

Braden 욕창위험사정도구의 예측 타당도 메타분석

박성희¹ · 박유선²

¹배재대학교 간호학과, ²고려대학교 안산병원 적정진료관리팀

Predictive Validity of the Braden Scale for Pressure Ulcer Risk: A Meta-analysis

Park, Seong-Hi¹ · Park, Yu-Sun²

¹School of Nursing, Pai Chai University, Daejeon

²Quality Improvement Team, Korea University Ansan Hospital, Ansan, Korea

Purpose: The Braden Scale is one of the most intensively studied risk assessment scales used in identifying the risk of developing pressure sore. However, not all studies show that the predictive validity of this scale is sufficient. The purpose of this study was to evaluate the Braden Scale for predicting pressure ulcer development. **Methods:** Articles published 1946 and 2013 from periodicals indexed in Ovid Medline, Embase, CINAHL, KoreaMed, NDSL and other databases were selected, using the following keywords: 'pressure ulcer'. The QUADAS-II was applied to assess the internal validity of the diagnostic studies. Selected studies were analyzed using meta-analysis with MetaDisc 1.4. **Results:** Thirty-eight diagnostic studies with high methodological quality, involving 17,934 patients, were included. Results of the meta-analysis showed that the pooled sensitivity and specificity of the Braden Scale were 0.74 (95% CI: 0.72-0.76), 0.75 (95% CI: 0.74-0.76) respectively. However the predictive validity of the Braden Scale has limitation because there was high heterogeneity between studies. **Conclusion:** The Braden Scale's predictive validity of risk for pressure ulcer is interpreted as at a moderate level. However there is a limitation to the interpretation of the results, because of high heterogeneity among the studies.

Key words: Pressure sore, Sensitivity, Specificity, Meta-analysis

서 론

1. 연구의 필요성

욕창예방은 오늘날 보건의료가 당면한 가장 중요한 도전과제 중 하나이다[1]. 욕창은 한 부위에 지속적인 압력이 가해질 때 그 부위에 순환장애가 일어나 조직이 손상된 상태로, 환자에게 흔한 잠재적 실제적인 간호문제이다[2]. 욕창은 재원기간과 사망률 및 합병증 발생률을 증가시키며, 삶의 질을 감소시키고 전 세계적으로 경제적 손실

을 야기 시킨다[3]. 국제의료기관인증기구인 The Joint Commission[4]은 미국의 경우 매해 2,500만 명의 욕창 환자가 발생되고 환자 당 4만 달러의 의료비용이 소요되며, 연간 6만 명의 환자가 욕창관련 합병증으로 사망한다고 보고하였다. 또한, 총 9개국이 참여한 국제욕창발생률연구에 따르면[5], 1989년 9.2%였던 욕창 발생은 1999년 14.8%, 2005년 15.2%로 그 증가폭이 점점 커졌으며, 2005년 미국의 의료기관별 욕창 발생률은 병원이 14.6%, 장기급성치료시설(long term acute care) 27.3%, 장기요양시설 14.4%로 분석되었다.

국내 욕창발생률이나 치료비용 등에 관한 국가 통계는 체계적으

주요어: 욕창, 민감도, 특이도, 메타분석

Address reprint requests to : Park, Yu-Sun

Quality Improvement Team, Korea University Ansan Hospital, 123 Jeokgeum-ro, Danwon-gu, Ansan 425-707, Korea
Tel: +82-31-412-5577 Fax: +82-31-412-6813 E-mail: ssun104@hotmail.com

Received: July 28, 2014 Revised: August 21, 2014 Accepted: November 10, 2014

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NoDerivs License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>)
If the original work is properly cited and retained without any modification or reproduction, it can be used and re-distributed in any format and medium.

로 조사되어 있지 않으나[6] 몇몇 연구에서 입원한 경우는 11.0%, 중환자실에서는 21.7-45.5%[7], 노인요양시설 거주자는 9.8%[8], 요양병원 입원환자는 7.0%로 보고되고 있다[9]. 특히, 우리나라의 경우 노인인구와 빠르게 확산되는 장기요양시설, 보호자 개입 감소 등의 사회적 촉진요인을 갖고 있어 욕창예방은 더욱 시급히 해결해야 할 간호 문제라고 해석된다.

욕창은 움직임이 자유롭지 않은 모든 환자에서 발생할 가능성이 있으므로 병원이나 장기요양시설에 입원하는 경우 표준화된 욕창 위험사정도구를 이용하여 욕창위험도를 평가하고, 이에 따라 욕창 발생이 예상되는 위험군을 선별하여 욕창예방중재를 시행해야 한다. 따라서, 이는 주로 국가별 의료기관 인증기준에 포함되어 그 시행이 강조되고 있으며, 우리나라에서도 예외는 아니다[10].

현재 사용되는 욕창위험사정도구는 1962년 영국에서 개발된 Norton 도구, 1973년 Gosnell 도구, 1985년 Waterlow 도구, 1991년 중환자실 환자를 위한 Cubbin과 Jackson 도구가 있지만 국제적으로 가장 많이 활용되는 것은 1987년 미국에서 장기요양시설 노인을 대상으로 개발된 Braden 도구이다[6,11,12]. 도구 개발 당시 Bergstrom 등[12]의 연구팀은 그동안 Norton 및 Gosnell 도구가 사용되어 왔지만 도구에 대한 신뢰도와 타당도가 검증된 바가 없어 욕창 발생이 예상되는 환자가 과다 추정되고, 욕창이 발생된 환자도 잘못 분류하고 있다고 지적하였다. Braden 도구는 욕창 발생에 가장 중요한 요소를 외적 압력(pressure)과 조직의 내성(tolerance)으로 보고, 외부에서 압력을 높이는 요인으로 동작제한, 활동부족, 감각인지장애를 들었으며 조직 내성에 관련된 요소는 외적요인으로는 습기, 마찰 및 전단력(shear)을, 내적요인으로는 영양상태, 연령, 세동맥압(arteriolar pressure)을 포함하였다[11,12].

그러나 이렇게 개발된 Braden 도구도 이후 다른 연구자들에 의해 재검증되는 과정에서 어떤 환자를 대상으로 하느냐에 따라 민감도와 특이도에 차이를 보였으며[13], 경계점수(cut-off point)도 다양하게 보고되었다[3]. 욕창위험사정도구의 예측타당도에 대한 영향요인으로 인종[3,12], 성별[7,12], 연령[6,11], 입원장소[14], 피부상태[6,7], 영양[13], 재원기간[15,16], 간호사의 감별능력[9] 등을 그 원인으로 언급되고 있으나 일관적이지는 않았으며, 영향요인으로 언급되었더라도 연구에 따라 다른 결과를 보였다. 따라서, 기존의 다른 도구들과 비교하는 몇몇 연구에서 현재 사용되는 욕창위험사정도구들이 어느 정도 욕창발생을 예측할 수 있지만 이 도구들을 임상에서 표준적 임상 도구로 사용하는 것은 비효율적이라고 지적되었다[14-17].

이에 본 연구에서는 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 Braden 도구의 진단법 평가연구 결과를 중심으로 한 메타분석을 통해 욕창발생여부를 감별하는 Braden 도구의 예측 타당도에 대해 확인하고, 이에 영향을 미치는 요인을 분석함으로 간호사정 선별도구로서

과학적인 근거를 제시하고자 한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 Braden 욕창위험사정도구의 욕창발생 예측의 진단정확도를 보고한 연구에 대한 메타분석 연구이다.

2. 문헌 검색 전략

본 연구는 코크란 연합의 진단법 정확도에 대한 체계적 문헌고찰 핸드북[18] 및 PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 그룹이 제시한 체계적 문헌고찰 보고지침 [19]에 따라 수행되었다.

1) 문헌 검토 기준(criteria for considering studies for this review)

(1) 연구유형(type of studies)

Braden 욕창위험사정도구를 사용하여 욕창발생 예측의 정확성을 평가한 연구를 포함하였다. 그러나 연구 결과에서 민감도, 특이도만 제시하고 2×2 이원분류표를 작성하는데 충분한 진단정확도 자료를 제공하지 않은 연구는 제외하였다.

(2) 연구 대상(type of participants)

병원이나 장기요양시설에 입원한 환자를 대상으로 하였다.

(3) 시험 진단법(index test)

Braden 욕창위험사정도구를 대상으로 하였다. 욕창발생 위험사정의 판단은 각 연구에서 연구자가 제시한 경계점수를 기준으로 하였다.

(4) 참조표준검사(reference standards)

욕창발생은 미국 및 유럽욕창협회의(National Pressure Ulcer Advisory Panel [NPUAP], European Pressure Ulcer Advisory Panel [EPUAP])나 AHCPR (Agency for Health Care Policy and Research [AHCPR])의 전문가 그룹과 개별 학자(Bergstrom, Lowthian, Lyder)에 의해 개발된 피부상태 평가척도나 International Classification of Diseases-9 (ICD-9)에 따른 진단명을 통해 확인하였다.

(5) 진단 정확도 결과(types of outcome measures)

연구 결과를 토대로 진양성(true positive), 위양성(false positive), 위

음성(false negative), 진음성(true negative) 값을 기술하고, 이를 토대로 민감도, 특이도, 양성 및 음성우도비, 진단교차비를 비교하였다.

2) 문헌 검색 방법(search methods for identification of studies)

(1) 전자데이터베이스 검색(electronic searches)

전자 데이터베이스(DB)를 이용한 검색은 2013년 10월 1일에 시행되었다. 국내는 KoreaMed와 국가과학기술정보센터(NDSL) 및 한국교육학술정보원(KERIS)을, 국외는 Ovid-Medline (1946년 1월부터 2013년 10월), Embase (1947년 1월부터 2013년 10월)와 Cochrane Library 및 CINAHL Plus with Full Text를 이용하였다.

(2) 기타 문헌 검색원(searching other resources)

욕창관련분야의 학술지가 빠짐없이 포함될 수 있도록 한국간호과학회, 기본간호학회, 성인간호학회, 지역사회간호학회, 노인간호학회, 임상간호연구, 한국재활간호학회와 대한가정의학회, 대한재활의학회의 홈페이지를 통해 학술지 검색을 추가하였다. 학술지 검색범위는 한국간호과학회의 대한간호학회지는 1970년, 기본간호학회지 1994년, 성인간호학회지과 지역사회간호학회지는 1989년, 노인간호학회지 1999년, 임상간호연구는1995년, 한국재활간호학회지 1998년, 대한가정의학회지 1980년, 대한재활의학학회지는 1977년부터 2013년 10월 7일 검색 당일 학회 홈페이지에 게시된 전체 문헌을 대상으로 하였다.

