

후향적 자료분석을 통한 낙상위험 사정도구의 타당도 비교: 종합병원 입원 환자를 중심으로

강영옥¹ · 송라윤²

충남대학교병원¹, 충남대학교 간호대학²

Validation of Fall Risk Assessment Scales among Hospitalized Patients in South Korea using Retrospective Data Analysis

Kang, Young Ok¹ · Song, Rhayun²

¹Chungnam National University Hospital, Daejeon

²College of Nursing, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Purpose: The purpose of the study was to validate fall risk assessment scales among hospitalized adult patients in South Korea using the electronic medical records by comparing sensitivity, specificity, positive predictive values, and negative predictive values of Morse Fall Scale (MFS), Bobath Memorial Hospital Fall Risk Assessment Scale (BMFRAS), and Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment tool (JHFRAT). **Methods:** A total of 120 patients who experienced fall episodes during their hospitalization from June 2010 to December 2013 was categorized into the fall group. Another 120 patients, who didn't experience fall episodes with age, sex, clinical departments, and the type of wards matched with the fall group, were categorized to the comparison group. Data were analyzed for the comparisons of sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, and the area under the curve of the three tools. **Results:** MFS at a cut-off score of 48 had .806 for ROC curves, 76.7% for sensitivity, 77.5% for specificity, 77.3% for positive predictive value, and 76.9% for negative predictive value, which were the highest values among the three fall assessment scales. **Conclusion:** The MFS with the highest score and the highest discrimination was evaluated to be suitable and reasonable for predicting falls of inpatients in med-surg units of university hospitals.

Key Words: Inpatients, Accidental falls, Risk assessment, Validity

서 론

1. 연구의 필요성

낙상은 병원에 입원한 환자의 안전을 위한 주요지표 중 하

나로 최근 국내 의료기관 인증평가 기준에서 지속적인 성과 관리를 하고 경영진과 직원이 그 결과를 공유하도록 하고 있다[1]. 의료기관은 낙상발생의 잠재적 위험이 있는 장소로 외국의 경우 일 재원 환자 수 1,000명 당 0.7~4.0건 또는 3~5건 낙상이 발생하는 것으로 보고되었으며[2,3], 국내 연구에서도

주요어: 입원 환자, 낙상사고, 위험사정, 타당도

Corresponding author: Song, Rhayun

College of Nursing, Chungnam National University, 266 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 301-747, Korea.
Tel: +82-42-580-8331, Fax: +82-42-580-8309, E-mail: songry@cnu.ac.kr

- 이 논문은 제1저자 강영옥의 박사학위논문 의 축약본임.

- This manuscript is a condensed form of the first author's doctoral dissertation from Chungnam National University.

Received: Oct 21, 2014 / Revised: Feb 10, 2015 / Accepted: Feb 11, 2015

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

종합병원 입원 환자 1,000명당 낙상사고가 1.9건으로 보고되고 있어[4] 최근 국내 종합병원에서의 낙상위험에 대한 관심이 높아지고 있다.

낙상은 환자에게 신체적으로는 타박상이나 부종, 열상, 골절, 뇌손상 등의 심각한 상해를 초래할 뿐만 아니라[5] 심지어는 사망까지 이르게도 하며[6], 정서적으로는 불안과 낙상에 대한 두려움으로 정상 생활로부터 환자를 위축시키며 우울 및 자신감 상실 등의 부정적인 영향을 준다. 또한 낙상으로 인한 손상을 치료하기 위해 재원일수가 길어지고 검사나 수술, 재활치료로 인한 추가적인 의료비용의 부담과 의료과실로 인한 소송까지 이어지는 결과를 초래하고 있다. 이처럼 의료기관에서의 낙상발생은 환자의 안전을 위협할 뿐만 아니라 의료비 상승 등 상당한 부담을 주게 된다[8].

환자의 낙상은 부적절한 업무수행 과정과 작업환경, 안전을 경시하는 문화적 배경, 환자를 돌보는 간호사의 낙상에 대한 지식 부족 등으로 발생하기도 하지만[9] 환자 낙상의 78%는 예견된 생리적 낙상으로[10] 우연히 일어나는 불의의 사고가 아니라 예측과 예방할 수 있는 건강 문제로 인식되고 있다[11]. 이에 낙상의 내적 요인인 환자의 연령이나 질병, 신체장애 유무, 약물 복용 여부, 기동성, 의식상태 등을 평가하여 적절한 낙상예방 활동을 수행하도록 격려하는 한편, 적절한 보행 보조 기구의 사용, 침상 조명 유지, 병실 바닥이나 복도의 안전성 유지, 보행에 장애가 되는 장애물 관리 등 낙상의 외적 요인을 관리하는 간호중재를 하여야 한다[12].

이런 활동에 앞서 중요한 낙상예방 전략의 하나는 낙상의 위험이 높은 사람들을 확인할 수 있는 낙상위험 사정도구를 입원 초기와 환자 상태가 변화되는 시점에 적용하여 낙상 위험군을 파악한 후 효율적으로 관리하는 것이다[13]. 특히 타당성 있는 도구를 이용하여 낙상 고위험 환자를 사전에 예측하고 환자의 낙상 예방활동을 전개하는 것은 모든 낙상예방 프로그램의 주요한 요소이다[14].

현재 임상 현장에서는 다양한 낙상위험 평가도구가 개발되어 사용되고 있으며, 도구의 타당도와 적용 가능성을 평가하는 연구가 진행되고 있다[15]. 그러나 대부분 도구 사용 결과들을 일반화시키기에는 제한이 있으며[16], 기존 연구에서 개발된 국내외의 다양한 낙상위험 사정도구를 대상으로 낙상위험 예측도를 평가한 결과를 분석해 보면 적용 대상과 환경에 따라 서로 다른 결과를 보이는 것으로 보고되고 있다. 국내외적으로 가장 잘 알려진 Morse 낙상위험 사정도구(MFS)의 경우 임상 현장에 따라 민감도가 72%에서 83%, 특이도는 29%에서 83%로 대상자에 따라 큰 차이를 보이고 있다[17]. 국내 급성기 신경계

환자를 대상으로 한 연구에서는 민감도 50.0%, 특이도 90.1%, 양성예측도 14.0%, 음성예측도 98.2%로 나타나 낙상을 적절히 예측하지 못하는 것으로 보고된[12] 반면 다른 기존의 연구[18]에서는 예측타당도가 높다고 보고하고 있어 급성기 환자가 아닌 일반 병동 입원 환자를 대상으로 Morse 낙상위험 사정도구에 대한 추가적인 타당도 조사연구가 요구된다고 하겠다.

