위험 사정도구를 종합병원 일반병동에 입원한 성인 환자에게 적용하여 절대적 절단점(cut-off point)을 확인한 후 각 도구의 민감도와 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 비교·분석하고 타당도 높은 낙상위험 사정도구를 확인하고자 한다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 낙상군과 비낙상군의 일반적인 특성 및 동질성 검정을 한다.
- MFS와 JHFRAT 및 FAS-K 각 도구별 낙상군과 비낙상군의 낙상위험 사정점수 차이를 비교한다.
- MFS와 JHFRAT 및 FAS-K의 각 도구별 민감도, 특이도,

양성예측도와 음성예측도 및 타당도를 비교하고 분석한다.

- Receiver Operating Characteristics(ROC) 곡선을 기준으로 절대적 절단점(cut-off point)을 확인하고, 곡선하면 적 영역비교를 통해 낙상 고위험 환자를 예측할 수 있는 타당도 높은 사정도구를 제시한다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 국내 종합병원 일반병동에 입원한 만 19세 이상 성인 환자를 대상으로 전자의무기록(Electronic Medical Record, EMR)을 토대로 낙상여부를 조사하고 자료를 수집한 후향적 환자-대조군 연구설계(case-control study)이다.

2. 연구대상

본 연구의 대상자는 S시에 소재한 일개 500병상 이상 종합병원에서 2019년 10월 21일부터 2020년 3월 31일까지 전자의무기록(EMR) 열람을 통해 2018년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 1년간 입원한 성인 환자를 대상으로 조사하였다. 낙상군은 입원기간 중에 낙상이 발생하여 환자안전관리 보고시스템을 통해 질향상위원회에 보고된 병동 환자 123명을 선정하였으며, 비낙상군은 낙상 환자와 같은 조사기간 동안 일반병동에 입원한 환자로 성별, 연령대, 진료과, 진단명, 입원병동, 간호중증도가 같은 환자로 짝짓기(matching)한 123명을 선정하였다.

3. 연구도구

1) Morse 낙상위험 사정도구

MFS은 낙상과 관련된 위험요인의 존재유무를 평가하는 도구로 구성항목은 과거 낙상경험력, 이차적인 진단, 보행보조기구의 사용여부, 정맥수액요법 또는 헤파린 캡(heparin cap), 보행장애(걸음걸이/이동), 의식장애 등 6항목으로 구성되어 있다. 과거 낙상경험이 없으면 0점, 있는 경우 25점, 이차적인 진단이 없는 경우 0점, 있는 경우 15점, 보행보조기구의 사용여부에 따라 침상안정, 휠체어, 간호사의 도움은 0점, 목발, 지팡이, 보행기를 사용하는 경우 15점, 주변의 가구를 잡고 보행하는 경우 30점으로 측정한다. 정맥수액요법이나 헤파린 캡(heparin cap)이 없으면 0점, 있으면 20점, 보행장애에서 정상 보

행이거나 침상안정, 부동(bed ridden)상태인 경우 0점, 보행시 폭이 좁고 허약한 경우 10점, 균형을 잡기 어렵고, 장애가 있는 경우 20점으로 측정한다. 보행장애에 대한 인지능력 장애가 있는 경우 15점, 없는 경우는 0점으로 측정한다. MFS의 6문항에 대한 총점은 최저 0점에서 최고 125점으로 측정되며, 25점 미만 시 저위험군, 25~50점은 중위험군, 51~125점인 경우에는 고위험군으로 분류한다. 도구개발 원저자는 MFS의 경계점수를 45점 이상(Morse, Morse, & Tylko, 1989)으로 추천하고 있지만, 대상자의 특성과 임상환경의 특성에 따라 분류된 각각의 경계점수를 지정하여 적용하도록 권고하였다. MFS의 타당도 검증에서 민감도 55.0~83.0%와 특이도 55.8~90.1%, 양성예측도 10.3~30.8%, 음성예측도 81.0~99.3%로 다양하게 보고되었다(Park & Kim, 2016; Kim et al., 2011; Morse et al., 1989). 도구사용을 위하여 도구개발 원저자에게 도구 사용에 대한 승인을 받았다.

2) 존스홉킨스병원 낙상위험 사정도구

JHFRAT의 구성항목은 연령, 과거 낙상경험력, 배설장애, 투약약물의 개수, 환자 치료장비의 개수, 기동성장애 수준, 인지력장애 수준 등 총 7개 항목으로 구성되어 있다. 연령은 60~69세가 1점, 70~79세가 2점, 80세 이상은 3점으로 측정하고, 과거 낙상경험이 입원 전 6개월 이내 있으면 5점, 없으면 0점으로 측정한다. 배설장애는 실금이 있으면 2점, 긴박뇨(변)나 빈뇨(변)가 있으면 2점, 긴박뇨(변)와 빈뇨(변) 및 실금 다 있으면 4점으로 측정한다. 투약 개수는 자가통증 조절장치/마약성 진통제, 항경련제, 항고혈압제, 이노제, 수면제, 변완하제, 진정제, 항정신성약물 등 낙상 고위험 약물 투여가 1개이면 3점, 2개 이상은 5점, 지난 24시간 이내 진정을 동반한 시술로 인해 진정제 투여가 있으면 7점으로 측정한다. 환자 치료장비 개수는 정맥주입관, 흉관, 유치도뇨관, 각종 배액관(환자에게 부착된 모든 장비) 등을 1개 삽입하고 있으면 1점, 2개 삽입은 2점, 3개 이상이면 3점으로 측정한다. 복수선택이 가능한 기동성장애 수준은 기동, 이동 혹은 보행 시 도움이나 감독이 필요하면 2점, 불안정한 걸음걸이 2점, 기동성에 영향을 주는 시각장애 혹은 청각장애가 있으면 2점으로 측정한다. 또한 복수선택이 가능한 인지장애 수준은 물리적 환경에 대한 즉각적인 인지적 대처 변화에 대한 인지능력이 떨어져 있으면 1점, 충동적인 성향이나 행동이 있으면 2점, 자신의 신체적, 인지적 제한에 대한 이해 부족이 있으면 4점으로 측정한다. 총 7항목으로 총점이 최하 0점, 최고 35점으로, 총점에 따른 낙상위험군 분류는 저위험은 5점 이하, 중위험은 6~13점, 고위험은 14점 이상으로 분류된다