(3) 검색어(search terms)

핵심질문의 구성요소인 연구 대상 및 진단법으로부터 주요 개념어를 도출하여 검색전략을 구성하였다. 국내 DB는 '욕창'과 '욕창도구', '욕창사정' 및 'pressure ulcer risk assessment', 'decubitus ulcer risk assessment'를 이용하였다. 국외 DB는 효율적 검색을 위해 욕창관련 의학주제용어(Medical Subject Heading [MeSH]) 및 주요 개념어를 도출하여 검색전략을 구성하였다. 사용된 검색어는 'pressure ulcer', 'decubitus ulcer', 'skin ulcer', 'bed sore'와 'risk assessment'이었으며, 각 단어가 사용되는 형태를 검토하여 절단검색, 만능문자 및 인접연산자를 활용하였다. 진단법 평가 연구에 대한 검색필터(search filter)는 SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network)에서 제시한 검색전략을 활용하였다.

3) 자료 수집 및 분석(data collection and analysis)

(1) 문헌 선정 기준(selection and exclusion criteria)

문헌선택은 입원 환자를 대상으로 Braden 욕창위험사정도구를 이용하여 진양성, 위양성, 진음성, 위음성 결과를 보고한 진단법 평가 연구로, 동료심사(peer-reviewed)를 거친 한국어와 영어로 출판

된 문헌이었다. 원저가 아니거나 참조표준검사와 비교한 진단법 평가 연구가 아니거나 진단정확도를 계산할 수 없는 연구 및 수치 등 부분피부궤양에 대한 연구 등은 배제하였다.

(2) 문헌 선택 과정(selection of studies)

검색된 문헌에서 일차적으로 중복된 문헌을 제거하고, 문헌의 제목 및 초록을 검토하였으며, 정확한 판단이 곤란한 경우는 원문을 찾아 선택 및 배제기준을 적용하여 문헌을 선별하였다. 이 과정은 2명의 저자가 각자 독립적으로 검토한 후 합의를 통해 결정하였으며, 의견의 불일치가 있는 경우는 제3자 개입의 원칙을 정하였다.

(3) 문헌의 질 평가

문헌의 질은 2명의 저자에 의해 QUADAS-II (Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies-II) 도구를 활용하여 독립적으로 평가하였다[20]. QUADAS-II는 진단법 평가 연구에 대한 질 평가 도구로 '편중의 위험(risk of bias)'과 '적용(applicability)'을 평가하게 되며, 평가항목은 대상자 선택, 시험 진단법, 참고 표준 검사와 과정 및 적시성(flow and timing)의 4가지 영역(domain)으로 구성되어있다.

(4) 자료 추출 및 분석(data extraction and management)

자료 추출은 우선 근거표(evidence table) 기본 서식을 작성하여 시범적으로 서식의 적절성을 검토한 후 사용되었다. 이 역시 두 명의 저자가 독립적으로 작성한 후 그 결과를 서로 교차 확인하였다. 선택된 문헌의 연구 유형, 연구 장소, 연구 기관 수, 연구 대상의 성별 분포, 연령, 재원기간, Braden 도구의 경계점수와 아울러 욕창위험사정도구의 진단결과인 진양성, 위양성, 위음성, 진음성 값을 기술하였다. 이를 토대로 2×2 이원분류표로 작성하였고, '2-way Contingency Table Analysis' 프로그램을 이용하여 민감도, 특이도, 양성우도비, 음성우도비 및 진단정확도와 각 항목의 95% 신뢰구간(95% confidence interval [95% CI])을 재계산하였다.

3. 통계적 분석과 자료 통합

MetaDiSc 1.4 프로그램을 이용하여 메타분석하였다. 진단법 메타분석에서 통합 추정치를 분석하고자 하는 경우, 연구 간 이질성을 반영하기 위해 랜덤효과모형 사용을 권고하므로[18], 통계적 모델에 대한 일반적 원칙은 임의효과모형(random effect model)을 토대로 하였으며, 통합 민감도와 특이도, 양성 및 음성우도비와 진단교차비 및 sROC 곡선(symmetric summary receiver-operating characteristic [sROC] curve)으로 분석하였다. sROC 곡선의 통계량은 곡선아래면적(Area under the curve [AUC])과 index Q값을 통해 검사 정확

도를 기술하였다. AUC의 수치는 AUC=0.5인 경우 비정보적인 검사, $0.5 < AUC \leq 0.7$ 은 덜 정확한, $0.7 < AUC \leq 0.9$ 는 중등도, $0.9 < AUC < 1$ 는 매우 정확한 및 AUC=1은 완벽한 검사로 판단하였고[21], ROC 곡선에서 민감도와 특이도의 동등점을 반영하는 index Q'는 100% 정확할 때 이를 '1'을 기준으로 판단하였다[22]. 연구들 간 이질성(heterogeneity)의 존재여부는 우선 숲그림을 통해 신뢰구간 및 효과 추정치에 공통적인 부분이 있는지 시각적으로 확인하였다. 또한, 유의수준 5% 미만으로 하여 Higgins과 Thompson[23]의 I² 동질성 검사(I² test)로 평가하였으며, I²의 판단기준은 I² ≤ 25%이면 이질성이 낮은 것으로, 25% < I² ≤ 75%는 중간정도의 이질성이 있는 것으로, I² > 75% 이상은 이질성이 있다고 판단하였다.

연구 결과

1. 문헌 선택 결과

전자데이터베이스를 통해 총 492개 문헌이 검색되었다. 국내의 경우 KoreaMed 13개, NDSL 8개, KERIS 37개였고, 국외의 경우는 Ovid-Medline 230개, Embase 130개, Cochrane Library 12개 및 CINAHL 62개였다. 관련분야 학술지에서는 총 27개 문헌이 검색되었다. 대한간호학회지 8개, 성인간호학회지 9개, 임상간호연구 8개, 지역사회간호학회지와 노인간호학회지에서 각각 1개씩 검색되었고, 기본간호학회지와 한국재활간호학회지, 대한가정의학회지 및 대한재활의학회지에서는 욕창관련 문헌이 검색되지 않았다.

우선, 검색된 총 519개 문헌 중 중복된 문헌은 165개였다. 따라서,

이를 제외한 354개 문헌을 토대로 제목 및 초록을 검토하여 핵심질문을 중심으로 구성된 선택 및 배제기준에 따라 선정하였으며, 62개 문헌은 원문을 찾아 선별하였다. 최종적으로 316개(89.3%) 문헌이 배제되고, 38개 문헌이 최종 선택되었다. 자세한 문헌 선택 과정은 흐름도로 제시하였다(Figure 1).

2. 문헌의 질 평가 결과

최종 선택된 38편의 문헌의 질을 평가한 결과, 전체적으로 각 영역에 대해 편중의 위험이 '높음'으로 평가된 문헌은 하나도 없었다. 모든 영역과 항목에서 편중의 위험이 없다고 평가된 연구는 9편이었으며[a1-a9] 일부 연구에서 평가항목별 편중의 위험을 우려하였으나 모두 불확실(unclear)로 판단되었다. 따라서, 선택된 문헌은 모두 질 평가 영역을 충족하는 고품질의 문헌이었다.

3. 선택된 문헌의 일반적 특성

Braden 욕창위험사정도구의 예측타당도를 보고한 문헌은 총 38편으로 총 대상자는 17934명이었다. Braden 도구는 개발 이후 진단정확도를 높이기 위해 일부 연구자에 의해 수정되었는데 본 연구에 수정 Braden 도구를 사용한 6편의 연구가 포함되었다. 수정 Braden 도구는 Pang과 Wong[a10]에 의해 보완된 2편[a11,a12]의 연구와 Song과 Choi[24]에 의해 수정 개발된 4편의 연구[a13-a16]에서 보고되었다.

선택된 문헌들은 미국이 14편(36.8%)으로 가장 많았고[a1-a4, a7, a9,a17-a24], 한국이 10편(26.3%)[a13-a16,a25-a30], 캐나다가 4편

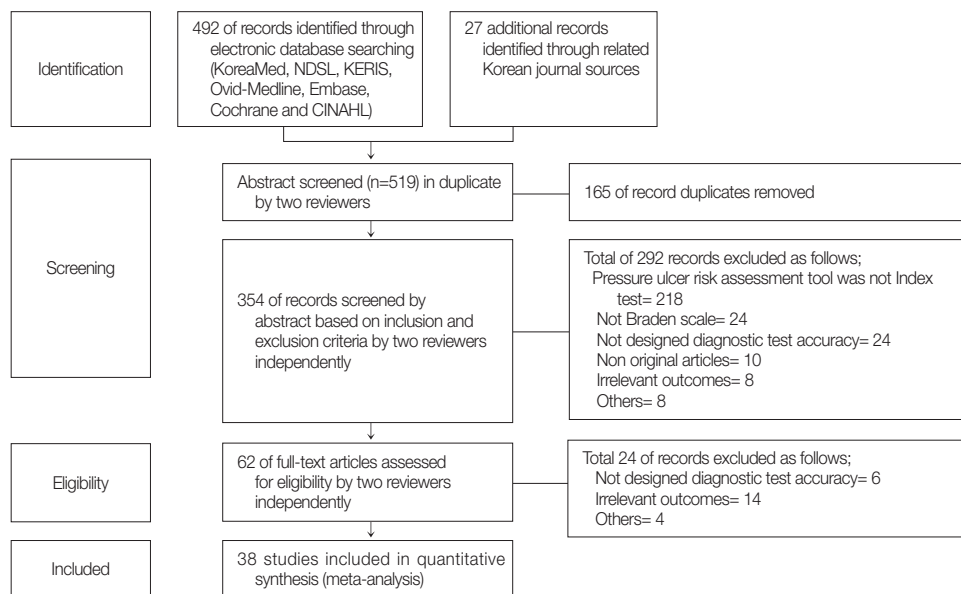


Figure 1. Flow diagram of article selection.