국내에서 개발된 낙상위험 사정도구인 Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구(BMFRAS)는 노인과 재활 환자를 대상으로 개발되어 활용되고 있으며 타당도와 신뢰도를 검증한 연구[18]가 있으나 낙상발생이 높은 병동을 대상으로 하였기 때문에 종합병원의 일반 병동에 적용하기에는 무리가 있었다. 또한 Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구(JHFRAT)는 성인 환자를 대상으로 임상과 연구를 기초로만 들여져 임상 실무자들에게 인정받는 도구로 국내에서 타당성에 대한 연구[18,19]가 있으나 낙상발생이 높은 병동과 응급실을 대상으로 하였기 때문에 종합병원의 일반 병동에 적용하기 위해서는 더 많은 검증이 필요하다.

최근 인구의 고령화에 따른 노인 환자와 만성질환자의 증가, 질병의 다양화 등으로 낙상위험 환자가 증가하는 추세로 대상자에 따른 낙상위험 요인을 정확히 반영할 수 있는 도구의 선정이 중요하다. 현재 우리나라에서 사용되고 있는 낙상위험 사정도구는 병원마다 외국에서 개발된 다양한 도구를 해당 병원 환자의 특성을 고려하지 않고 사용하고 있거나, 의료기관 자체에서 개발된 낙상위험 사정도구를 사용함으로써 타당도가 떨어져 낙상 예측력이 낮다[20]. 또한 국내 일부 병원에서 사용하고 있는 사정도구는 만 65세 이상 환자는 낙상위험을 사정하지 않고 낙상 고위험 환자로 분류하여 낙상예방 간호를 적용하고 있는 실정이다[21]. 낙상위험 사정도구는 적용 시 대상자 및 환경적 위험 요인을 정확히 반영할 수 있고[22], 임상 현장의 다양성과 입원 환자의 특성, 간호사의 업무량, 도구 사용 용이성 등을 고려해 적용하는 것이 중요하다[23].

이에 본 연구는 병원현장에서 발생한 낙상 사례의 충분한 숫자의 확보를 위하여 후향적 접근방법을 통해 환자안전관리 보고시스템에 등록된 낙상군을 대상으로 자료수집을 시도하였으며 국내외의 대표적인 낙상위험 사정도구를 종합병원의 일반 병동에 입원한 환자에게 적용하여 타당도 높은 낙상위험 사정도구를 제시하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 Morse 낙상위험 사정도구와 Bobath

Memorial Hospital 낙상위험 사정도구, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구를 종합병원의 일반 병동에 입원한 환자에게 적용하여 경계점수(cut-off score)를 확인한 후 각 도구의 민감도, 특이도, 양성예측도와 음성예측도를 비교·분석하여 타당도 높은 낙상위험 사정도구를 제시하고자 한다. 구체적 목적은 다음과 같다.

- 낙상군과 비낙상군의 일반적 특성을 비교한다.
- Morse 낙상위험 사정도구, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구별 낙상군과 비낙상군의 낙상위험 사정 점수의 평균과 대상자를 내과계·외과계로 구분하여 평균을 비교한다.
- 각 낙상위험 사정도구별 민감도, 특이도, 양성예측도, 그리고 음성예측도 및 전반적인 타당도를 비교·분석한다.
- ROC 커브(receiver operating characteristics curve)를 기준으로 경계점수(cut-off score)를 결정하고, 영역비교를 통해 종합병원에 입원한 내과계·외과계 낙상 고위험 환자를 구분할 수 있는 타당도 높은 도구를 제시한다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 종합병원에서 입원 치료를 받은 성인 환자의 전자의무기록지를 이용하여 낙상여부를 구분하여 자료를 수집한 후향적 조사연구이다. 낙상발생 위험도를 평가하기 위하여 Morse 낙상위험 사정도구(MFS), Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구(BMFRAS), Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구(JHFRAT)를 이용해 점수를 구하고, 민감도, 특이도, 양성예측도와 음성예측도를 분석함으로써 타당도 높은 낙상위험 사정도구를 제시하기 위하여 수행되었다.

2. 연구대상

본 연구의 대상은 D시 소재 일개 종합병원에서 전자의무기록 시스템이 도입된 2010년 6월부터 2013년 12월까지 환자 안전관리 시스템에 보고된 재원기간 동안 낙상을 경험한 환자 120명을 낙상군으로 정의하였으며, 대조군은 2013년 입원한 환자 중에서 연령, 성별, 진료과 및 병동을 낙상군과 동일조건으로 짝짓기 하여 선정된 120명을 비낙상군으로 하였다.