(Poe, Cvach, Dawson, Straus, & Hill, 2007). 도구개발 원저자가 제시한 경계점수 14점이었을 때 민감도 62.0%, 특이도 69.5%, 양성예측도 33.6%, 음성예측도 86.0%로 나타났다(Poe, Cvach, Gartrelu, Radzik, & Joy, 2005). 도구 사용을 위하여 도구개발 원저자에게 도구 사용에 대한 승인을 받았다.

3) 한국형 낙상위험 사정도구

FAS-K는 고령(만 65세 이상), 입원 전 최근 6개월 이내 낙상 경험, 현 입원 기간 중 낙상경험, 지남력 장애(시간, 장소, 사람에 대한 지남력이 없거나 명확하지 않음), 부적절한 행동(흥분, 안절부절 못함, 공격성, 폭력적인 행동 등), 보행능력에 제한이 있으나 이해 부족으로 걸으려고 시도함, 불안정한 걸음걸이, 균형장애 및 자세 불안정, 전신쇠약을 보이거나 허약함을 호소함, 일상생활에 지장을 주는 감각장애(시력장애, 청력장애, 말초감각장애), 24시간 이내의 마취나 진정이 필요한 수술(시술 포함) 경험, 24시간 이내 고위험약물이 1개 이상 투약(진정제, 항우울제, 항정신제, 항고혈압제, 이노제, 항경련제 등), 배뇨 및 배설장애(야뇨, 긴급뇨, 빈뇨, 실금, 실변, 설사 등), 환자에게 부착되어 보행에 방해가 될 수 있는 장비(Intravenous line, 각종 배액관, 모니터 line 등)의 14개 항목으로 구성되어 있다. FAS-K의 점수는 총점이 최저 0점에서 최고 14점이며, 있다는 1점, 없다는 0점을 부여하는 이분형 척도를 이용하여 측정한다. 낙상위험성 분류는 측정점수가 0~3점이면 낙상 위험성이 적음, 4~14점이면 낙상 위험성이 높음으로 평가한다. FAS-K의 낙상유무에 따른 곡선하 면적(Area Under Curve, AUC)은 .757이었고, 고위험 경계점수를 4점으로 하였을 때 민감도 .853, 특이도 .494, 양성예측도 .085, 음성예측도 .984로 나타나 예측력과 타당도가 높은 도구로 나타났다(Choi, Ko, Lee, & Park, 2020). 도구 사용을 위하여 도구개발 원저자에게 도구 사용에 대한 승인을 받았다.

4. 자료수집

본 연구의 자료수집방법은 연구자가 소속된 대학병원에서 전자의무기록(EMR) 열람에 대한 승인과 기관연구윤리심의위원회(Institute Review Board, IRB) 심의 승인을 받은 후 2019년 10월 21일부터 2020년 3월 31일까지 5개월간 진행되었다. 대상자의 전자의무기록(EMR)을 토대로 낙상발생 여부를 구분하고 낙상군과 비낙상군에게 MFS와 JHFRAT 및 FAS-K를 동일하게 적용한 후 사정점수를 조사하고 자료를 수집하였다. 자료를 수집하는 동안 일관성을 유지하기 위하여 연

구대상자의 자료를 구조화된 표준자료수집틀인 증례기록지를 이용하여 MFS와 JHFRAT 및 FAS-K의 구성항목에 맞추어 동일하게 적용하였다. 낙상군은 낙상발생 직전과 비낙상군은 입원기간 중 오전 10시를 기준으로 조사의 신뢰도를 위해 연구자 1인이 각 도구별 낙상위험 요인을 사정한 후 점수를 구하고 그 중 가장 높은 사정점수를 추출하여 비교분석하였다.

5. 윤리적 고려

본 연구는 P대학병원의 기관연구윤리심의위원회(IRB No: 2019-09-030-001) 승인을 얻고, 해당 병원에도 별도로 전자의무기록(EMR) 열람에 대한 승인을 받은 다음 진행하였다. 수집된 자료는 연구목적에만 사용하고, 표준화된 증례기록지에 작성한 일반적 사항과 낙상 관련 자료 외에는 개인정보에 관한 자료를 수집하지 않았다. 연구자가 정보수집 과정에서 환자의 개인 신상을 구별할 수 있는 정보는 제거하고 기호로 대신하여 수집했으며, 모든 자료는 비밀번호를 입력하여 문서보안 설정을 하고 개인 컴퓨터 한 대에 저장하였다. 생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙 제 15조에 따라 연구 관련 기록은 연구가 끝난 후에도 향후 점검을 위해 연구가 종료된 시점부터 3년 동안 보관할 것이며, 그 이후 개인정보에 관한 사항은 개인정보 보호법 시행령 제 16조에 따라 종이문서는 파쇄하고 전자문서는 영구적으로 삭제할 것이다.