[a5,a8,a31,a32], 홍콩[a10,a11]과 브라질[a33,a34]이 각각 2편이었으며, 네덜란드[a6], 영국[a35], 벨기에[a36], 인도네시아[a37], 이란[a38], 중국[a12]이 각각 1편으로 전 세계적으로 활발한 연구 경향을 나타냈다. 연구 대상은 대부분 성인이었으며, 평균연령이 30대[a1]와 40대[a37]인 연구는 각각 1편이었고 50대가 8편[a3,a8,a12-a14,a25,a26,a29] 60대가 12편[a6,a9,a15,a16,a21,a22,a28,a30-a33,a38], 70대가 각각 11편[a2,a5,a7,a11,a17-a20,a24,a27,a34]이었으며 80대도 2편[a35,a36]이었다. 100명 이상의 대규모 연구가 29편(76.3%)이었고, 이 중 천 명이 넘는 경우도 5편[a19,a20,a25,a29,a36]이었다. 참조표준기준으로는 NPUAP가 15편의 연구[a2,a4,a7,a8,a11,a12,a21,a22,a26-a28,a30,a32,a33,a37]에서 가장 많이 이용되었고, AHCPR 도구는 7편[a14-a16,a25,a30,a32,a38]에서, 개별 학자들에 의해 개발된 피부사정도구는 주로 1900년대 초 발표된 연구[12,25]에서 활용되었다. 또한, ICD-9 코드를 참조표준기준으로 비교한 연구는 모두 후향적 연구[a17,a19,a20]이었다. Braden 도구의 경제점수는 연구자가 가장 효과적이라고 제시한 경우를 사용하였는데 16점이 13편[a3,a7,a8,a11,a13,a18,a23,a24,a26,a30,a31,a35,a38]으로 가장 많았고 18점이 11편[a2,a4,a10,a17,a19,a21,a22,a25,a27,a29,a36], 19점 이상이 4편[a5,a6,a20,a32]이었으며 15점 이하는 5편[a1,a14,a28,a33,a37]에서 보고되었다(Table 1).

4. Braden 욕창위험사정도구의 예측 타당도 평가

Braden 도구의 예측타당도 평가 결과는 선택된 문헌을 대상으로 통합 민감도와 특이도, 양성 및 음성우도비와 진단교차비, sROC 통계량을 종합적으로 기술하였다. 문헌들 간 이질성의 원인을 찾아내기 위한 세부분석은 충분한 문헌이 선택된 Braden 도구만을 대상으로 연구 장소, 성별, 평균연령, 입원 장소 및 참조표준기준 등의 특성에 따라 시행하였다(Table 2).

1) Braden 도구별 예측 타당도

Braden 도구의 예측타당도는 총 36편(총 대상자 17,611명)의 문헌에서 보고되었다. 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.74 (95% CI: 0.72-0.76)였으며(Figure 2-A), 통합 특이도는 0.75 (95% CI: 0.74-0.76)로 분석되었다(Figure 2-B). 문헌들 간 이질성은 각각 77.8% ($\chi^2=157.38, p<.001$), 98.7% ($\chi^2=2716.10, p<.001$)로 모두 높은 수준을 보였다. 통합 양성 우도비는 3.13 (95% CI: 2.47-3.97), 통합 음성 우도비는 0.36 (95% CI: 0.30-0.43), 통합 진단교차비는 10.23 (95% CI: 6.94-15.07)이었고 sROC AUC는 0.83 (SE=0.02), Q값은 0.77 (SE=0.02)이었다.

Song과 Choi의 수정 Braden 도구는 4편(총 대상자 688명)의 연구에서 보고되었다[a13-16]. 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.97 (95% CI: 0.92-0.99)였으며, 문헌들 간 이질성은 59.8% ($\chi^2=7.47, p=.06$)로 중

간 수준이었고(Figure 2-C), 통합 특이도는 0.70 (95% CI: 0.66-0.73), 문헌들 간 이질성은 각각 97.7% ($\chi^2=128.15, p<.001$)로 높은 수준을 보였다(Figure 2-D). 통합 양성 우도비는 3.47 (95% CI: 1.33-9.06), 통합 음성 우도비는 0.08 (95% CI: 0.04-0.20), 통합 진단교차비는 56.56 (95% CI: 21.88-146.1)이었고 sROC AUC는 0.95 (SE=0.02), Q값은 0.90 (SE=0.03)이었다.

Pang과 Wong의 수정 Braden 도구는 2편의 연구(총 대상자 626명)에서 보고되었다[a11,a12]. 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.89 (95% CI: 0.71-0.98)였으며, 문헌들 간 이질성은 없었다(0.0%, $\chi^2=0.00, p=1.000$) (Figure 2-E). 통합 특이도는 0.71 (95% CI: 0.67-0.75)이었고, 문헌들 간 이질성은 90.0% ($\chi^2=10.03, p<.001$)로 높은 수준을 보였다(Figure 2-F). 통합 양성 우도비는 2.87 (95% CI: 1.88-4.38), 통합 음성 우도비는 0.17 (95% CI: 0.06-0.49), 통합 진단교차비는 16.06 (95% CI: 4.75-54.35)이었다.

2) Braden 도구의 예측 타당도에 영향을 미치는 요인분석

(1) 연구 장소별

미국에서 연구된 14편[a1-a4,a7,a9,a17-a24] 문헌의 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.69 (95% CI: 0.65-0.73), 통합 특이도는 0.67 (95% CI: 0.66-0.68)이었고, 문헌들 간 이질성은 각각 77.8% ($\chi^2=58.60, p<.001$), 96.0% ($\chi^2=58.60, p<.001$)로 높았으며, sROC AUC는 0.80 (SE=0.04), Q값은 0.74 (SE=0.03)였다. 한국에서 연구된 8편[a13,a16,a25-a30] 문헌의 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.87 (95% CI: 0.83-0.91), 문헌들 간 이질성은 39.7% ($\chi^2=11.60, p=.114$)였다. 통합 특이도는 0.87 (95% CI: 0.86-0.88), 문헌들 간 이질성은 99.4% ($\chi^2=1107.05, p<.001$)였으며, sROC AUC는 0.92 (SE=0.03), Q값은 0.85 (SE=0.03)였다. 캐나다 문헌 4편[a5,a8,a31,a32]의 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.69 (95% CI: 0.64-0.74)였고 문헌들 간 이질성은 0.0% ($\chi^2=2.42, p=.490$)로 전혀 없었으나 통합 특이도는 0.66 (95% CI: 0.63-0.69)이었으며, 문헌들 간 이질성은 92.8% ($\chi^2=41.70, p<.001$)로 높았다. sROC AUC는 0.80 (SE=0.04), Q값은 0.73 (SE=0.04)이었다.

(2) 성비

연구 대상자의 성비 특성에 따라 세부 분석하였다. 연구 대상자의 남성 비가 높은 문헌은 총 11편[a12-a14,a17,a18,a21,a25,a26,a28,a33,a37]이었다. 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.83 (95% CI: 0.80-0.87)이었고 문헌들 간 이질성은 58.8% ($\chi^2=24.28, p=.006$), 통합 특이도는 0.84 (95% CI: 0.83-0.85), 문헌들 간 이질성은 98.9% ($\chi^2=933.55, p<.001$)로 높았다. sROC AUC는 0.89 (SE=0.03), Q값은 0.82 (SE=0.03)였다. 여성의 성비가 높았던 연구는 총 9편[a2,a11,a19-a21,a24,a27,a35,a36]으로, 통합 민감도는 0.73 (95% CI: 0.69-0.76), 통합

Table 1. Characteristics of Selected Studies

Year* Authors	Location	Types of studies	Participants		Reference standards (year)	Cut off point	2 × 2 Table						Value (95% confidence interval)					
			PUs at adm. (M ± SD)	Age (year)			M:F (n)	Total (n)	TP	FP	FN	TN	SN	SP	PLR	NLR	DOR	
Braden Scale																		
2012 Cowan et al.	USA	R	ICU & wards	PUs (±)	71.0 ± 10.6	206:7	213	ICD-9 codes	<18	65	34	5	79	0.93 (0.85-0.97)	0.70 (0.65-0.73)	3.09 (2.43-3.55)	0.10 (0.04-0.23)	30.21 (10.46-93.91)
2011 Kim et al.	Korea	P	LTCF	PUs (±)	71.9 ± 8.2	30:73	103	NPUAP (2007)	<18	24	30	2	47	0.92 (0.76-0.99)	0.61 (0.55-0.63)	2.37 (1.70-2.68)	0.13 (0.02-0.44)	18.8 (3.86-124.44)
2011 Serpa et al.	Brazil	P	ICU	PUs (-)	60.9 ± 16.5	48:24	72	NPUAP (2007)	<13	6	11	2	53	0.75 (0.38-0.95)	0.83 (0.78-0.85)	4.36 (1.73-6.52)	0.30 (0.05-0.80)	14.46 (2.17-121.64)
2010 Cho & Noh	Korea	R	ICU & wards	PUs (-)	59.4-62.3	433:282	715	NPUAP (2007)	<13	32	355	10	318	0.76 (0.61-0.87)	0.47 (0.46-0.48)	1.44 (1.13-1.68)	0.50 (0.27-0.85)	2.87 (1.33-6.34)
2010 de Souza et al.	Brazil	P	LTCF	PUs (-)	76.6 ± 9.2	104:129	233	NPUAP (2007)	<17	27	48	10	148	0.73 (0.57-0.85)	0.76 (0.73-0.78)	2.98 (2.09-3.83)	0.36 (0.19-0.59)	8.33 (3.54-19.98)
2009 Chan et al.	Hong Kong	P	OS wards	PUs (-)	79.4 ± 10.9	30:167	197	NPUAP (2007)	<16	12	64	6	115	0.67 (0.42-0.85)	0.64 (0.62-0.66)	1.87 (1.10-2.52)	0.52 (0.22-0.94)	3.59 (1.18-11.37)
2009 Kim et al.	Korea	P	SICU	PUs (-)	58.1 ± 1.2	145:74	219	AHCPR (1994)	<14	37	54	3	125	0.93 (0.80-0.98)	0.70 (0.67-0.71)	3.07 (2.41-3.39)	0.11 (0.03-0.30)	28.55 (7.96-121.67)
2007 Oh et al.	Korea	P	ICU & wards	PUs (-)	51.1	997:885	1,882	-	<18	4	114	0	1,764	1.00 (0.40-1.00)	0.94 (0.94-0.94)	16.47 (6.41-16.47)	0.00 (0.00-6.42)	-
2006 Suriadi et al.	Indonesia	P	ICU	PUs (-)	47.5-50.9	72:33	105	NPUAP (1989)	<11	23	15	12	55	0.66 (0.51-0.78)	0.79 (0.71-0.85)	3.07 (1.79-5.06)	0.44 (0.26-0.68)	7.03 (2.62-19.30)
2005 Defloor & Grypdonck	Belgium	P	LTCF	PUs (-)	84.6 ± 7.9	369:1,403	1,772	EPUAP (1999)	<18	160	724	27	861	0.86 (0.80-0.90)	0.54 (0.54-0.55)	1.87 (1.72-2.00)	0.27 (0.18-0.38)	7.05 (4.55-10.97)
2005 Jalali & Rezaie	Iran	P	ICU & wards	PUs (-)	60.0	100:130	230	AHCPR (1994)	<16	39	0	35	156	0.53 (0.47-0.53)	1.00 (0.97-1.00)	-	0.47 (0.47-0.54)	-
2005 Kwong et al.	China	P	Wards	PUs (-)	54.1 ± 16.9	253:176	429	NPUAP (1989)	<15	8	118	1	302	0.89 (0.52-0.99)	0.72 (0.71-0.72)	3.16 (1.77-3.57)	0.16 (0.01-0.69)	20.48 (2.57-441.31)
2004 Cho et al.	Korea	P	Wards	PUs (±)	55.3 ± 15.8	2339:1555	3,894	AHCPR (1994)	<18	94	248	15	3524	0.86 (0.78-0.92)	0.93 (0.93-0.94)	13.12 (11.51-14.31)	0.15 (0.09-0.23)	89.05 (49.51-162.59)
2004 Jun et al.	Korea	P	ICU	PUs (±)	62.0	64:48	112	AHCPR (1994)	<16	34	57	1	20	0.97 (0.86-1.00)	0.26 (0.21-0.27)	1.31 (1.08-1.37)	0.11 (0.01-0.69)	11.93 (1.57-249.20)