3. 연구도구

1) Morse 낙상위험 사정도구(Morse Fall Scale, MFS)

Morse 낙상위험 사정도구는 과거 낙상 경험, 이차 진단(부진단), 보행 보조, 정맥수액요법/해파린 투, 걸음걸이/이동, 의식/정신상태 등 총 6개 항목으로 낙상위험 정도를 평가한다. 과거 낙상 경험이 있으면 25점, 없으면 0점, 이차 진단이 있으면 15점, 이차 진단이 없는 경우는 0점으로 측정한다. 보행 보조기구의 사용여부는 주변의 가구를 붙들면서 이동하면 30점, 목발, 지팡이, 보행기(위커)를 사용하는 경우 15점, 보조기를 사용하지 않는 경우나 침상안정, 휠체어 사용, 간호사가 도와주는 경우는 0점으로 측정한다. 정맥수액요법이나 해파린 투를 부착하면 20점, 부착하지 않으면 0점이며, 보행장애에서는 걸음걸이나 이동에서 장애가 있으면 20점, 균형을 잡고 걸을 수 있으나 보폭이 좁고 허약하게 걷는 경우 10점, 정상이나 침상안정, 부동 상태이면 0점으로 측정한다. 보행장애에 대한 자신의 기능수준에 대해 인지능력 장애가 있는 경우 15점, 잘 알고 있는 경우 0점을 부여한다. 6분항에 대한 총점은 0점에서 최고 125점으로 구성되어 있으며, 25점 미만이면 저위험군, 25~50점은 중등도 위험군, 51점을 초과하는 경우는 고위험군으로 분류된다. 도구 개발 시 경계점수 45점이었을 때 민감도는 78%, 특이도는 83%, 조사자간의 신뢰도는 96%였다[24].

2) Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구(Bobath Memorial Hospital Fall Risk Assessment Scale, BMFRAS)

Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구는 나이, 낙상 과거력, 활동 수준, 의식상태, 의사소통, 위험 요인 수(수면장애, 배뇨장애, 시력장애, 어지러움, 우울, 흥분, 불안), 관련 질환 수(뇌졸중, 고혈압, 저혈압, 치매, 파킨슨병, 골다공증, 신장장애, 근골격계 질환, 발작장애), 약물 수(고혈압제, 이뇨제, 강심제, 최면진정제, 항우울제, 항불안제, 항파킨슨제, 항진경제) 등 총 8개 항목으로 구성되어 있다. 나이 60세 미만은 0점, 60~69세는 1점, 70~79세 2점, 80세 이상은 3점으로 측정하며, 낙상 과거력이 없으면 0점, 지난 1년 이내 낙상이 있으면 1점, 지난 1~5개월 이내 낙상 2점, 지난 4주 이내 낙상은 3점으로 측정한다. 활동 수준은 외상상태 0점, 1명 이상의 많은 도움으로 휠체어 이동이 가능하면 1점, 1명의 약간의 도움으로 휠체어 이동이 가능하면 5점, 보조기나 한 사람의 도움으로 보행이 가능하면 8점으로 측정한다. 의식상태는 지남력(시간, 장소, 사람)이 있으면 0점, 평가하기 어려우면 (uncheckable) 2점, 사람과 장소에 대한 지남력이 있으면 4

점, 사람에 대한 지남력만 있으면 6점, 지남력이 없으면 8점으로 측정한다. 의사소통이 정상이면 0점, 청력상실이 있으면 1점, 언어장애가 있으면 2점, 청력과 언어장애가 같이 있으면 3점으로 측정한다. 수면장애, 배뇨장애, 시력장애, 어지러움, 우울, 흥분, 불안 등 위험 요인이 없으면 0점, 1~2개 1점, 3개 2점, 4개 이상이면 3점으로 측정한다. 뇌졸중, 고혈압, 저혈압, 치매, 파킨슨병, 골다공증, 신장장애, 근골격계 질환, 발작장애 등 낙상과 관련된 질환이 없는 경우는 0점, 1~2개 1점, 3~4개 2점, 5개 이상은 3점으로 측정한다. 낙상에 영향을 주는 약물을 복용 A군은 고혈압제, 이노제, 강심제, B군은 최면진정제, 항우울제, 항불안제, 항파킨슨제, 항전간제 등에서 A가 0개, B가 0~2개면 0점이고, A가 1~3개, B가 0~2개면 1점, A가 0개, B가 3~6개면 2점, A가 1~3개, B가 3~6개면 3점으로 측정한다. 총점이 15점 이상은 고위험군으로 분류된다.

3) Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구(Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool, JHFRAT)

Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구는 나이, 낙상 과거력, 배설장애, 투여 약물 개수, 환자치료 장비 개수, 기동성 장애 수준, 인지장애 수준 등 총 7개 항목으로 낙상위험 정도를 평가한다. 낙상 위험도는 연령 60~69세 1점, 70~79세 2점, 80세 이상은 3점으로 측정하고, 낙상 과거력은 입원 6개월 이내 낙상 과거력이 있으면 5점으로 측정한다. 배설장애는 노실금 또는 변실금이 있으면 2점, 긴박뇨(변) 또는 빈뇨(변)가 있으면 2점, 긴박뇨(변)와 빈뇨(변) 및 실금 둘 다 있으면 4점으로 측정한다. 투여 약물 개수는 마약성 진통제, 항경련제, 항고혈압제, 이노제, 수면제, 변연하제, 진정제, 항정신 약물 등 낙상 고위험 약물 투여가 1개면 3점, 2개 이상은 5점이며, 지난 24시간 이내 진정을 필요로 하는 시술로 인한 진정제 투여가 있으면 7점으로 측정한다. 환자치료 장비 개수는 정맥주입관, 흡관, 유치도뇨관 등을 1개 삽입하고 있으면 1점, 2개 삽입은 2점, 3개 이상이면 3점으로 측정한다. 기동성 장애 수준은 복수선택이 가능하며 이동 혹은 보행 시 도움이나 감독이 필요하면 2점, 불안정한 걸음걸이 2점, 기동성에 영향을 줄 정도의 시각 혹은 청각장애가 있으면 2점으로 측정한다. 인지장애 수준은 복수선택이 가능하며 주변 환경에 대한 인지능력이 떨어져 있으면 1점, 충동성이 있으면 2점, 자신의 신체적, 인지적 제한에 대해 인식하지 못하면 4점으로 측정한다. 점수범위는 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%, 양

성예측도 33.6%, 음성예측도 86.0%로 나타났다[25].

4. 자료수집

본 연구의 자료수집은 연구자 소속 대학과 자료수집 대상 병원에서 전자의무기록 열람에 대해 승인을 받은 후 2014년 1월부터 2개월 동안 진행되었다. EMR에서 수집하는 자료에 대해 일관성을 유지하기 위해 모든 대상자의 자료를 구조화된 표준자료 수집틀을 만들어 문서 시스템에 익숙한 연구자 1인이 자료수집을 담당하였다.