6. 자료분석

수집된 자료분석은 SPSS/WIN 25.0 프로그램과 MedCalc 프로그램을 이용하여 비교분석하였다.

- 연구대상자의 일반적 특성은 빈도와 백분율을 구하였고, 동질성 검증을 위하여 χ^2 -test, t-test를 이용하였다.
- MFS와 JHFRAT, FAS-K의 도구별 낙상군과 비낙상군의 차이검증은 t-test를 이용하였다.
- MFS와 JHFRAT, FAS-K와의 상관관계를 Pearson's correlation coefficient로 분석하였다.
- 낙상위험 사정도구별 타당도는 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity), 양성예측도(positive predictive value), 음성예측도(negative predictive value)를 비교·분석하였다.
- 각 낙상위험 사정도구의 평가점수를 기준으로 낙상군과 비낙상군에 대한 예측력을 비교하기 위한 방법으로 ROC 곡선을 통해 곡선 하 면적(Area Under the Curve, AUC)

을 SPSS/WIN 25.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 낙상군과 비낙상군을 구별하기 위한 경계점수(cut-off score)는 각 점수 구간에서 제시되는 민감도와 특이도 점수를 고려하여 가장 큰 구분점을 경계점수로 결정하였다.

로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이($t=-9.46, p<.001$)가 있었다(Table 2).

연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성 및 동질성 비교

낙상군과 비낙상군의 일반적 특성 중 동일한 조건으로 짝짓기한 결과 성별, 연령대, 진료과, 간호중증도와 입원경로, 입원방법에서 두 집단의 동질성을 검정한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없이 동질하게 나타났으나, 재원일수에서는 유의한 차이가 있었다. 낙상군의 성별은 남자 76명(61.8%), 여자 47명(38.2%)이었고, 비낙상군의 성별은 남자 76명(61.8%), 여자 47명(38.2%)이었다. 낙상군의 평균 연령은 70.5세로 70세 이상이 56.8%였고, 비낙상군의 평균 연령은 70.8세로 70세 이상이 59.4%를 차지하였다. 낙상군의 진료과는 내과계 69명(55.3%), 외과계 54명(43.9%)으로 나타났고, 비낙상군의 진료과는 내과계 69명(56.1%), 외과계 54명(43.9%)으로 나타났다. 낙상군의 간호중증도는 1군 57명(46.3%), 2군 63명(51.2%), 3군 3명(2.5%)으로 나타났고, 비낙상군의 간호중증도는 1군 61명(49.6%), 2군 61명(49.6%), 3군 1명(0.8%)으로 나타났다. 낙상군의 입원경로는 외래 65명(52.8%), 응급실 58명(47.2%)이었고, 비낙상군의 입원경로는 외래 57명(46.3%), 응급실 66명(53.7%)이었다. 낙상군의 입원방법은 도보 53명(43.1%), 휠체어 16명(13.0%), 눕는 차 54명(43.9%)으로 나타났고, 비낙상군의 입원방법은 도보 62명(50.4%), 휠체어 6명(4.9%), 눕는 차 55명(44.7%)으로 나타났다. 낙상군의 재원일수는 평균 28.1일이었고, 비낙상군의 재원일수는 평균 20.5일이었다(Table 1).

2. 연구대상자의 낙상위험 사정도구별 차이 비교

낙상위험 사정도구별 낙상군과 비낙상군 간의 평균을 비교하였을 때 세 가지 낙상위험 사정도구 모두 낙상군의 점수가 유의하게 높았다($p<.001$). MFS의 낙상군 평균점수는 58.37점, 비낙상군의 평균 46.26점으로 통계적으로 두 군 간에 유의한 차이($t=-5.81, p<.001$)가 있었다. JHFRAT의 낙상군 평균점수는 14.98점, 비낙상군의 평균점수는 12.42점으로 두군 간에 통계적으로 유의한 차이($t=-3.71, p<.001$)가 있었다. FAS-K의 낙상군 평균점수는 6.39점, 비낙상군 평균점수는 4.27점으

3. 낙상위험 사정도구 간의 상관관계

FAS-K와 MFS 간의 상관계수 값은 .67 ($p<.001$), FAS-K와 JHFRAT 간의 상관계수 값은 .85 ($p<.001$), MFS와 JHFRAT 간의 상관계수는 .69 ($p<.001$)로 모두 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 나타났다(Table 3).