*Year of publication; PUs=Pressure ulcer; TP=True positive; FP=False positive; FN=False negative; TN=True negative; SN=Sensitivity; SP=Specificity; PLR=Positive likelihood ratio; NLR=Negative likelihood ratio; DOR=Diagnosis odds ratio; R=Retrospective; P=Prospective; ICU=Intensive care unit; OS=Orthopedic surgery; SICU=Surgical intensive care unit; ICD-9=International Classification of Diseases-9; LTCF=Long term care facilities; NPUAP=National Pressure Ulcer Advisory Panel; AHCPR=Agency for Health Care Policy and Research; TDCPS=Torrence Developmental Classification of Pressure Sore.

Table 1. Characteristics of Selected Studies (Continued)

Year* Authors	Location	Types of studies	Participants		Reference standards (year)	Cut off point	2 × 2 Table							Value (95% confidence interval)				
			Setting adm.	Age (year) (M ± SD)			M:F (n)	Total (n)	TP	FP	FN	TN	SN	SP	PLR	NLR	DOR	
2003 Lee	Korea	P	NSICU PUs (-)	54.1	48:18	66	NPUAP (1989)	< 16	26	14	4	22	0.87 (0.73-0.95)	0.61 (0.49-0.68)	2.23 (1.44-3.01)	0.22 (0.07-0.55)	10.21 (2.60-43.90)	
2003 Marrie et al.	Canada	R	Wards	61.0 ± 18.0	98:90	188	NPUAP (2002)	≤ 16	35	33	11	109	0.76 (0.63-0.86)	0.76 (0.73-0.80)	3.27 (2.30-4.31)	0.31 (0.17-0.51)	10.51 (4.53-24.87)	
2002 Bergstrom & Braden	USA	P	Wards LTCF (-)	58.1-63.2	-	825	NPUAP (1998)	< 18	76	166	32	551	0.70 (0.62-0.78)	0.77 (0.76-0.78)	3.04 (2.51-3.55)	0.39 (0.28-0.51)	7.88 (4.98-12.66)	
2001 Bergquist	USA	R	LTCF PUs (-)	76.4 ± 8.6	633:1,051	1,684	ICD-9 codes	< 18	64	725	43	852	0.60 (0.50-0.69)	0.54 (0.53-0.55)	1.30 (1.08-1.52)	0.74 (0.57-0.93)	1.75 (1.15-2.66)	
2001 Bergquist & Frantz	USA	R	LTCF PUs (-)	78.8-76.3	641:1,070	1,696	ICD-9 codes	< 19	66	508	42	1080	0.61 (0.52-0.70)	0.68 (0.67-0.69)	1.91 (1.58-2.23)	0.57 (0.44-0.72)	3.34 (2.20-5.09)	
2000 Halfens et al.	Netherlands	P	Wards PUs (-)	60.9 ± 18.3	167:153	320	-	< 20	34	82	13	191	0.72 (0.58-0.84)	0.70 (0.68-0.72)	2.41 (1.80-2.97)	0.40 (0.23-0.62)	6.09 (2.92-12.89)	
1998 Baldwin & Ziegler	USA	P	Trauma center PUs (-)	31.7 ± 10.9	16:10	36	-	< 10	10	1	1	24	0.91 (0.65-0.99)	0.96 (0.85-1.00)	22.73 (4.26-279.82)	0.10 (0.01-0.41)	240.00 (10.37-24699.34)	
1998 Goodridge et al.	Canada	P	GW & LTCF PUs (-)	78.6 ± 8.5	-	330	-	< 19	22	134	10	164	0.69 (0.51-0.83)	0.55 (0.53-0.57)	1.53 (1.08-1.91)	0.57 (0.30-0.93)	2.69 (1.17-6.34)	
1998 Lyder et al.	USA	P	Wards PUs (-)	71.0 ± 6.5	15:21	36	NPUAP	≤ 16	5	0	9	22	0.36 (0.18-0.36)	1.00 (0.86-1.00)	-	0.64 (0.64-0.93)	-	
1998 Olson et al.	Canada	P	Wards PUs (-)	54.8-62.4	-	128	NPUAP	< 16	9	19	2	98	0.82 (0.50-0.97)	0.84 (0.81-0.85)	5.04 (2.58-6.52)	0.22 (0.04-0.62)	23.21 (4.15-170.28)	
1998 Pang & Wong	Hong Kong	P	OS wards PUs (-)	45-92	52:54	106	TDCFS (1983)	< 18	19	32	2	53	0.91 (0.70-0.98)	0.62 (0.57-0.64)	2.40 (1.65-2.75)	0.15 (0.03-0.52)	15.73 (3.19-105.01)	
1998 Schue & Langemo	USA	R	RM wards PUs (-)	69.2 ± 10.9	170:0	170	NPUAP (1989)	< 18	33	50	13	74	0.72 (0.59-0.83)	0.60 (0.55-0.64)	1.78 (1.29-2.28)	0.47 (0.27-0.76)	3.76 (1.70-8.39)	
1997 Watkinson	UK	P	Wards PUs (-)	82.7	24:68	92	Lowthian (1987)	< 16	14	18	1	59	0.93 (0.69-1.00)	0.77 (0.72-0.78)	3.99 (2.44-4.50)	0.09 (0.00-0.44)	45.89 (5.57-1000.60)	
1996 Capobianco & McDonald	USA	P	Wards PUs (-)	66.9 ± 19.3	18:32	50	NPUAP (1989)	≤ 18	10	6	4	30	0.71 (0.47-0.89)	0.83 (0.74-0.90)	4.29 (1.77-8.96)	0.34 (0.12-0.73)	12.50 (2.43-72.06)	
1996 Harrison et al.	Canada	P	Wards PUs (-)	60.0 ± 19.0	376:362	738	AHCPR (1992)	< 19	147	176	72	343	0.67 (0.62-0.72)	0.66 (0.64-0.68)	1.98 (1.70-2.28)	0.50 (0.40-0.60)	3.98 (2.81-5.65)	

*Year of publication; PUs=Pressure ulcer; TP=True positive; FP=False positive; FN=False negative; TN=True negative; SN=Sensitivity; SP=Specificity; PLR=Positive likelihood ratio; DOR=Diagnosis odds ratio; R=Retrospective; P=Prospective; ICU=intensive care unit; OS=Orthopedic surgery; SICU=Surgical intensive care unit; ICD-9=International Classification of Diseases-9; LTCF=Long term care facilities; NPUAP=National Pressure Ulcer Advisory Panel; AHCPR=Agency for Health Care Policy and Research; TDCFS=Toronto Developmental Classification of Pressure Sore.