5. 자료분석

수집된 자료는 SPSSWIN V. 20.0 프로그램과 MedCalc 프로그램을 이용하여 입력하고 통계처리를 하였다.

- 낙상군과 비낙상군의 일반적 특성은 서술 통계를 이용하여 빈도, 백분율을 구하였으며 동질성 검증을 위하여 χ^2 test를 이용하였다.
- Morse 낙상위험 사정도구, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구별 낙상군과 비낙상군의 평균 점수와 내과계 또는 외과계 대상자를 분리하여 분석한 각 사정도구별 평균 점수는 t-test를 이용하여 검정하였고, 유의수준(α) 0.05로 양측검정을 실시하였다.
- 각 도구별 타당도는 민감도(Sensitivity), 특이도(Specificity), 양성예측도(Positive Predictive Value), 음성예측도(Negative Predictive Value)를 비교·분석하였다.
- 각 도구 평가점수를 기준으로 낙상군/비낙상군에 대한 예측능력(진단정확도)을 비교하기 위한 방법으로 Receiver operating characteristics (ROC) curve를 통한 곡선하 면적(Area Under the Curve, AUC)을 SPSS/WIN과 MedCalc 프로그램을 이용하여 분석하였다. 낙상군과 비낙상군 사이를 구별하기 위한 경계점수(cut-off score)는 각 점수구간에서 제시되는 민감도와 특이도 점수를 합산했을 때 가장 큰 구분점을 경계점수로 결정하였다. 낙상위험 평가도구간의 AUC 차이에 대한 유의성은 MedCalc 프로그램에서 z statistics로 분석하였다.

6. 윤리적 고려

대상자 인권보호를 위해 연구자 소속 대학의 기관연구 윤리

심의위원회(IRB: Institutional Review Board)심의 번호: 제 2013-38호) 승인을 얻고, 해당 병원에도 별도로 전자의무기록 열람에 대해 승인을 받은 후 진행하였다. 수집된 자료는 연구목적으로만 사용되었으며, 설문에 필요한 일반적 사항 및 낙상 관련 자료 이외의 개인정보는 수집하지 않았다. 제 1 연구자가 데이터 추출 과정에서 환자를 식별할 수 있는 정보는 삭제 후 부호화하여 전산에 입력하였다. 모든 자료는 비밀번호가 설정된 주 컴퓨터 한 대에 저장하여 분석하였다.

연구결과

1. 대상자의 특성 및 동질성 비교

대상자의 일반적 특성 및 동질성 검정 결과는 다음과 같다(Table 1). 낙상군과 비낙상군의 일반적 특성 중 짝짓기 한 연령, 성별 및 진료과 특성에서는 예상대로 두 군이 동일한 분포를 보였으며, 이외의 특성인 직업($p=.666$), 교육정도($p=.333$), 입원경로($p=.147$), 입원방법($p=.300$)에서도 통계적으로 유의한 차이가 없어 동질하게 나타났다.

2. 낙상위험 사정도구별 점수 비교

낙상위험 사정도구별로 전체 대상자와 내과계·외과계의 낙상군과 비낙상군 간의 낙상위험도 총점 평균 점수는 다음과 같다(Table 2). 낙상위험 사정도구별 전체 낙상군과 비낙상군 간의 평균을 비교하였을 때 3개의 낙상위험 사정도구 모두 낙상군의 점수가 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 세 도구 간에는 .611에서 .662로 중정도의 상관을 보였다($p<.001$). Morse 낙상위험 사정도구의 총점 평균 점수는 51.1점이었으며, 낙상군의 평균은 60.8점, 비낙상군의 평균은 41.5점으로 나타났다. Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구의 총점 평균 점수는 9.3점이었으며, 낙상군의 평균은 10.9점, 비낙상군의 평균은 7.6점으로 나타났다. Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구의 총점 평균 점수는 10.8점이었으며, 낙상군의 평균은 11.8점, 비낙상군이 평균은 9.8점으로 나타났다. 낙상위험 사정도구별 내과계·외과계 대상자의 총점평균을 비교하였을 때 Morse 낙상위험 사정도구($p=.300$), Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구($p=.095$), Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구($p=.453$) 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 1. Comparison of General Characteristics and Homogeneity Tests between the Fall and Non-fall Groups (N=240)

Characteristics	Categories	Total	Fall group	Non-fall group	χ^2	p
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Age [†] (year)	<65	88 (36.7)	44 (36.7)	44 (36.7)		
	≥65	152 (63.3)	76 (63.3)	76 (63.3)		
		66.3±12.98	66.1±12.9	66.2±12.92		
Gender [†]	Male	164 (68.3)	82 (68.3)	82 (68.3)		
	Female	76 (31.7)	38 (31.7)	38 (31.7)		
Department [†]	Medical unit	208 (86.7)	104 (86.7)	104 (86.7)		
	Surgical unit	32 (13.3)	16 (13.3)	16 (13.3)		
Occupation	Yes	44 (18.3)	17 (14.2)	27 (22.5)	2.78	.666
	No	196 (81.7)	103 (85.8)	93 (77.5)		
Education	≤Elementary	105 (43.8)	50 (41.6)	55 (45.8)	3.41	.333
	Middle school	40 (16.7)	21 (17.5)	19 (15.8)		
	High school	60 (25.0)	35 (29.2)	25 (20.9)		
	≥College	35 (14.5)	14 (11.7)	21 (17.5)		
Admission route	OPD	99 (41.3)	45 (37.5)	54 (45.0)	1.39	.147
	ER	141 (58.7)	75 (62.5)	66 (55.0)		
Admission method	Walking	68 (28.3)	29 (24.2)	39 (32.5)	2.41	.300
	Wheelchair	39 (16.3)	19 (15.8)	20 (16.7)		
	Stretcher car	133 (55.4)	72 (60.0)	61 (50.8)		
Total		240 (100.0)	120 (100.0)	120 (100.0)		

[†]The characteristics of the group have been matched for age, gender and department; OPD=outpatient department, ER=emergency room.