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

MFS와 JHFRAT 및 FAS-K를 각 도구별로 경계점수를 결정하기 위해 ROC 곡선을 분석한 결과 MFS의 AUC는 .706으로 판별력이 양호한(good) 것으로 나타났다. JHFRAT의 AUC는 .649로 판별력이 충분한(sufficient) 것으로 나타났고, FAS-K의 AUC는 .804로 나타나 판별력이 매우 양호한(very good) 것으로 나타났다(Figure 1). 각 도구별로 ROC 분석을 통해 민감도와 특이도 최적의 점수를 근거하였을 때 각 도구의 경계점수는 MFS는 50점이고, JHFRAT는 13점, FAS-K는 4점으로 나타났다. MFS의 경우 도구개발 원저자가 제시한 경계점수 45점인 경우 민감도 65.9%, 특이도 63.4%, 양성예측도 .643%, 음성예측도 .650%로 나타났고, 본 연구에서 산출한 경계점수인 50점인 경우 민감도 63.4%, 특이도 71.5%, 양성예측도 69.0%, 음성예측도 66.2%로 나타났다. JHFRAT의 경우 도구개발 원저자가 제시한 경계점수 14점인 경우 민감도 54.5%, 특이도 71.5%, 양성예측도 65.7%, 음성예측도 61.1%로 나타났고, 본 연구에서 산출한 경계점수인 13점인 경우 민감도 61.0%, 특이도 65.0%, 양성예측도 63.6%, 음성예측도 62.5%로 나타났다. FAS-K의 경우는 도구개발 원저자가 제시한 경계점수와 본 연구에서 제시한 경계점수가 모두 4점으로 민감도 83.7%, 특이도 60.2%, 양성예측도 67.8%, 음성예측도 78.7%로 나타났다(Table 4).

논 의

본 연구에서는 종합병원의 일반병동에 입원한 성인 환자의 낙상발생을 예측할 수 있는 타당도 높은 낙상위험 사정도구를 확인하기 위해 MFS와 JHFRAT 및 FAS-K를 낙상군과 비낙상군에게 동일하게 적용하여 타당도를 비교분석하였다. 3개의 낙

Table 1. General Characteristics of the Participants

(N=246)

Characteristic	Categories	Total (n=246)	Non-fall (n=123)	Fall (n=123)	χ^2 (p)
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	
Age (year)	19~39	7 (2.8)	2 (1.6)	5 (4.1)	4.08 (.395)
	40~49	11 (4.5)	5 (4.1)	6 (4.9)	
	50~59	25 (10.2)	10 (8.1)	15 (12.2)	
	60~69	60 (24.3)	33 (26.8)	27 (22.0)	
	70~79	81 (33.0)	47 (38.2)	34 (27.6)	
	≥80	62 (25.2)	26 (21.2)	36 (29.2)	
		70.6±13.5	70.8±11.9	70.5±15.0	
Gender	Male	152 (61.8)	76 (61.8)	76 (61.8)	0.01 (1.000)
	Female	94 (38.2)	47 (38.2)	47 (38.2)	
Department	Medical unit	137 (55.7)	69 (56.1)	69 (56.1)	0.01 (1.000)
	Surgical unit	109 (44.3)	54 (43.9)	54 (43.9)	
Occupation	No	194 (78.9)	96 (78.0)	98 (79.7)	0.02 (.876)
	Yes	52 (21.1)	27 (22.0)	25 (20.3)	
Education	Non response	67 (27.2)	31 (25.2)	36 (29.3)	2.26 (.688)
	≤ Elementary school	58 (23.6)	32 (26.0)	26 (21.1)	
	Middle school	39 (15.9)	21 (17.1)	18 (14.6)	
	High school	44 (17.9)	23 (18.7)	21 (17.1)	
	≥ College	38 (15.4)	16 (13.0)	22 (17.9)	
Admission route	OPD	122 (49.6)	57 (46.3)	65 (52.8)	1.04 (.372)
	ER	124 (50.4)	66 (53.7)	58 (47.2)	
Admission method	Walking	115 (46.8)	62 (50.4)	53 (43.1)	5.26 (.072)
	Wheelchair	22 (8.9)	6 (4.9)	16 (13.0)	
	Strecher car	109 (44.3)	55 (44.7)	54 (43.9)	
Severity classification [†]	Class I	118 (48.0)	61 (49.6)	57 (46.3)	-0.71 (.473)
	Class II	124 (50.4)	61 (49.6)	63 (51.2)	
	Class III	4 (1.6)	1 (0.8)	3 (2.5)	
Length of stay (days)		24.3±26.0	20.5±18.0	28.1±31.7	-2.31 (.022)

[†]Severity Classification=patient classification system (PCS) in general nursing units; Class I (12~17 point), Class II (18~29 point), Class III (30~41 point); M=Mean; ; OPD=outpatient department, SD=Standard deviation.

Table 2. Difference of Score between the Fall and Non-fall Groups according to MFS, JHFRAT and FAS-K

(N=246)

Tools (score range)	Total (n=246)	Non-fall (n=123)	Fall (n=123)	t (p)
	M±SD	M±SD	M±SD	
MFS (0~125)	52.32±17.42	46.26±15.59	58.37±17.10	-5.81 (<.001)
JHFRAT (0~35)	13.70±5.55	12.42±5.41	14.98±5.42	-3.71 (<.001)
FAS-K (0~14)	5.33±2.05	4.27±1.44	6.39±2.03	-9.46 (<.001)

FAS-K=Fall Assessment Scale Korea; JHFRAT=Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool; M=Mean; MFS=Morse Fall Scale; SD=Standard deviation.

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

(N=246)

Variables	MFS	JHFRAT	FAS-K
	r (p)	r (p)	r (p)
MFS	1		
JHFRAT	.69 (<.001)	1	
FAS-K	.67 (<.001)	.85 (<.001)	1

FAS-K=Fall Assessment Scale Korea; JHFRAT=Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool; MFS=Morse Fall Scale.