Table 1. Characteristics of Selected Studies (Continued)

Year* Authors	Location	Types of studies	Participants		Setting	PU at adm. (M±SD)	M:F (n)	Total (n)	Reference standards (year)	Cut off point	2 × 2 Table						Value (95% confidence interval)			
			Age (year)	M:F (n)							TP	FP	FN	TN	SN	SP	PLR	NLR	DOR	
1996 VandenBosch et al.	USA	P	ICU & wards	PU S (-)	62.4±67.0	49:54	103	Bergstrom (1994)	<17	17	30	12	44	0.59 (0.42-0.74)	0.60 (0.53-0.66)	1.44 (0.88-2.15)	0.70 (0.39-1.11)	2.08 (0.80-5.46)		
1994 Braden & Bergstrom	USA	P	LTCF	PU S (-)	76.1±9.7	29:73	102	NPUAP (1989)	<18	22	19	6	55	0.79 (0.62-0.90)	0.74 (0.68-0.79)	3.06 (1.92-4.26)	0.29 (0.12-0.57)	10.61 (2.40-34.77)		
1993 Barnes & Payton	USA	P	Wards	PU S (-)	50-90	183:178	361	Lyder (1991)	<16	16	32	6	307	0.73 (0.51-0.88)	0.91 (0.89-0.92)	7.71 (4.72-10.42)	0.30 (0.13-0.55)	25.58 (8.60-79.55)		
1992 Salvadalena et al.	USA	P	Wards	PU S (-)	72±13	34:63	99	Bergstrom (1987)	<16	8	24	12	55	0.40 (0.21-0.61)	0.70 (0.65-0.75)	1.32 (0.60-2.44)	0.86 (0.52-1.22)	1.53 (0.49-4.70)		
1991 Choi & Song	Korea	P	Wards	PU S (-)	54.1	89:57	146	Bergstrom (1987)	<16	13	8	3	122	0.81 (0.57-0.95)	0.94 (0.91-0.96)	13.20 (6.31-21.03)	0.20 (0.06-0.47)	66.08 (13.46-376.46)		
1987 Bergstrom et al.	USA	P	LTCF	PU S (-)	75.0±20.0	85:14	99	-	<16	7	9	0	83	1.00 (0.59-1.00)	0.90 (0.87-0.90)	10.22 (4.58-10.22)	0.00 (0.00-0.47)	-		
1987 Bergstrom et al.	USA	P	ICU	PU S (-)	58.5±14.5	28:32	60	Bergstrom (1987)	<16	20	13	4	23	0.83 (0.66-0.94)	0.64 (0.53-0.71)	2.31 (1.40-3.25)	0.26 (0.08-0.64)	8.85 (2.18-39.15)		
Modified Braden Scale by Song & Choi																				
2009 Kim et al.	Korea	P	SICU	PU S (-)	58.1±1.2	145:74	219	AHCPR (1994)	<21	38	55	2	124	0.95 (0.83-0.99)	0.69 (0.67-0.70)	3.09 (2.48-3.33)	0.07 (0.01-0.26)	42.84 (9.59-266.55)		
2004 Kim & Choi	Korea	P	NSICU & ward	PU S (-)	60.7	-	211	AHCPR (1996)	<23	34	42	0	135	1.00 (0.88-1.00)	0.76 (0.74-0.76)	4.21 (3.39-4.21)	0.00 (0.00-0.16)	-		
2003 Lee et al.	Korea	P	ICU	PU S (-)	62.0	64:48	112	AHCPR (1994)	<24	35	63	0	14	1.00 (0.90-1.00)	0.18 (0.14-0.18)	1.22 (1.04-1.22)	0.00 (0.00-0.73)	-		
1991 Choi & Song	Korea	P	Wards	PU S (-)	54.1	89:57	146	Bergstrom (1987)	<24	14	11	2	119	0.88 (0.64-0.98)	0.92 (0.89-0.93)	10.34 (5.57-13.58)	0.14 (0.02-0.41)	75.73 (13.54-559.83)		
Modified Braden Scale by Pang & Wong																				
2009 Chan et al.	Hong Kong	P	OS wards	PU S (-)	79.4±10.9	30:167	197	NPUAP (2007)	<19	16	68	2	111	0.89 (0.65-0.98)	0.62 (0.60-0.63)	2.34 (1.61-2.65)	0.18 (0.03-0.59)	13.06 (2.75-84.99)		
2005 Kwong et al.	China	P	Wards	PU S (-)	54.1±16.9	253:176	429	NPUAP (1989)	<14	8	105	1	315	0.89 (0.51-0.99)	0.75 (0.74-0.75)	3.56 (1.98-4.01)	0.15 (0.01-0.66)	24.00 (3.01-517.73)		

*Year of publication; PU S=Pressure ulcer; TP=True positive; FP=False positive; FN=False negative; TN=True negative; SN=Sensitivity; SP=Specificity; PLR=Positive likelihood ratio; DOR=Diagnosis odds ratio; R=Retrospective; P=Prospective; ICU=Intensive care unit; OS=Orthopedic surgery; SICU=Surgical Intensive care unit; ICD-9=International Classification of Diseases-9; LTCF=Long term care facilities; NPUAP=National Pressure Ulcer Advisory Panel; AHCPR=Agency for Health Care Policy and Research; TDCPS=Torrence Developmental Classification of Pressure Sore.

Table 2. Summary Results of Meta Analysis

Scales	Studies (n)		Results of diagnostic test accuracy					Results of summary ROC curve			
			Sensitivity	Specificity	Positive likelihood ratio	Negative likelihood ratio	Diagnostic odds ratio	AUC	SE (AUC)	Q*	SE (Q*)
Braden	36		0.74 (0.72-0.76)	0.75 (0.74-0.76)	3.13 (2.47-3.97)	0.36 (0.30-0.43)	10.23 (76.94-15.07)	0.83	0.02	0.77	0.02
Modified Song & Choi	4		0.97 (0.92-0.99)	0.70 (0.66-0.73)	3.47 (1.33-9.06)	0.08 (0.04-0.20)	56.56 (21.88-146.21)	0.95	0.02	0.90	0.03
braden Pang & Wong	2		0.89 (0.71-0.98)	0.71 (0.67-0.75)	2.87 (1.88-4.38)	0.17 (0.06-0.49)	16.06 (4.75-54.35)				
Sub-group analysis by Braden											
Nations	USA	14	0.69 (0.65-0.73)	0.67 (0.66-0.68)	2.80 (2.08-3.78)	0.44 (0.33-0.58)	7.35 (4.13-13.08)	0.80	0.04	0.74	0.03
	Korea	8	0.87 (0.83-0.91)	0.87 (0.86-0.88)	4.04 (1.80-9.07)	0.19 (0.12-0.32)	23.09 (6.82-78.12)	0.92	0.03	0.85	0.03
	Canada	4	0.69 (0.64-0.74)	0.66 (0.63-0.69)	2.53 (1.69-3.79)	0.44 (0.33-0.60)	5.81 (2.86-11.81)	0.80	0.04	0.73	0.04
Gender ratio	M>F	11	0.83 (0.80-0.87)	0.84 (0.83-0.85)	3.89 (2.13-7.12)	0.23 (0.15-0.37)	17.52 (6.94-44.24)	0.89	0.03	0.82	0.03
	M<F	9	0.73 (0.69-0.76)	0.60 (0.58-0.61)	2.09 (1.72-2.54)	0.43 (0.29-0.63)	5.20 (2.90-9.31)	0.73	0.04	0.67	0.03
Mean age	50	7	0.87 (0.82-0.91)	0.91 (0.90-0.92)	5.33 (2.57-11.07)	0.17 (0.12-0.23)	31.05 (12.57-76.70)	0.93	0.01	0.87	0.01
	60	10	0.69 (0.65-0.73)	0.63 (0.60-0.65)	2.18 (1.64-2.89)	0.47 (0.41-0.54)	5.69 (3.54-9.14)	0.77	0.03	0.71	0.02
	70	11	0.69 (0.65-0.73)	0.63 (0.61-0.64)	2.33 (1.78-3.04)	0.46 (0.33-0.63)	5.89 (3.19-10.86)	0.77	0.04	0.71	0.03
Setting	Wards	15	0.73 (0.69-0.76)	0.86 (0.85-0.86)	3.69 (2.26-6.02)	0.35 (0.26-0.49)	12.23 (5.96-25.10)	0.84	0.03	0.77	0.03
	ICU	6	0.85 (0.79-0.90)	0.65 (0.60-0.69)	2.48 (1.54-4.02)	0.25 (0.15-0.43)	11.06 (6.59-18.55)	0.82	0.03	0.76	0.03
	LTCF	7	0.74 (0.70-0.78)	0.60 (0.59-0.62)	2.37 (1.84-3.04)	0.37 (0.24-0.58)	6.34 (3.25-12.36)	0.75	0.05	0.69	0.05
Reference standard	NPUAP	15	0.74 (0.70-0.78)	0.68 (0.66-0.70)	2.73 (2.22-3.35)	0.40 (0.33-0.48)	7.49 (5.51-10.18)	0.80	0.02	0.73	0.02
	AHCPR	5	0.74 (0.69-0.78)	0.89 (0.88-0.90)	4.56 (1.57-13.23)	0.26 (0.14-0.48)	29.28 (4.59-186.64)	0.91	0.04	0.84	0.05
	ICD-9	3	0.68 (0.63-0.74)	0.61 (0.60-0.63)	1.94 (1.26-2.99)	0.42 (0.22-0.80)	5.02 (1.62-15.58)	0.67	0.10	0.63	0.08

ROC curve=Receiver operating characteristic curve; AUC=Area under the curve; SE=Standard error; M=Male; F=Female; ICU=Intensive care unit; LTCF=Long term care facilities; NPUAP=National pressure ulcer advisory panel; AHCPR=Agency for health care policy and research; ICD-9=International Classification of Diseases-9.

특이도는 0.60 (95% CI: 0.58-0.61)이었다. 문헌들 간 이질성은 각각 85.1% ($\chi^2 = 53.56, p < .001$), 93.2% ($\chi^2 = 117.68, p < .001$)였고, sROC AUC는 0.73 (SE=0.04), Q값은 0.67 (SE=0.03)이었다.

(3) 평균연령대별

평균연령을 50대로 보고한 7편[a3,a8,a12,a13,a25,a26,a29]의 문헌의 통합 민감도는 0.87 (95% CI: 0.82-0.91)이었고, 문헌들 간 이질성은 0.0%로 전혀 없었다($\chi^2 = 3.12, p = .793$). 통합 특이도는 0.91 (95% CI: 0.90-0.92)이었으며, 문헌들 간 이질성은 97.9% ($\chi^2 = 286.97, p < .001$)로 높았다. sROC AUC는 0.93 (SE=0.01), Q값은 0.87 (SE=0.01)이었다. 평균연령 60대인 10편[a6,a9,a21,a22,a28,a30-a33,a38] 연구에서 통합 민감도는 0.69 (95% CI: 0.65-0.73) 통합 특이도는 0.63 (95% CI: 0.60-0.65)이었으며, 문헌들 간 이질성은 각각 71.5% ($\chi^2 = 31.59, p = .001$), 97.0% ($\chi^2 = 297.13, p < .001$), sROC AUC는 0.77 (SE=0.03), Q*값은 0.71 (SE=0.02)이었다. 평균연령 70대 이상인 11편[a2,a5,a7,a11,a17-a20,a24,a27,a34]의 연구에서 통합 민감도는 0.69 (95% CI: 0.65-0.73), 통합 특이도는 0.63 (95% CI: 0.61-0.64)이었으며, 문헌들 간 이질성은 각각 83.3% ($\chi^2 = 59.84, p < .001$), 93.6% ($\chi^2 = 156.82, p < .001$)로 모두 높았다. sROC AUC는 0.77 (SE=0.04), Q값은 0.71 (SE=0.03)이었다.