3. 사정도구별 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도

원도구의 개발자가 제시한 경계점수와 본 연구에서 ROC를 구하여 최적의 민감도, 특이도 점수를 경계점수로 하여 낙상위험 사정도구별 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 분석한 결과는 다음과 같다(Table 3). Morse 낙상위험 사정도구를 이용했을 때 본 연구에서 산출된 점수인 48점을 경계점수로 하였을 때 민감도 76.7%, 특이도 77.5%, 양성예측도 77.3%, 음성예측도 76.9%로 나타났으며, 원저자가 제시한 경계점수 45점에서는 민감도 86.7%, 특이도 60.8%, 양성예측도 68.9%, 음성예측도 82.0%로 나타났으며, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구는 본 연구에서 산출한 점수 10점을 경계점수로 하였을 때 민감도 75.0%, 특이도 58.3%, 양성예측도 64.3%, 음성예측도 70.0%로 나타났으며, 원저자가 제시한 경

계점수 15점에서는 민감도 14.2%, 특이도 95.0%, 양성예측도 73.9%, 음성예측도 52.5%로 나타났다. Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구에서는 본 연구에서 산출한 점수 11점을 경계점수로 하였을 때 민감도 62.5%, 특이도 63.3%, 양성예측도 63.0%, 음성예측도 62.8%로 나타났으며, 원저자가 제시한 경계점수 14점에서는 민감도 25.8%, 특이도 85.8%, 양성예측도 64.6%, 음성예측도 53.6%로 나타났다.

내과계 환자를 대상으로 Morse 낙상위험 사정도구를 이용했을 때 산출된 점수인 48점에서 민감도는 76.9%, 특이도 80.8%, 양성예측도 80.0%, 음성예측도 77.8%로 나타났다. Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구에서는 산출한 점수 10점을 경계점수로 하였을 때 민감도 76.9%, 특이도 55.8%, 양성예측도 63.5%, 음성예측도는 70.7%로 나타났다. Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구에서는 산출한

Table 2. Mean Scores of Fall Risk Assessment Scales by Department (N=240)

Tools	Department	Total	Fall group	Non-fall group	t	p
		M±SD	M±SD	M±SD		
MFS		51.1±18.9	60.8±17.8	41.5±14.7	-9.13	< .001
	Medical unit	50.6±18.6	60.4±17.1	41.0±14.7	1.04	.300
	Surgical unit	54.4±20.6	63.1±22.3	45.6±14.7		
BMFRAS		9.3±4.7	10.9±4.2	7.6±4.7	-5.66	< .001
	Medical unit	9.5±4.6	11.1±3.9	7.9±4.7	1.68	.095
	Surgical unit	8.0±5.4	9.9±5.0	6.1±4.1		
JHFRAT		10.8±4.0	11.8±3.9	9.8±3.8	-4.19	< .001
	Medical unit	10.9±4.0	12.0±3.8	9.8±3.8	0.75	.453
	Surgical unit	10.3±4.1	11.0±4.3	9.7±3.8		

MFS=Morse Fall Scale; BMFRAS=Bobath Memorial Hospital Fall Risk Assessment Scale; JHFRAT=Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool.

Table 3. Sensitivity, Specificity, PPV and NPV by Scales at each Cut-off Score by Department

Tools	Department	Cut-off score		Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
		Original study	Present study				
MFS		45		86.7	60.8	68.9	82.0
			48	76.7	77.5	77.3	76.9
	Medical unit			76.9	80.8	80.0	77.8
	Surgical unit			75.0	56.3	63.2	69.2
BMFRAS		15		14.2	95.0	73.9	52.5
			10	75.0	58.3	64.3	70.0
	Medical unit			76.9	55.8	63.5	70.7
	Surgical unit			62.5	75.0	71.4	66.7
JHFRAT		14		25.8	85.8	64.6	53.6
			11	62.5	63.3	63.0	62.8
	Medical unit			64.4	64.4	64.4	64.4
	Surgical unit			50.0	56.3	53.3	52.9

PPV=positive predictive value; NPV=negative predictive value; MFS=Morse Fall Scale; BMFRAS=Bobath Memorial Hospital Fall Risk Assessment Scale; JHFRAT=Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool.

점수 11점에서 민감도와 특이도, 양성예측도 및 음성예측도 모두 64.4%로 나타났다. 외과계 환자를 대상으로 Morse 낙상 위험 사정도구를 이용했을 때 산출된 점수인 48점에서 민감도는 75.0%, 특이도 56.3%, 양성예측도 63.2%, 음성예측도 69.2%로 나타났다. Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구에서는 산출한 점수 10점을 경계점수로 하였을 때 민감도 62.5%, 특이도 75.0%, 양성예측도 71.4%, 음성예측도 66.7%로 나타났다. Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구에서는 산출한 점수 11점에서 민감도 50.0%, 특이도 56.3%, 양성예측도 53.3%, 음성예측도 52.9%로 나타났다.

4. 사정도구별 Receiver Operating Characteristics 비교

각 도구별로 ROC 분석에서 제시된 민감도와 특이도의 합산 최적점수를 근거하였을 때 각 도구의 경계점수는 Morse 낙상위험 사정도구는 48점, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구는 10점, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구는 11점으로 나타났다.