상 사정도구를 적용하여 측정된 결과 FAS-K가 4점을 고위험군으로 하였을 경우 민감도 83.7%, 특이도 60.2%, 양성예측도 67.8%, 음성예측도 78.7%로 종합병원 일반병동에 입원한 성인 환자에게 낙상을 예측하는데 가장 적절한 도구로 나타났다. 따라서 FAS-K가 국내에서 개발된 도구로 국외 도구와 비교하여 타당도가 높음을 입증했다는 데 본 연구결과에 의의가 있다.

본 연구설계는 낙상군과 비낙상군을 연령, 성별, 진료과 및 병동을 동일한 조건으로 짝짓기하여 선정하였기 때문에 연령 및 성별과 관련된 낙상요인은 동일하였다. 전체 대상자의 평균 연령은 70.6세이었고, 낙상군의 평균 연령은 70.5세로 70세 이상이 56.8%로 나타나 Yoon, Lee, Jin과 Kang (2018)의 연구에서 낙상 환자의 평균 연령이 69.1세, 70세 이상 낙상 환자가

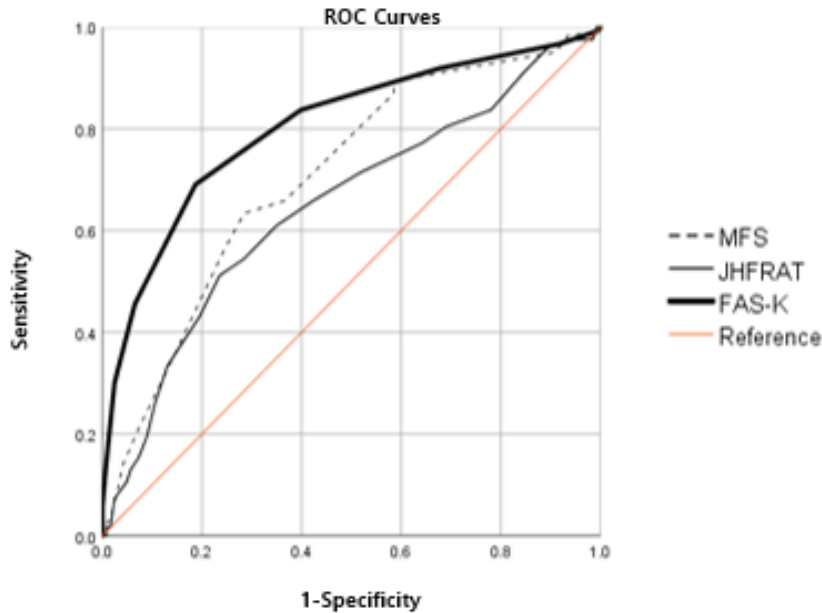


Figure 1. Receiver operating characteristic curve for the fall risk assessment tool.

Table 4. Comparison of Sensitivity, Specificity, PPV, NPV, and AUC for the Fall Risk Assessment Tool (N=246)

Tool	Scores	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
MFS	40	87.0	41.5	59.8	76.1
	45	65.9	63.4	64.3	65.0
	50	63.4	71.5	69.0	66.2
	55	56.1	75.6	69.7	63.3
	60	30.9	87.8	71.7	56.0
AUC=.706, 95% Confidence interval=.641 to .771, $p < .001$					
JHFRAT	11	71.5	48.0	57.9	62.8
	12	65.9	57.7	60.9	62.8
	13	61.0	65.0	63.6	62.5
	14	54.5	71.5	65.7	61.1
	15	51.2	76.4	68.5	61.0
AUC=.649, 95% Confidence interval=.580 to .718, $p < .001$					
FAS-K	2	96.7	8.1	51.3	71.4
	3	91.9	32.5	57.7	80.0
	4	83.7	60.2	67.8	78.7
	5	69.1	81.3	78.7	72.5
	6	45.5	93.5	87.5	63.2
AUC=.804, 95% Confidence interval=.748 to .859, $p < .001$					

AUC=area under curve; FAS-K=Fall Assessment Scale Korea; JHFRAT=Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool; MFS=Morse Fall Scale; NPV=negative predictive value; PPV=positive predictive value.

60.7%, Choi와 Ko 등(2017)의 연구의 70세 이상 54.6%와 유사했다. 이는 75세 이상의 노인 환자는 낙상발생과 낙상으로 인한 심각한 손상 발생 가능성이 다른 연령보다 상대적으로 높아 입원 중 발생한 낙상 환자의 특성 중 연령이 높을수록 낙상발생이 많다는 Choi와 Ko 등(2017)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 즉, 고령은 낙상에 큰 영향을 미치는 위험요인(Cho & Lee, 2017)으로 고령 환자 입원 시 환자와 보호자에게 낙상에 대한 교육을 제공하고 세심한 관찰과 적극적인 낙상예방 중재 활동이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구결과 낙상군은 남자는 61.8%, 여자는 38.2%로 남자가 1.6배 더 많았는데, 다른 연구에서 남자가 54.0~68.3%(Choi, Ko et al., 2017; Kang & Song, 2015; Cho & Lee, 2017; Yoon et al., 2018)를 차지한 연구결과와 유사하였으나, 여자가 1.26배 많았다고 보고한 Choi와 Lee 등(2017)의 연구결과와는 다르게 나타났다. 낙상발생이 남자가 여자보다 더 많은 것은 본 연구기간에도 남자 환자 입원 비율이 높았고, 남자 환자가 여자 환자보다 활동적인 것도 영향을 미쳤을 것이라 사료된다.