(4) 입원 장소별

병동 환자를 대상으로 한 15편[a6-a8,a10-a13,a21-a25,a31,a32,a35]의 연구에서 통합 민감도는 0.73 (95% CI: 0.69-0.76), 통합 특이도는

0.86 (95% CI: 0.85-0.86)이었으며, 문헌들 간 이질성은 각각 68.1% ($\chi^2 = 43.95, p = .001$), 97.8% ($\chi^2 = 624.56, p < .001$)였고 sROC AUC는 0.84 (SE=0.03), Q값은 0.77 (SE=0.03)이었다. 중환자실 환자를 대상으로 한 총 6편[a3,a14,a26,a30,a33,a37] 연구의 통합 민감도는 0.85 (95% CI: 0.79-0.90), 통합 특이도는 0.65 (95% CI: 0.60-0.69)이었으며, 문헌들 간 이질성은 각각 69.7% ($\chi^2 = 16.52, p = .005$), 92.5% ($\chi^2 = 66.95, p < .001$)였다. sROC AUC는 0.82 (SE=0.03), Q값은 0.76 (SE=0.03)이었다. 장기 요양시설 거주자를 대상으로 한 총 7편[a2,a18-a20,a27,a33,a36] 연구에서의 통합 민감도는 0.74 (95% CI: 0.70-0.78), 통합 특이도는 0.60 (95% CI: 0.59-0.62)이었으며, 문헌들 간 이질성은 각각 86.3% ($\chi^2 = 43.75, p < .001$), 96.2% ($\chi^2 = 157.70, p < .001$)였다. sROC AUC는 0.75 (SE=0.05), Q값은 0.69 (SE=0.05)였다.

(5) 참조표준기준

NPUAP를 참조표준기준으로 한 15편[a2,a4,a7,a8,a11,a12,a21,a22,a26-a28,a30,a32,a33,a37] 연구의 통합 민감도는 0.74 (95% CI: 0.70-0.78), 통합 특이도는 0.68 (95% CI: 0.66-0.70)이었으며 문헌들 간 이질성은 각각 37.2% ($\chi^2 = 22.31, p = .073$), 93.7% ($\chi^2 = 220.56, p < .001$)이었다. sROC AUC는 0.80 (SE=0.02), Q*값은 0.73 (SE=0.02)이었다. AHCPR을 참조기준으로 한 5편[a14,a25,a30,a32,a38]의 연구에 대한 메타분석 결과, 통합 민감도는 0.74 (95% CI: 0.69-0.78), 통합 특이도는 0.89 (95% CI: 0.88-0.90)이었으며 문헌들 간 이질성은 각각 92.5% ($\chi^2 = 53.31, p < .001$), 99.2% ($\chi^2 = 530.95, p < .001$)였다. sROC AUC는 0.91 (SE=0.04),

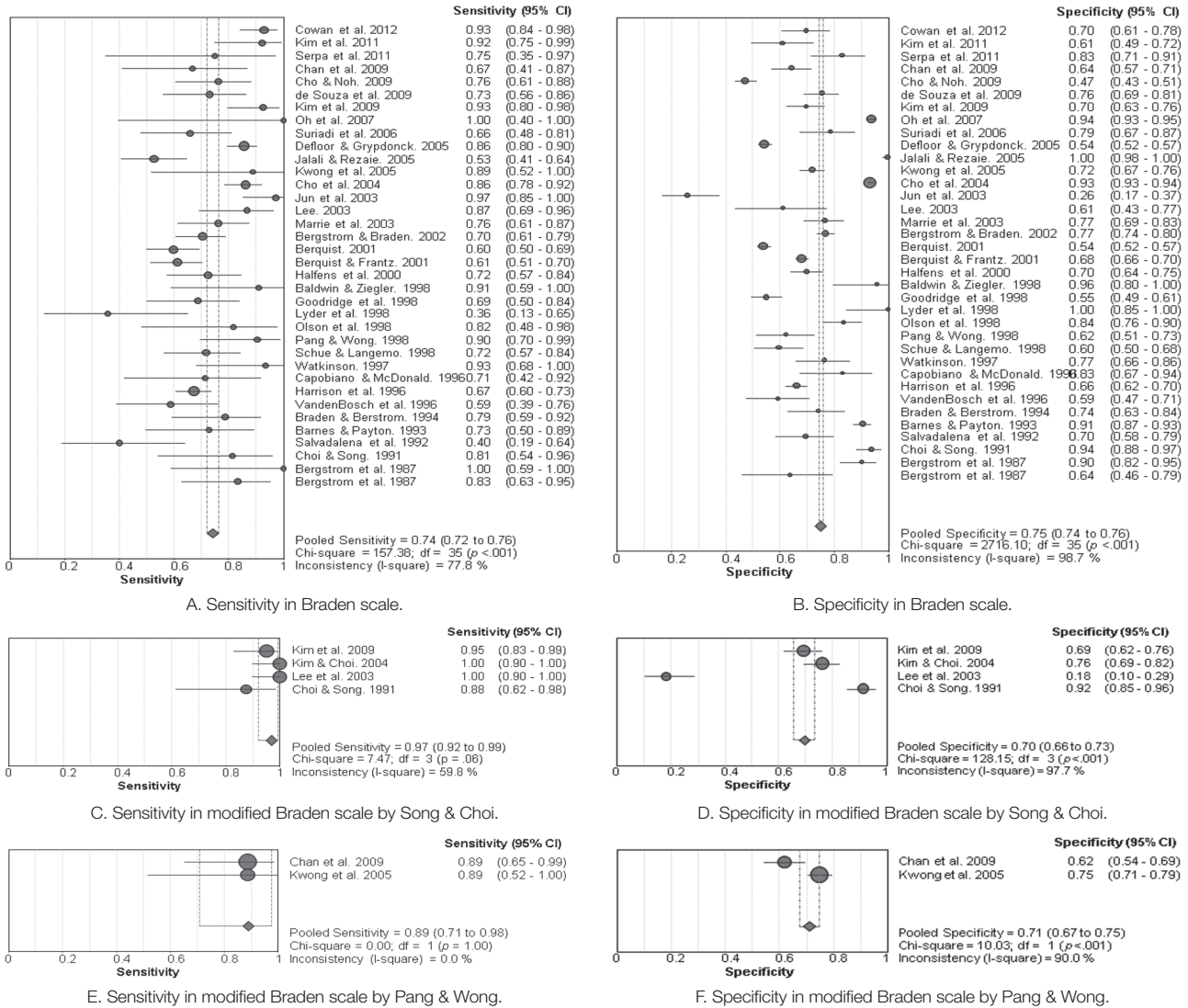


Figure 2. Diagnosis test accuracy of Braden scale in total selected studies.

Q*값은 0.84 (SE=0.05)였다. ICD-9을 참조기준으로 한 3편[17,19,20]의 연구에서 통합 민감도는 0.68 (95% CI: 0.63-0.74) 통합 특이도는 0.61 (95% CI: 0.60-0.63)이었으며, 문헌들 간 이질성은 각각 93.5% ($\chi^2 = 30.93, p < .001$), 97.1% ($\chi^2 = 69.06, p < .001$)로 높았다. sROC AUC는 0.67 (SE=0.10), Q*값은 0.63 (SE=0.08)이었다.

논 의

예측 타당도는 검사나 평가도구에서 얻은 점수와 미래의 어떤 결과와의 관계로 추정되는 준거 타당도이다. 욕창위험사정도구는 욕창발생을 확진하는 진단검사가 아니라 욕창위험을 예측하는 선별 검사이다. 선별검사는 잠재적 위험요인은 있지만 무증상인 일반인을 대상으로 시행되고, 대개 쉽고 간단한 비침습적인 도구가 권장

되기 때문에 확진검사에 비해 제한적 조건을 가지게 된다. 또한, 선별검사의 결과는 환자에게 부담감이나 해를 줄 수 있기 때문에 해당 검사를 사전에 시행하는 것이 해보다 득이 많음을 증명하여야 하고, 잠재적 질병 가능성을 놓치지 않아야 하므로 민감도가 높아야 한다[26]. 2002년 Schoonhoven 등[27]은 현재 사용되는 욕창사정 도구들의 진단 정확도가 낮아 욕창예방중재의 사용이 비효율적이므로 좀 더 예측성을 높은 도구 개발이 필요하다고 제시하였다. 그러나 그간 연구들은 욕창위험사정을 통한 실제 욕창발생률에 대한 차이에만 초점을 두고 있어[28] 본 연구에서는 욕창위험사정도구로 가장 널리 사용되는 Braden 도구의 예측 타당도를 규명하기 위해 총 38편, 총 17,934명의 진단법 평가 결과를 토대로 체계적으로 고찰한 후 메타분석을 시행하였다.