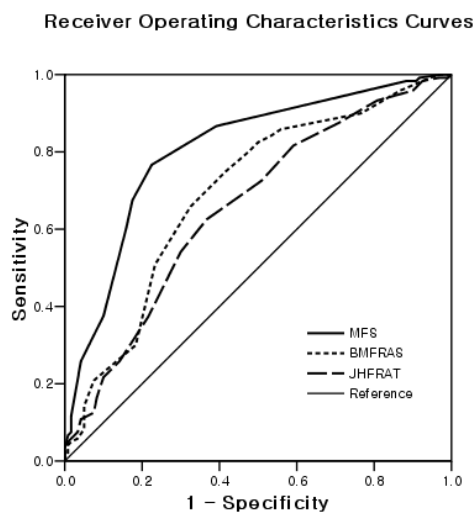
각 도구의 곡선하면적(AUC)은 Morse 낙상위험 사정도구 .806, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구 .695, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구 .656으로 나타났다(Figure 1). MedCalc 프로그램을 통해 본 연구의 ROC를 근거로 한 경계점수를 기준으로 하였을 때 각 도구의 곡선하면적을 비교한 결과 Morse 낙상위험 사정도구는 Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구보다 유의하게 설명력

이 높았으며(z statistic 3.253, $p=.001$), Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구보다도 설명력이 유의하게 높았다(z statistic 4.643, $p<.001$). 그러나 Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구와 Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구 간의 곡선하면적은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

낙상위험 사정도구별로 내과계·외과계 대상자의 ROC (receiver operating characteristics) curve 분석 결과는 Figure 2와 같다. 각 도구별로 ROC 분석을 통하여 전반적인 타당도를 평가한 결과, 내과계 환자의 각 도구의 곡선하면적(AUC)은 Morse 낙상위험 사정도구 .821, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구 .692, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구 .668로 나타났다. 외과계 환자의 각 도구의 곡선하면적(AUC)은 Morse 낙상위험 사정도구 .736, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구 .693, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구 .592로 나타났다.

논 의

본 연구는 종합병원에 입원한 환자의 낙상발생 예측에 적합하고 타당도 있는 낙상위험 사정도구를 제시하기 위하여 3개의 낙상위험 측정도구 즉, Morse 낙상위험 사정도구, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구를 적용하여 민감도, 특이도, 양성예측도와 음성예측도를 비교·평가하고, 곡선하면적 비교



MFS=Morse Fall Scale; BMFRAS=Bobath Memorial Hospital Fall Risk Assessment Scale; JHFRAT=Johns Hopkins Hospital Fall Risk Assessment Tool (Medcalc analysis: MFS > BMFRAS $z=3.253$, $p=.001$; MFS > JHFRAT $z=4.643$, $p<.001$).

Figure 1. Receiver operating characteristics curves of the three fall risk assessment scales.

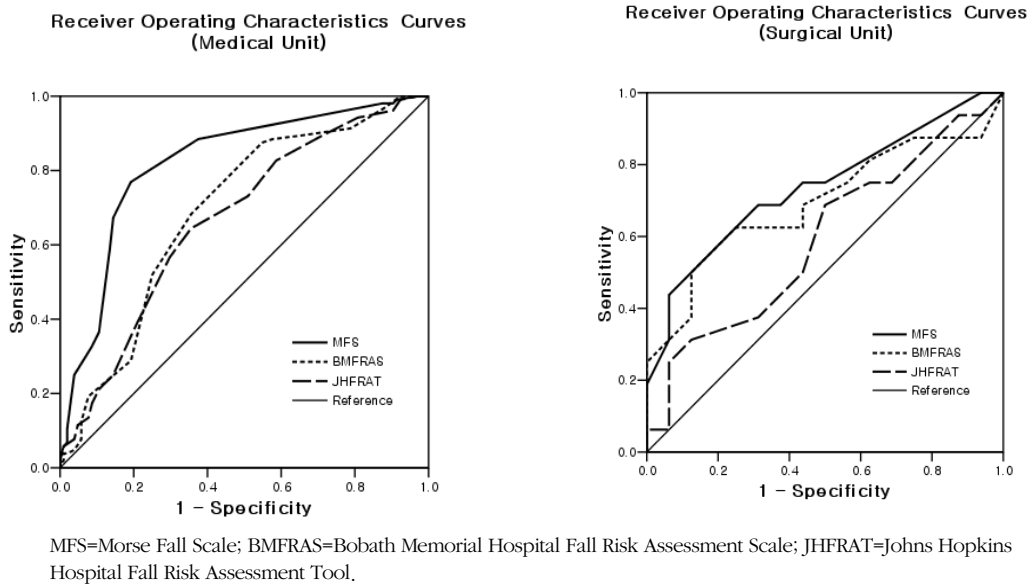


Figure 2. Receiver operating characteristics curves of the three fall risk assessment scales for participants from the medical or surgical units.

를 통해 각 사정도구의 타당도를 비교하였다. 낙상군은 낙상 발생 전 마지막 측정 점수를 기준으로 하여 3가지 도구를 적용하였으며, 비낙상군은 입원기간 중 위험도가 가장 높은 시점의 평가 점수를 추출하였다.

본 연구에서 전체 대상자 240명의 평균 연령은 66.3세였으며, 낙상군의 평균 연령은 66.1세로 최근 2010년 건강보험의 65세 이상 노인 의료비는 전체 의료비의 31.6%를 차지하며 계속 늘어나고 있는 추세[26]를 반영하듯 전체 환자 60% 이상이 65세 이상인 것으로 나타났다. 본 연구설계는 낙상군과 비낙상군을 연령, 성별, 진료과 및 병동을 동일한 조건으로 짝짓기 하여 선정하였기 때문에 연령 및 성별과 관련된 낙상 요인은 동일하였다.

본 연구의 대상자들에게 적용한 Morse 낙상위험 사정도구의 평균점수는 51.1점, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구의 평균점수는 9.3점, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구의 평균점수는 10.8점이었다. Kim 등의 연구 [18]에서는 Morse 낙상위험 사정도구의 평균점수는 49.7점, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구의 평균점수는 10.7점, Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구의 평균점수는 11.6점으로 차이가 있었다. 동일한 낙상위험 사정도구를 적용한 선행연구와 본 연구의 낙상위험 사정 점수평균이 다소 차이를 보이는 것은 첫째, 본 연구의 의료 환경 및 대상자의 특성이 반영된 것으로 볼 수 있으며, 둘째 연령, 성별, 질병 등 낙상의 대표적 위험 요인인 3개 위험 요인을 짝짓기

했기 때문에 위험도가 상쇄되어 나타난 것으로 볼 수 있다.