MFS와 JHFRAT 및 FAS-K의 낙상군과 비낙상군의 점수와 비교하였을 때 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타내어, 낙상 위험 사정점수가 높을수록 실제로 낙상이 발생할 가능성이 더 높다는 선행연구(Choi et al., 2020; Kim et al., 2011)의 결과와 일치하였다. 본 연구에서 MFS의 낙상군의 평균점수는 58.4점으로 Kim 등(2011)의 69.0점보다는 크게 낮았으며, Kang과 Song (2015)의 60.8점보다 약간 낮았다. 또한 본 연구결과에서 MFS 낙상예측 경계점수는 50점으로 도구개발 원저자가 제시한 45점(Morse et al., 1989)보다 높고, 임상환경에 따라 낙상 고위험군으로 제시한 경계점수 50점(Beack & Jeong, 2012; Kim et al., 2011)과 유사하게 나타났다.

본 연구에서 JHFRAT의 낙상군 평균점수는 14.98점으로 Kim 등(2011)의 15.3점과 도구개발 원저자가 제시한 14점과는 유사하였으며, Kang과 Song (2015)의 11.8점, Choi 등(2020)의 12.0점보다는 높게 나타났다. 또한 본 연구결과에서 JHFRAT 낙상예측 경계점수는 13점으로 나타났고, Kang과 Song (2015)의 연구에서 경계점수를 11점으로 하였을 경우 민감도와 특이도가 더 높은 것으로 나타났으며, Choi 등(2020)의 연구에서는 12점으로 나타났다. 두 도구 모두 원저자가 제시한 경계점수에서 낙상 예측력이 낮다는 결과를 나타나 낙상도구를 적용하기 위해서는 임상환경과 대상자의 특성에 맞는 적절한 점수를 결정하여 적용해야 할 필요가 있다.

본 연구결과 FAS-K의 낙상군 평균점수는 6.39점으로 Choi 등(2020)의 연구에서의 5.7점보다 약간 높게 나타났고, FAS-K

낙상예측 경계점수는 도구개발 원저자가 제시한 경계점수 4점과 동일하게 나타났다. 이는 도구가 한국 임상환경에서 성인입원 환자를 대상으로 이루어진 최근 개발된 도구로서 타당성이 있음을 다시 한번 입증해주는 것이라 볼 수 있다.

본 연구에서 사용한 3개 낙상위험 사정도구의 타당도를 비교분석하기 위하여 도구개발 원저자가 제시한 경계점수와 본 연구의 낙상위험 사정도구별 ROC 곡선을 통해 가장 적절한 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 비교분석하였다. 본 연구결과 MFS는 경계점수 50점에서 민감도 63.4%, 특이도 71.5%, 양성예측도 69.0%, 음성예측도 66.2%로 나타났고, 도구개발 원저자가 제시한 경계점수 45점에서는 민감도 65.9%, 특이도 63.4%, 양성예측도 64.3%, 음성예측도 65.0%로 나타났다. ROC 분석에서 제시된 민감도와 특이도의 합산 최적 점수를 근거로 하여 최적의 경계점수는 50점으로 확인되었다. JHFRAT는 경계점수 13점에서 민감도 61.0%, 특이도 65.0%, 양성예측도 63.6%, 음성예측도 62.5%로 나타났고, 도구개발 원저자가 제시한 14점에서 민감도 54.5%, 특이도 71.5%, 양성예측도 65.7%, 음성예측도 61.1%로 나타나 최적의 경계점수는 13점으로 확인되었다. MFS와 JHFRAT 두 군 모두 도구개발 원저자가 제시한 점수에서 낮은 낙상 예측력을 보였다. 이는 MFS와 JHFRAT 두 도구 모두 도구개발 원저자가 제시한 경계점수에서 낙상을 예측하는 선별력이 비교적 낮은 것으로 나타난 Park과 Kim (2016)의 연구와 유사한 결과이다. 따라서 도구 적용 시 각 임상현장에 맞는 적절한 점수를 정하여 적용할 필요가 있다는 선행연구(Schwendimann, De Geest, & Mili-sen, 2006; Choi et al., 2020)에 따라 본 연구에서도 민감도와 특이도가 더 높게 나타난 MFS의 50점과 JHFRAT의 13점을 경계점수로 제안하고자 한다.

FAS-K는 도구개발 원저자가 제시한 4점에서 민감도 .83.7%, 특이도 .60.2%, 양성예측도 67.8%, 음성예측도 78.7%로 나타났으며, 5점에서 민감도 69.1%, 특이도 81.3%, 양성예측도 78.7%, 음성예측도 72.5%로 나타났다. 민감도와 특이도의 합산 최적점수를 고려했을 때 5점이 낙상 고위험 환자를 예측할 수 있는 점수로 나타났으나, 도구의 목적에 따라 민감도나 특이도 중 하나를 좀 더 높게 하는 점수를 선택할 수 있다(Nam & Park, 2016). 특히 낙상은 발생할 것 같은 모든 환자를 선별하고 예측하여 적절한 낙상예방 간호중재를 제공하는 것이 중요하므로 낙상위험 사정도구는 민감도(낙상할 환자를 예측한 낙상한 환자의 비율)와 음성예측도(낙상하지 않을 환자를 예측한 실제 낙상하지 않은 환자의 비율)를 높이는 데 중점을 두어야 한다(Kim et al., 2011). 따라서 본 연구에서 경계점수

5점보다는 민감도와 음성예측도가 더 높게 나타난 4점을 경계점으로 제한하는 것이 낙상 고위험군을 조기에 판별함으로써 효율적인 낙상예방 관리전략 수립을 위해서 적절하다고 사료된다.