분석 결과, Braden 도구의 욕창이 발생할 대상자를 욕창 고위험

군으로 검출하는 능력인 통합 민감도는 0.74, 욕창이 발생되지 않을 대상자를 욕창 저위험군으로 판별하는 통합 특이도는 0.75였다. 또한, Braden 도구의 진단적 가치를 반영하는 통합 양성우도비는 3.13, 음성우도비는 0.36이었고, 실제 욕창발생 유무에 따라 대상자를 고위험군 또는 저위험군으로 구분하는 통합 진단교차비는 10.23, 검사의 진단정확도를 나타내는 sROC AUC는 0.83이었다. 민감도와 특이도는 검사 성능의 일반 측정값으로 해석이 용이하지만 숫자 자체로는 검사 성능의 적절성을 결정하는데 바람직하지 않으므로 우도비나 AUC값을 활용하는 것이 바람직하다[26]. 본 연구에서는 sROC AUC 값을 기준으로 욕창위험사정도구의 예측 타당도를 판별하였다. 연구 방법에서 언급된 바와 같이 Braden 도구의 sROC AUC는 0.83으로 분석되어 $0.7 < AUC \leq 0.9$ 사이의 값을 가지므로 중등도의 검사정확도를 갖는다고 설명할 수 있다. 그러나 문헌들 간 이질성은 75%를 넘는 높은 수준을 나타내 충분한 근거를 제시하기에는 한계를 보였다. 수정 Braden 도구는 선별검사로서의 조건을 보다 향상시키기 위해 민감도를 높이는 수준으로 보완되었다. Song과 Choi의 수정 Braden 도구는 기존 Braden 도구에 체온과 약품사용을 추가하였고[a13-a16], Pang과 Wong의 수정 Braden 도구는 피부상태(skin type)와 체형(body build for height)을 추가하였다[a11, a12]. 수정 Braden 도구는 모두 민감도가 크게 높아지면서 동시에 문헌들 간 이질성도 크게 감소되는 양상을 보였으나 통합 특이도는 오히려 더 낮아졌으며, 문헌들 간 이질성도 여전히 90% 이상의 높은 수준을 보였다. 뿐만 아니라 Braden 도구의 세부 분석에서도 민감도는 연구 대상의 특성에 따라 문헌들 간 이질성이 감소되는 경향을 보였으나 특이도는 차이를 보이지 않았다. 비록 욕창예방요법이 위험도가 높은 간호중재가 아니므로 민감도와 특이도가 모두 높은 검사법을 요구하지는 않지만 어떤 상황에서도 문헌들 간 이질성이 높게 나타남은 선별도구로서의 적용에 한계를 보인다고 해석된다.

일반적으로 진단검사 메타분석에서 문헌들 간 이질성은 연구 대상이나 검사 방법 등 각 연구 자료의 특성과 관련되며, 해결되지 않는 문제점 중 하나이다[26, 28]. 따라서, 연구 대상자의 특성에 따라 세부 분석하였다. 민감도의 이질성은 연구 장소, 성비, 평균연령, 입원장소, 참조표준기준 모두에서 변화가 있었다. 각 특성에 따라 세분하였을 때 모든 부분에서 이질성이 낮아진 것은 아니었으나 전체와 비교했을 때 상대적으로 크게 줄어드는 경향을 보였으며, 특히 참조표준기준에 대해서는 ICD-9 코드를 제외하고는 문헌들 간 이질성이 37.2%로 낮아졌다. ICD-9 코드만으로는 그 원인을 설명하기 곤란하나 ICD-9 코드를 참조표준기준으로 활용한 연구의 공통적 특징은 모두 후향적 연구라는 점이었다. 따라서, 문헌들 간 이질성에 변화를 보이지 않은 이유는 간호기록에 쓰여진 내용만을 토대로 욕창여부를 판별함에 따라 야기된 정보의 제한성 때문에 야기

된 문제로 추정해 볼 수 있다. 본 연구 결과에 별도 제시하지 않았지만 전향적 연구와 후향적 연구 간의 Braden 욕창사정도구의 예측 타당도는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다. 특히, Braden 도구의 예측타당도에 영향을 미치는 요인으로 알려진 연령, 성별 및 입원 장소 등의 공통점만을 선별하여 재분석한 결과, 남성의 성비가 높은 경우 모든 연령대에서 문헌들 간 이질성이 전혀 없는 것으로 나타났으며, 평균연령과 입원장소별 분석에서 문헌들 간의 이질성이 없어진 점은, 연구 대상의 특성에 따라 Braden 도구가 다르게 적용되어야 함을 간접적으로 시사하는 결과로 추정된다.

본 연구에서는 각 연구자들이 가장 최선으로 정했던 경계점수를 그대로 사용하였으며, 이에 따른 세부분석은 진행하지 않았다. 그러나 여기에서 주목할 점은 욕창위험여부를 결정짓는 경계점수는 임상에서 대개 일률적으로 적용한다는 점이다. 총 38편의 문헌들에서 연령이나 입원장소 등 연구 대상 특성에 따라 경계점수는 어떤 일관성을 보이지 않았다. 다만, 일부 연구[a1, a36, a37]에서 연령이 적은 경우 경계점수가 낮은 경향을 보이긴 하였다. 이 결과로만 해석하면 Braden 도구를 임상에서 일상적으로 누구에게나 적용되는 표준화된 도구로 활용하기에는 적절하지 않으며, 경계점수는 특정 임계치보다는 범주로서 적용되어야 한다는 점이다.

좋은 판별력을 가진 검사가 반드시 유용한 검사가 되는 것은 아니지만 2008년 코크란 연합의 체계적 문헌고찰 연구[29]에서 지적된 바와 같이 욕창위험사정도구를 이용한 사전 욕창발생 위험 환자의 선별 결과가 이 후 욕창발생률을 감소시키지 못하며, 기존 Braden 도구의 판별력을 보완한 수정 Braden 도구에서도 비록 민감도를 0.74에서 0.97로 향상시켰으나 특이도는 오히려 0.75에서 0.70로 낮아지는 문제가 야기되어[a11-a16] Braden 도구로만 욕창발생의 위험을 판별하기에는 충분하지 못하다고 해석된다. 따라서, 보다 욕창위험사정도구의 예측 타당도를 높이기 위해서는 욕창발생위험이 높은 환자의 경우 Braden 도구만을 단독으로 적용하기 보다는 Norton이나 Waterlow 도구 등의 기존 욕창위험사정도구들을 중복적(add-on)으로 적용하여 현재 수준에서 욕창위험사정의 정확도를 높이는 전략이 요구되며, 그간 욕창발생요인으로 검증된 위험요인들에 대한 체계적 고찰을 통해 욕창위험사정도구의 타당도를 보다 높이기 위한 추후 연구가 필요하다고 생각된다.

결론

본 연구에서는 38편의 잘 설계된 진단법 평가 문헌을 토대로 한 메타분석을 통해 Braden 욕창위험사정도구의 예측 타당도를 확인하였다. Braden 도구는 sROC AUC가 0.7 이상이므로 중등도의 예측 타당도를 보이는 것으로 분석되었지만 문헌들 간 이질성이 높아 해

석에 한계를 보였다. 비록 본 연구 결과, Braden 도구를 표준화된 기준 하에 모든 환자를 대상으로 일률적으로 활용하긴 곤란하다고 판단되었으나 연구 대상의 특성에 따라 Braden 도구를 구별하여 적용한다면 예측 타당도를 높일 수 있다는 가능성을 보여주었다. 욕창예방간호는 움직임이 자유롭지 못한 환자에게 적용되어야 하는 기본 간호 중 하나이다. 따라서, 보다 효율적인 간호 제공을 위해서는 Braden 도구 뿐 아니라 다른 욕창위험사정도구의 진단 정확도를 분석하는 연구가 요구되며, 기존 도구들의 장단점을 보완함으로 보다 예측 타당도를 높일 수정형 욕창위험사정도구의 개발을 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

REFERENCES

1. Armstrong DG, Ayello EA, Capitulo KL, Fowler E, Krasner DL, Levine JM, et al. New opportunities to improve pressure ulcer prevention and treatment: Implications of the CMS inpatient hospital care present on admission indicators/hospital-acquired conditions policy: A consensus paper from the international expert wound care advisory panel. *Advances in Skin & Wound Care*. 2008;21(10):469-478. <http://dx.doi.org/10.1097/01.asw.0000323562.52261.40>
2. National Pressure Ulcer Advisory Panel. NPUAP pressure ulcer stages/categories [Internet]. Washington, DC: Author; 2007 [cited 2010 July 12]. Available from: <http://www.npuap.org/>.
3. Cowan LJ, Stechmiller JK, Rowe M, Kairalla JA. Enhancing Braden pressure ulcer risk assessment in acutely ill adult veterans. *Wound Repair and Regeneration*. 2012;20(2):137-148. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-475X.2011.00761.x>
4. The Joint Commission. Strategies for preventing pressure ulcers. *Joint Commission Perspectives on Patient Safety*. 2008;8(1):5-7.
5. Vangilder C, Macfarlane GD, Meyer S. Results of nine international pressure ulcer prevalence surveys: 1989 to 2005. *Ostomy/Wound Management*. 2008;54(2):40-54.
6. Cho MS, Park IS, Kim GH, Woo KS, Joo YH, Jung EH, et al. Evaluation of predictive validity for the pressure ulcer risk assessment tool in a medical ward inpatient: Using Braden scale. *The Korean Nurse*. 2004;43(2):68-82.
7. Lee JK. The relationship of risk assessment using Braden scale and development of pressure sore in neurologic intensive care unit. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*. 2003;15(2):267-277.
8. Song HJ, Kim SM, Kim NC. A study of voiding patterns and pressure ulcer for the residents of long term care facilities. *Journal of the Korean Continence Society*. 2003;7(2):91-97.
9. Lee EJ, Yang SO. Clinical knowledge and actual performance of pressure ulcer care by hospital nurses. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2011;17(2):251-261.
10. Jeong IS, Kim S, Jeong JS, Hong EY, Lim EY, Seo HJ, et al. Development of pressure ulcer management guideline by adaptation process. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2014;20(1):40-52.
11. Choi KS, Song MS. Test of predictive validity for the new pressure risk assessment scale. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*. 1991;3(1):19-28.
12. Bergstrom N, Braden BJ, Laguzza A, Holman V. The Braden scale for predicting pressure sore risk. *Nursing Research*. 1987;36(4):205-210.
13. Chou R, Dana T, Bougatsos C, Blazina I, Starmer AJ, Reitel K, et al. Pressure ulcer risk assessment and prevention: A systematic comparative effectiveness review. *Annals of Internal Medicine*. 2013;159(1):28-38. <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-159-1-201307020-00006>
14. Defloor T, Grypdonck MF. Pressure ulcers: Validation of two risk assessment scales. *Journal of Clinical Nursing*. 2005;14(3):373-382. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2702.2004.01058.x>
15. Bergquist S. Subscales, subscores, or summative score: Evaluating the contribution of Braden scale items for predicting pressure ulcer risk in older adults receiving home health care. *Journal of Wound, Ostomy, and Continence Nursing*. 2001;28(6):279-289.
16. Suriadi, Sanada H, Sugama J, Thigpen B, Kitagawa A, Kinoshita S, et al. A new instrument for predicting pressure ulcer risk in an intensive care unit. *Journal of Tissue Viability*. 2006;16(3):21-26.
17. Jalali R, Rezaie M. Predicting pressure ulcer risk: Comparing the predictive validity of 4 scales. *Advances in Skin & Wound Care*. 2005;18(2):92-97.
18. Deeks JJ, Bossuyt PM, Gatsonis C, editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of diagnostic test accuracy version 1.0.0*. Oxford, UK: The Cochrane Collaboration 2010.
19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*. 2009;151(4):264-269.
20. Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB, et al. QUADAS-2: A revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Annals of Internal Medicine*. 2011;155(8):529-536. <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009>
21. Greiner M, Pfeiffer D, Smith RD. Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. *Preventive Veterinary Medicine*. 2000;45(1-2):23-41.
22. Walter SD. Properties of the summary receiver operating characteristic (SROC) curve for diagnostic test data. *Statistics in Medicine*. 2002;21(9):1237-1256. <http://dx.doi.org/10.1002/sim.1099>
23. Higgins JP, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*. 2002;21(11):1539-1558. <http://dx.doi.org/10.1002/sim.1186>
24. Song M, Choi KS. Factors predicting development of decubitus ulcers among patients admitted for neurological problems. *The Journal of Nurses Academic Society*. 1991;21(1):16-26.
25. Lowthian P. The classification and grading of pressure sores. *Care: Science and Practice*. 1987;5:5-9.
26. Knottnerus JA. The evidence base of clinical diagnosis. Park SH, Kang CB, translator. Seoul: E-Public; 2008.
27. Schoonhoven L, Haalboom JR, Bousema MT, Algra A, Grobbee DE, Grypdonck MH, et al. Prospective cohort study of routine use of risk assessment scales for prediction of pressure ulcers. *BMJ: British Medical Journal*. 2002;325(7368):797.
28. Sousa MR, Ribeiro AL. Systematic review and meta-analysis of diagnostic and prognostic studies: A tutorial. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2009;92(3):229-238, 235-245.
29. Moore ZE, Cowman S. Risk assessment tools for the prevention of pressure ulcers. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2008;16(3):CD006471. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006471.pub2>