낙상위험 사정도구의 타당도를 분석하기 위하여 원도구의 개발자가 제시한 경계점수와 본 연구의 ROC를 이용한 최적의 민감도, 특이도 점수를 경계점수로 하여 낙상위험 사정도구별 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 등 4가지 지표를 사용하였다.

연구결과 Morse 낙상위험 사정도구는 경계점수 48점과 비교하였을 때 원저자가 제시한 경계점수 45점에서 민감도와 특이도가 더 높았으므로 도구 적용 시 각 임상 환경에 맞는 적절한 점수를 결정하여 적용할 필요가 있다는 연구[27]에 따라 본 연구에서도 경계점수를 45점으로 제안하고자 한다. Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구에서는 10점을 경계점수로 하였을 때가 원저자가 제시한 경계점수 15점보다 민감도와 특이도가 더 높았다. Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구에서도 최적 점수로 나타난 경계점수 11점에서 민감도와 특이도가 더 높은 것으로 두 도구 모두 원저자가 제시한 경계점수에서 낙상 예측력이 낮은 것으로 나타났다.

타당도는 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도의 4개 지표로 구성되며, 모든 지표가 1에 가까울수록 좋으나 현실적으로는 민감도를 높이면 특이도가 줄어들게 되므로 4개의 지표 중 민감도(실제 낙상 환자 중에서 도구를 통해 낙상할 것으로 예측된 환자의 비율)와 음성예측도(도구에서 낙상하지 않을 것으로 예측된 환자가 실제 낙상하지 않은 비율)에 중점을 두어 타당도가 높다고 판단되는 도구를 선택하여 임상에서 사용

해야 하며[28], 일반적으로 낙상과 같이 바람직하지 않은 사건의 경우는 특이도보다 민감도가 높아 사용자에게 적시에 필요한 조치를 취할 수 있도록 하는 역할이 중요하다[20]. 본 연구에서 적용한 세 도구의 민감도와 음성예측도를 ROC에서 최적으로 제시된 경계점수에서 비교하였을 때 Morse 낙상위험 사정도구의 민감도와 음성예측도가 가장 높았으며, 상대적으로 Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구의 예측도가 가장 낮았다. 또한 낙상/비낙상군을 구별하는 능력을 비교할 수 있도록 해주는 곡선하면적도 Morse 낙상위험 사정도구가 가장 높은 판별력을 가진 것으로 나타나 선행연구[18]의 결과를 지지한다. 낙상위험 사정도구별 내과계와 외과계 대상자의 낙상군과 비낙상군 간의 평균을 비교하였을 때 Morse 낙상위험 사정도구($p=.300$), Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구($p=.095$), Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구($p=.453$) 모두 통계적으로 유의하지 않아 계열에 상관없이 낙상위험 사정도구의 적용이 가능한 것으로 나타났으며, 타당도를 비교한 결과 Morse 낙상위험 사정도구의 민감도와 음성예측도가 가장 높게 나타나 내과계와 외과계 대상자의 낙상위험 평가를 위해 공통적으로 적용할 수 있는 도구로 나타났다.

이상의 연구를 종합해 보면 본 연구는 종합병원에 입원한 다양한 연령층의 내과계·외과계 성인 환자를 대상으로 낙상위험을 사정하기 위한 적합한 도구로 Morse 낙상위험 사정도구의 의한 적용가능성을 제시하였으므로, 종합병원에서 입원 환자의 낙상위험 평가에 적용하여 낙상 고위험군을 조기에 선별함으로써 효율적인 낙상예방을 위한 모니터 기능을 할 수 있을 것으로 생각된다.

결론 및 제언

본 연구는 종합병원에 입원한 성인 환자에게 예측력과 타당도가 높은 낙상위험 사정도구를 선정하여 활용하기 위하여 시도된 것으로, Morse 낙상위험 사정도구, Bobath Memorial Hospital 낙상위험 사정도구와 Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구를 적용하여 민감도, 특이도, 양성예측도와 음성예측도를 비교·분석하였다.

도구의 타당도 조사결과에서 Morse 낙상위험 사정도구가 고위험경계점수 48점에서 ROC 곡선의 곡선하면적 .806, 민감도 76.7%, 특이도 77.5%, 양성예측도 77.3%, 그리고 음성예측도 76.9%로 나타났다. Bobath Memorial Hospital 낙상

위험 사정도구는 고위험 경계점수 10점에서 ROC 곡선의 곡선하면적 .695, 민감도 75.0%, 특이도 58.3%, 양성예측도 64.3%, 음성예측도는 70.0%로 나타났다. Johns Hopkins Hospital 낙상위험 사정도구에서는 고위험 경계점수 11점에서 민감도 62.5%, 특이도 63.3%, 양성예측도 63.0%, 음성예측도 62.8%로 나타났다. 결론적으로 Morse 낙상위험 사정도구가 가장 높은 판별력을 가진 것으로 나타나 종합병원 입원 환자의 낙상을 예측하기에 적합하고 타당한 것으로 평가되었다. 또한 Morse 낙상위험 사정도구는 내·외과계 대상자에게 공통으로 적용하기에 적합한 타당도를 가진 것으로 나타났다.

본 연구는 일개 병원의 전자의무 기록과 환자안전관리 시스템에 보고된 후향적 자료에 국한되어 분석한 것이므로 이를 일반화하는 데에는 제한이 있다. 그러므로 국내 다양한 의료기관을 대상으로 낙상 실태와 관련하여 사용하고 있는 도구의 임상적 유용성을 평가하는 추가적인 연구로 체계화된 전향적 연구를 시행할 것과 연구설계 시 연령, 성별, 진료과 및 동일 병동을 짝짓기 함으로써 일반적 특성 중 나이와 성별 등 선행 연구를 지지하는 것과는 다른 결과를 보인 것에 대해 낙상위험 요인과 낙상발생률과의 관련성에 대한 연구를 제언한다. 또한, 낙상 고위험 환자를 선별하기 위한 경계점수를 결정함에 있어 본 연구에서는 연령, 성별, 진료과 등을 짝짓기 하여 경계점수가 하향조정되었을 가능성이 있으므로 추후 Morse 낙상위험 사정도구를 일정기간 적용한 후 타당도 조사를 위한 반복 연구를 제언한다.