ROC (Receiver Operating Characteristic) 곡선은 판별의 정확도를 도표로 평가하기 위한 방법으로 ROC 곡선 면적이 0.7 이상일 때 판별력이 양호하다고 볼 수 있다(Kim, Shin, & Kang, 2018; Šimundić, 2009). 각 도구의 곡선하면적(AUC)을 비교하였을 때 FAS-K의 AUC는 .804로 판별력이 가장 높았으며, MFS이 .706, JHFRAT이 .649로 순으로 나타났다. 즉, 낙상군과 비낙상군을 판별하는 능력을 비교할 수 있게 해주는 곡선 하 면적이 FAS-K가 0.8 이상으로 매우 양호한 판별력을 가지고 있어 다른 도구보다 예측력이 좋다고 해석할 수 있다.

본 연구에서 MFS와 JHFRAT 및 FAS-K를 비교한 결과 국내에서 개발된 FAS-K가 일관된 경계점수와 높은 판별력을 가진 것으로 나타나 선행연구인 Choi 등(2020)의 결과를 지지하며 국내 실정에 더 적합한 도구로 나타나 본 연구결과는 의미있는 결과라 볼 수 있다. 이에 국내에서 개발된 FAS-K를 성인 환자의 낙상위험 평가에 적용하여 낙상 고위험군을 조기에 판별함으로써 효율적인 낙상예방 관리전략 수립을 위한 모니터 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

결론

본 연구는 종합병원에 일반병동에 입원한 성인 환자에게 MFS와 JHFRAT 및 FAS-K를 적용하여 예측력과 타당도가 높은 낙상위험 사정도구를 선별하여 낙상예방관리 전략수립에 도움을 주고자 수행되었다. MFS와 JHFRAT 및 FAS-K와의 상관관계를 검증한 결과 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 낙상위험 사정도구별 타당도 조사결과에서는 MFS는 50점, JHFRAT는 13점, FAS-K는 4점이 경계점수로 적절한 것으로 나타났다. 또한 낙상유무에 따른 낙상위험 사정도구별 ROC 곡선 하 면적(AUC) 비교에서 FAS-K의 AUC는 .804로 세 개의 낙상위험 사정도구 중 가장 적절한 판별력을 가진 도구로 나타났다.

본 연구는 일개 종합병원의 전자의무 기록을 토대로 수집된 후향적 자료에 국한되어 분석한 것이므로 이를 일반화하는 데에는 제한점이 있어 연구결과를 토대로 종합병원 병동에 입원한 성인 환자를 대상으로 전향적인 반복연구를 진행할 것을 제안한다. 아울러 낙상발생 예측에 적합하고 타당도 높은 도구로 FAS-K를 사용하여 낙상위험 평가에 적용하여 낙상 고위험군

을 조기에 판별하고 효율적인 낙상예방 관리 및 중재전략을 수립할 것을 제안한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflicts of interest.

ORCID

Kim, Hayng Suk <https://orcid.org/0009-0002-6954-4287>
Choi, Eun Hee <https://orcid.org/0000-0003-1060-1566>

REFERENCES

- Ang, N. K. E., Mordiffi, S. Z., Wong, H. B., Devi, K., & Evans, D. (2007). Evaluation of three fall-risk assessment tools in an acute care setting. *Journal of Advanced Nursing*, 60(4), 427-435. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04419.x>
- Beack, Y. G., & Jeong, I. S. (2012). Fall risk of patients admitted to emergency room. *Global Health and Nursing*, 2(1), 34-42.
- Bergland, A., & Wyller, T. B. (2004). Risk factors for serious fall related injury in elderly women living at home. *Injury Prevention*, 10(5), 308-313. <https://doi.org/10.1136/ip.2003.004721>
- Bouldin, E. D., Andresen, E. M., Dunton, N. E., Simon, M., Waters, T. M., Liu, M., et al. (2013). Falls among adult patients hospitalized in the United States: prevalence and trends. *Journal of Patient Safety*, 9(1), 13-17. <https://doi.org/10.1097/PTS.0b013e3182699b64>
- Cho, I., Boo, E. H., Lee, S. Y., & Dykes, P. C. (2018). Automatic population of eMeasurements from EHR systems for inpatient falls. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 25(6), 730-738. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy018>
- Cho, M. S., & Lee, H. Y. (2017). Factors associated with injuries after inpatient falls in a tertiary hospital. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 23(2), 202-210. <https://doi.org/10.22650/JKCNR.2017.23.2.202>
- Choi, E. H., Ko, M. S., Yoo, C. S., & Kim, M. K. (2017). Characteristics of fall events and fall risk factors among inpatients in general hospitals in Korea. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 23(3), 350-360. <https://doi.org/10.22650/JKCNR.2017.23.3.350>
- Choi, E. H., Ko, M. S., Hong, S. H., & Kim, I. S. (2019). Development of fall assessment scale in adult inpatients. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 25(2), 179-188. <https://doi.org/10.22650/JKCNR.2019.25.2.179>
- Choi, E. H., Ko, M. S., Lee, S. A., & Park, J. H. (2020). Validation of Adult Fall Assessment Scale Korean Version for adult patients in general hospitals in Korea. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 26(2), 265-273. <https://doi.org/10.22650/JKCNR.2020.26.2.265>