APPENDIX: 38 selected studies in meta-analysis

- a1. Baldwin KM, Ziegler SM. Pressure ulcer risk following critical traumatic injury. *Advances in Wound Care*. 1998;11(4):168-173.
- a2. Braden BJ, Bergstrom N. Predictive validity of the Braden scale for pressure sore risk in a nursing home population. *Research in Nursing and Health*. 1994;17(6):459-470.
- a3. Bergstrom N, Demuth PJ, Braden BJ. A clinical trial of the Braden scale for predicting pressure sore risk. *The Nursing Clinics of North America*. 1987;22(2):417-428.
- a4. Bergstrom N, Braden BJ. Predictive validity of the Braden scale among black and white subjects. *Nursing Research*. 2002;51(6):398-403.
- a5. Goodridge DM, Sloan JA, LeDoyen YM, McKenzie JA, Knight WE, Gayari M. Risk-assessment scores, prevention strategies, and the incidence of pressure ulcers among the elderly in four Canadian health-care facilities. *The Canadian Journal of Nursing Research*. 1998;30(2): 23-44.
- a6. Halfens RJ, Van Achterberg T, Bal RM. Validity and reliability of the Braden Scale and the influence of other risk factors: A multi-centre prospective study. *International Journal of Nursing Studies*. 2000;37(4):313-319.
- a7. Lyder CH, Yu C, Stevenson D, Mangat R, Empleo-Frazier O, Emerling J, et al. Validating the Braden scale for the prediction of pressure ulcer risk in blacks and Latino/Hispanic elders: A pilot study. *Ostomy/Wound Management*. 1998;44(3A Suppl):42S-49S.
- a8. Olson K, Tkachuk L, Hanson J. Preventing pressure sores in oncology patients. *Clinical Nursing Research*. 1998;7(2):207-224.
- a9. VandenBosch T, Montoye C, Satwicz M, Durkee-Leonard K, Boylan-Lewis B. Predictive validity of the Braden scale and nurse perception in identifying pressure ulcer risk. *Applied Nursing Research*. 1996;9(2):80-86.
- a10. Pang SM, Wong TK. Predicting pressure sore risk with the Norton, Braden, and Waterlow scales in a Hong Kong rehabilitation hospital. *Nursing Research*. 1998;47(3):147-153.
- a11. Chan WS, Pang SM, Kwong EW. Assessing predictive validity of the modified Braden scale for prediction of pressure ulcer risk of orthopaedic patients in an acute care setting. *Journal of Clinical Nursing*. 2009;18(11):1565-1573.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02757.x>
- a12. Kwong E, Pang S, Wong T, Ho J, Shao-ling X, Li-jun T. Predicting pressure ulcer risk with the modified Braden, Braden, and Norton scales in acute care hospitals in Mainland China. *Applied Nursing Research*. 2005;18(2):122-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apnr.2005.01.001>
- a13. Choi KS, Song MS. Test of predictive validity for the new pressure risk assessment scale. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*. 1991; 3(1):19-28.
- a14. Kim EK, Lee SM, Lee E, Eom MR. Comparison of the predictive validity among pressure ulcer risk assessment scales for surgical ICU patients. *The Australian Journal of Advanced Nursing*. 2009;26(4):87-94.
- a15. Kim SS, Choi KS. Evaluating the predictive validity for the new pressure sores risk assessment scale. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*. 2004;16(2):183-190.
- a16. Lee YH, Jeong IS, Jeon SS. A comparative study on the predictive validity among pressure ulcer risk assessment scales. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2003;33(2):162-169.
- a17. Cowan LJ, Stechmiller JK, Rowe M, Kairalla JA. Enhancing Braden pressure ulcer risk assessment in acutely ill adult veterans. *Wound Repair and Regeneration*. 2012;20(2):137-148.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-475X.2011.00761.x>
- a18. Bergstrom N, Braden BJ, Laguzza A, Holman V. The Braden scale for predicting pressure sore risk. *Nursing Research*. 1987;36(4):205-210.
- a19. Bergquist S. Subscales, subscores, or summative score: Evaluating the contribution of Braden scale items for predicting pressure ulcer risk in older adults receiving home health care. *Journal of Wound, Ostomy, and Continence Nursing*. 2001;28(6):279-289.
- a20. Bergquist S, Frantz R. Braden scale: Validity in community-based older adults receiving home health care. *Applied Nursing Research*. 2001;14(1):36-43. <http://dx.doi.org/10.1053/apnr.2001.21079>
- a21. Schue RM, Langemo DK. Pressure ulcer prevalence and incidence and a modification of the Braden scale for a rehabilitation unit. *Journal of Wound, Ostomy, and Continence Nursing*. 1998;25(1):36-43.
- a22. Capobianco ML, McDonald DD. Factors affecting the predictive validity of the Braden scale. *Advances in Wound Care*. 1996;9(6):32-36.
- a23. Barnes D, Payton RG. Clinical application of the Braden scale in the acute-care setting. *Dermatology Nursing*. 1993;5(5):386-388.
- a24. Salvadalea GD, Snyder ML, Brogdon KE. Clinical trial of the Braden scale on an acute care medical unit. *Journal of ET Nursing*. 1992;19(5): 160-165.
- a25. Cho MS, Park IS, Kim GH, Woo KS, Joo YH, Jung EH, et al. Evaluation of predictive validity for the pressure ulcer risk assessment tool in a medical ward inpatient: Using Braden scale. *The Korean Nurse*. 2004;43(2):68-82.
- a26. Lee JK. The relationship of risk assessment using Braden scale and development of pressure sore in neurologic intensive care unit. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*. 2003;15(2):267-277.
- a27. Kim DH, Jeong HS, Lee DW. Evaluation of risk for pressure ulcers using the Braden scale in elderly patients receiving long-term care. *Journal of the Korean Geriatrics Society*. 2011;15(4):191-199.
<http://dx.doi.org/10.4235/jkgs.2011.15.4.191>
- a28. Cho I, Noh M. Braden scale: Evaluation of clinical usefulness in an intensive care unit. *Journal of Advanced Nursing*. 2010;66(2):293-302.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2648.2009.05153.x>
- a29. Oh DY, Kim JH, Lee PK, Ahn ST, Rhie JW. Prevention of pressure ulcer using the pressure ulcer risk assessment based on Braden scale. *Journal of the Korean Society of Plastic and Reconstructive Surgeons*. 2007;34(4):465-469.
- a30. Jun S, Jeong I, Lee Y. Validity of pressure ulcer risk assessment scales; Cubbin and Jackson, Braden, and Douglas scale. *International Journal of Nursing Studies*. 2004;41(2):199-204.
- a31. Marrie RA, Ross JB, Rockwood K. Pressure ulcers: Prevalence, staging, and assessment of risk. *The Canadian Geriatrics Journal*. 2003;6(3):134-140.
- a32. Harrison MB, Wells G, Fisher A, Prince M. Practice guidelines for the prediction and prevention of pressure ulcers: Evaluating the evidence. *Applied Nursing Research*. 1996;9(1):9-17.
- a33. Serpa LF, Santos VL, Campanili TC, Queiroz M. Predictive validity of the Braden scale for pressure ulcer risk in critical care patients. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 2011;19(1):50-57.
- a34. de Souza DM, Santos VL, Iri HK, Sadasue Oguri MY. Predictive validity of the Braden scale for pressure ulcer risk in elderly residents of long-term care facilities. *Geriatric Nursing*. 2010;31(2):95-104.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gerinurse.2009.11.010>
- a35. Watkinson C. Developing a pressure sore risk assessment scale. *Professional Nurse*. 1997;12(5):341-346.
- a36. Defloor T, Grypdonck MF. Pressure ulcers: Validation of two risk assessment scales. *Journal of Clinical Nursing*. 2005;14(3):373-382.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2702.2004.01058.x>
- a37. Suriadi, Sanada H, Sugama J, Thigpen B, Kitagawa A, Kinoshita S, et al. A new instrument for predicting pressure ulcer risk in an intensive care unit. *Journal of Tissue Viability*. 2006;16(3):21-26.
- a38. Jalali R, Rezaie M. Predicting pressure ulcer risk: Comparing the predictive validity of 4 scales. *Advances in Skin & Wound Care*. 2005;18(2):92-97.