REFERENCES

1. Korea Institute for Healthcare Accreditation. Accreditation Standards 2.0. Department of Health and Human Services. 2014;19-20.
2. Bouldin ED, Andresen EM, Dunton NE, Simon M, Waters TM, Liu M, et al. Falls among adult patients hospitalized in the United States: prevalence and trends. *Journal of Patient Safety*. 2013;9(1):13-7. <http://dx.doi.org/10.1097/PTS.0b013e3182699b64>
3. Oliver D, Healey F, Haines TP. Preventing falls and fall-related injuries in hospitals. *Clinics in Geriatric Medicine*. 2010;26(4): 645-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cger.2010.06.005>
4. Kim YS, Choi-Kwon SM. Fall risk factors and fall risk assessment of inpatients. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2013;25(1):74-82. <http://dx.doi.org/10.7475/kjan.2013.25.1.74>
5. Kim CG. An analysis of fall incidence rate and its related factors of fall in inpatients. [master's thesis]. Seoul: Seoul National University; 2002.

6. Coussement J, De Paepe L, Schwendimann R, Denhaerynck K, Dejaeger E, Milisen K. Interventions for preventing falls in acute-and chronic-care hospitals: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatric Society*. 2008;56(1):29-36. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01508.x>
7. Bergland A, Wyller TB. Risk factors for serious fall related injury in elderly women living at home. *Injury Prevention*. 2004;10(5):308-13. <http://dx.doi.org/10.1136/ip.2003.004721>
8. Oliver D, Daly F, Martin FC, McMurdo MET. Risk factors and risk assessment tools for falls in hospital in-patients: a systematic review. *Age and Ageing*. 2004;33(2):122-30. <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/afh017>
9. Lopez KD, Gerling GJ, Cary MP, Kanak MF. Cognitive work analysis to evaluate the problem of patient falls in an inpatient setting. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2010;17(3):313-21. <http://dx.doi.org/10.1136/jamia.2009.000422>
10. Morse JM. Preventing patient falls: establishing a fall intervention program. New York: Springer 2009.
11. Morse JM. Enhancing the safety of hospitalization by reducing patient falls. *American Journal of Infection Control*. 2002;30(6):376-80. <http://dx.doi.org/10.1067/mic.2002.125808>
12. Kim SR, Yoo SH, Shin YS, Jeon JY, Kim JY, Kang SJ, et al. Comparison of the reliability and validity of fall risk assessment tools in patients with acute neurological disorders. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2013;25(1):24-32. <http://dx.doi.org/10.7475/kjan.2013.25.1.24>
13. Kim KS, Kim JA, Kim MS, Kim YJ, Kim ES, Park KO, et al. Development of performance measures based on the nursing process for prevention and management of pressure ulcers, falls and pain. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2009;15(1):133-47.
14. Myers H, Nikolett S. Fall risk assessment: a prospective investigation of nurses' clinical judgement and risk assessment tools in predicting patient falls. *International Journal of Nursing Practice*. 2003;9(3):158-65. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1440-172X.2003.00409.x>
15. Chapman J, Bachand D, Hyrkas K. Testing the sensitivity, specificity and feasibility of four falls risk assessment tools in a clinical setting. *Journal of Nursing Management*. 2011;19(1):133-42. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2834.2010.01218.x>
16. Kim EA, Mordiffi SZ, Bee WH, Devi K, Evans D. Evaluation of three fall-risk assessment tools in an acute care setting. *Journal of Advanced Nursing*. 2007;60(4):427-35. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04419.x>
17. O'Connell B, Myers H. The sensitivity and specificity of the morse fall scale in an acute care setting. *Journal of Clinical Nursing*. 2002;11(1):134-36. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2702.2002.00578.x>
18. 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. [http://dx.doi.org/10.1016/S1976-1317\(11\)60011-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1976-1317(11)60011-X)
19. Beack YG. Fall risk of patients admitted to emergency room. *Global Health Nursing*. 2011;2(1):34-42.
20. 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):484-92. <http://dx.doi.org/10.11111/jkana.2011.17.4.484>
21. Baek SY. Clinical usability evaluation of fall risk assessment tool implemented in the electronic medical record system. [master's thesis]. Seoul: Catholic University; 2012.
22. Vassallo M, Stockdale R, Sharma JC, Briggs R, Allen S. A comparative study of the use of four fall risk assessment tools on acute medical wards. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005;53(6):1034-38. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53316.x>
23. Perell KL, Nelson A, Goldman RL, Luther SL, Prieto-Lewis N, Rubenstein LZ. Fall risk assessment measures: an analytic review. *Journal of Gerontology*. 2001;56(12):761-66. <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/56.12.M761>
24. Morse J, Morse R, Tylko S. Development of a scale to identify the fall-prone patient. *Canadian Journal on Aging*. 1989;8(4):366-77. <http://dx.doi.org/10.1017/S0714980800008576>
25. Poe SS, Cvach M, Gartrell GD, Radzik RB, Joy LT. An Evidence-based approach to fall risk assessment, prevention, and management lesson learned. *Journal of Nursing Care Quality*. 2005;20(2):107-16.
26. Korea National Statistical Office. Statistical report on the aged. [Internet]. Seoul: Statistics Korea; 2011. [cited 2014 July 30] Available from: <http://kostat.go.kr/portal/korea/>
27. Schwendimann R, De Geest S, Milisen K. Evaluation of the morse fall scale in hospitalized patients. *Age and Ageing*. 2006;35(3):311-13. <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/afj066>
28. Lee YH, Jung IS, Jun SS. A comparative study on the predictive validity among pressure ulcer risk assessment scales. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2003;33(2):162-69.