- Choi, E. J., Lee, Y. S., Yang, E. J., Kim, J. H., Kim, Y. H., & Park, H. A. (2017). Characteristics and risk factors for falls in tertiary hospital inpatients. *Journal of Korean Academy Nursing*, 47(3), 420-430. <https://doi.org/10.4040/jkan.2017.47.3.420>
- Coussement, J., De Paepe, L., Schwendimann, R., Denhaerynck, K., Dejaeger, E., & Milisen, K. (2008). Interventions for preventing falls in acute-and chronic-care hospitals: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatric Society*, 56(1), 29-36. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01508.x>
- DiBardino, D., Cohen, E. R., & Didwania, A. (2012). Meta-analysis: Multidisciplinary fall prevention strategies in the acute care inpatient population. *Journal of Hospital Medicine*, 7(6), 497-503. <https://doi.org/10.1002/jhm.1917>
- Haines, T. P., Hill, K., Walsh, W., & Osborne, R. (2007). Design-related bias in hospital fall risk screening tool predictive accuracy evaluations: Systematic review and meta-analysis. *The Journals of Gerontology: Series A*, 62(6), 664-672. <https://doi.org/10.1093/gerona/62.6.664>
- Healey, F., Scobie, S., Oliver, D., Pryce, A., Thomson, R., & Glampson, B. (2008). Falls in English and Welsh hospitals: A national observational study based on retrospective analysis of 12 months of patient safety incident reports. *Quality and Safety in Health Care*, 17(6), 424-430. <https://doi.org/10.1136/qshc.2007.024695>
- Jung, M. K., & Lee, S. M. (2019). Triggers and outcomes of falls in hematology patients: Analysis of electronic health records. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, 26(1), 1-11. <https://doi.org/10.7739/jkafn.2019.26.1.1>
- Kang, Y. O., & Song, R. (2015). Identifying characteristics of fall episodes and fall-related risks of hospitalized patients. *Journal of Muscle and Joint Health*, 22(3), 149-159. <https://doi.org/10.5953/JMJH.2015.22.3.149>
- Kim, J. H., Shin, S. H., & Kang, H. C. (2018). A case study on the use of ROC curve and AUC in the evaluation of discriminant model. *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 20(2), 609-619. <https://doi.org/10.37727/jkdas.2018.20.2.609>
- Kim, K. S., Kim, J. A., Choi, Y. K., Kim, Y. J., Park, M. H., Kim, H. Y., et al. (2011). A comparative study on the validity of fall risk assessment scales in Korean hospitals. *Asian Nursing Research*, 5(1), 28-37. [https://doi.org/10.1016/S1976-1317\(11\)60011-X](https://doi.org/10.1016/S1976-1317(11)60011-X)
- Morse, J. M., Morse, R. M., & Tylko, S. J. (1989). Development of a scale to identify the fall-prone patient. *Canadian Journal on Aging*, 8(4), 366-377. <https://doi.org/10.1017/S0714980800008576>
- Nam, A., & Park, J. (2016). Development of Korean Intensive Care Delirium Screening Tool (KICDST). *Journal of Korean Academy of Nursing*, 46(1), 149-158. <https://doi.org/10.4040/jkan.2016.46.1.149>
- Oliver, D., Healey, F., & Haines, T. P. (2010). Preventing falls and fall-related injuries in hospitals. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(4), 645-692. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2010.06.005>
- Park, S. H., & Kim, E. K. (2016). Systematic review and meta-analysis for usefulness of fall risk assessment tools in adult inpatients. *Korean Journal of Health Promotion*, 16(3), 180-191. <https://doi.org/10.15384/kjhp.2016.16.3.180>
- Perell, K. L., Nelson, A., Goldman, R. L., Luther, S. L., Prieto-Lewis, N., & Rubenstein, L. Z. (2001). Fall risk assessment measures: An analytic review. *Journal of Gerontology*, 56(12), 761-766. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.12.M761>
- Poe, S. S., Cvach, M., Dawson, P. B., Straus, H., & Hill, E. E. (2007). The Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool: Postimplementation evaluation. *Journal of Nursing Care Quality*, 22(4), 293-298. <https://doi.org/10.1097/01.NCQ.0000290408.74027.39>
- Poe, S. S., Cvach, M. M., Gartrell, D. G., Radzik, B. R., & Joy, T. L. (2005). An evidence based approach to fall risk assessment, prevention, and management: lessons learned. *Journal of Nursing Care Quality*, 20(2), 107-116. <https://doi.org/10.1097/00001786-200504000-00004>
- Schwendimann, R., De Geest, S., & Milisen, K. (2006). Evaluation of the Morse Fall Scale in hospitalised patients. *Age and Ageing*, 35(3), 311-313. <https://doi.org/10.1093/ageing/afj066>
- Šimundić, A. M. (2009). Measures of diagnostic accuracy: Basic definitions. *The Journal of the International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 19(4), 203-211.
- Wong, C. A., Recktenwald, A. J., Jones, M. L., Waterman, B. M., Bollini, M. L., & Dunagan, W. C. (2011). The cost of serious fall-related injuries at three mid western hospitals. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 37(2), 81-87. [https://doi.org/10.1016/S1553-7250\(11\)37010-9](https://doi.org/10.1016/S1553-7250(11)37010-9)
- Yoon, S. J., Lee, C. K., Jin, I. S., & Kang, J. G. (2018). Incidence of falls and risk factors of falls in inpatients. *Quality Improvement in Health Care*, 24(2), 2-14. <https://doi.org/10.14371/QIH.2018.24.2.2>