



외상중환자의 욕창 위험사정 도구의 타당도 비교

최자은¹ · 황선경²

¹ 울산대학교병원 간호사, ² 부산대학교 간호대학 교수

Predictive Validity of Pressure Ulcer Risk Assessment Scales among Patients in a Trauma Intensive Care Unit

Choi, Ja Eun¹ · Hwang, Sun-Kyung²

¹ Registered Nurse, Ulsan University Hospital

² Professor, College of Nursing, Pusan National University

Purpose : The aims of this study were to identify the incidence of pressure ulcers and to compare the predictive validities of pressure ulcer risk assessment scales among trauma patients. **Methods :** This was a prospective observational study. A total of 155 patients admitted to a trauma intensive care unit in a university hospital were enrolled. The predictive validity of the Braden, Cubbin & Jackson, and Waterlow scales were assessed based on the sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC). **Results :** Of the patients, 14 (9.0%) subsequently developed pressure ulcers. The sensitivity, specificity, positive predictive values, and negative predictive values were 78.6%, 75.9%, 24.4%, and 97.3%, respectively, for the Braden scale (cut-off point of 12); 85.7%, 68.8%, 21.4%, and 98.0%, respectively, for the Cubbin & Jackson scale (cut-off point of 26); and 71.4%, 87.2%, 35.7%, and 96.9%, respectively, for the Waterlow scale (cut-off point of 18). The AUCs were 0.88 (Waterlow), 0.86 (Braden), and 0.85 (Cubbin & Jackson). **Conclusion :** The findings indicate that the predictive validity values of the Waterlow, Braden, and Cubbin & Jackson scales were similarly high. However, further studies need to also consider clinical usefulness of the scales.

Key words : Pressure ulcer, Risk assessment, Validity, Trauma, Intensive care unit

I. 서 론

1. 연구의 필요성

외상은 질병이 아닌 교통사고, 추락, 미끄러짐, 부딪

힘, 맞음, 끼임, 총상, 날카로운 것에 의한 손상, 기계에 의한 손상, 익수, 질식, 화상으로 인해 손상을 말하며 (Mock, Lormand, Goosen, Joshipura, & Peden, 2004), 이러한 외상은 국내의 10대 주요 사망원인 중 하나로, 전체 사망률의 9.5%를 차지하며 높은 사망률

투고일 : 2019. 3. 18 1차 수정일 : 2019. 4. 23 게재확정일 : 2019. 4. 26

주요어 : 욕창, 위험 사정, 예측타당도, 외상, 중환자

* 이 논문은 제 1저자 최자은의 석사학위논문을 수정하여 작성한 것임

Address reprint requests to : Hwang, Sun-Kyung

College of Nursing, Pusan National University, 49, Busandaehak-ro, Mulgeum-eup, Yangsan-si, 50612, Korea

Tel : 82-51-510-8340, Fax : 82-51-510-8308, E-mail : skhwang@pusan.ac.kr

을 보이고 있다(Statistics Korea, 2018). 보건복지부는 지역별로 권역외상센터를 개소하여 중증도가 높은 외상환자들은 초기에 외상중환자실에서 집중적인 치료를 받도록 함으로써 예방 가능한 사망률을 감소시키기 위한 노력을 하고 있다.

외상환자들은 교통사고나 추락 등으로 다발성 골절 및 손상을 입는 경우가 많은데 이러한 손상으로 부동상태, 감각이나 의식의 저하 등을 동반하거나, 신체적 움직임을 제한하는 골격 견인, 캐스트, 척추보조기와 다양한 치료적 기구의 사용이 많아 욕창발생의 위험이 높고 욕창상태가 심각한 치료를 요하는 수준으로 악화되기도 한다(Ham, Schoonhoven, Shuurmans, & Leenen, 2016; Jung et al., 2015). 외상중환자의 욕창발생률은 국외에서 2.3~13.4% (Griswold, Griffin, Swain, & Kerby, 2017; Iranmanesh, Rafiei, & Sabzevari, 2012; Wilczweski et al., 2012)로 다양하게 보고되었고, 국내의 연구(Jung et al., 2015)에서는 17%로 조사되었다. 중환자에게 욕창이 발생하게 되면 감염과 패혈증 발생이 높아지고 치료비용의 증가와 재원기간을 연장시키는 등의 부정적인 결과를 초래한다(Reilly, Karakousis, Schrag, & Stawicki, 2007). 따라서 외상중환자들의 욕창발생을 예방하는 것이 중요한데, 이를 위해서 욕창 위험사정 도구를 이용하여 욕창발생 위험군을 정확하게 선별하고 효과적으로 예방해야 한다.

현재 욕창발생 위험을 사정하기 위해 개발된 도구 중 Braden 도구(Bergstrom, Braden, Laguzza, & Holman, 1987)가 가장 널리 알려져 있다. Braden 도구에 대한 메타분석 결과 예측타당도는 중등도였고, 경계점수가 대상자의 특성에 따라 매우 다양하게 나타나, 예측타당도를 높이기 위해서 대상자의 특성에 따라 도구를 구별하여 사용할 것을 제안하였다(Park & Park, 2014). 이 도구에 포함되지 않은 나이, 의식수준, 산소 및 관류상태가 욕창발생에 영향을 줄 수 있으며(Iranmanesh et al., 2012), 활동성과 영양상태가 외상중환자의 욕창군과 비욕창군을 잘 구별해 주지 못하고(Jung et al., 2015), 이 도구를 통해 분류된 고위험군에서 욕창이 발생하지 않아 욕창의 발생을 식별하는 데에 한계가 있다고 하였다(Griswold et al., 2017).

욕창 위험사정 도구 중 중환자를 대상으로 개발된 Cubbin과 Jackson (1991) 도구는 다른 도구와 비교

하였을 때 중환자에서 상대적으로 예측타당도가 높은 것으로 알려져 있으나(Kim, Lee, Lee, & Eom, 2009; Lee, Jeong, & Jeon, 2003), 외상중환자를 대상으로 이 도구를 적용한 연구는 없었다. 한편 Waterlow 도구는 1985년 개발된 후 2005년에 개정되어 영국에서 널리 사용되고 있는 점수체계(Waterlow, 2005)로서 외상, 수술 및 신경학적 결손 등 특수 위험요인이 욕창 위험사정 도구의 구성요소로 포함되어 있다. Griswold 등(2017)은 외상중환자의 욕창발생 위험을 사정하는데 일반적으로 널리 사용되고 있는 Braden 도구의 한계를 보고하면서 Waterlow 도구 등 다른 도구도 사용을 제안하였다. Waterlow 도구는 국내에서는 잘 알려져 있지 않아 이를 사용한 연구가 거의 없으므로 이 도구를 외상환자를 대상으로 임상적 활용가능성을 평가하는 연구가 필요한 실정이다.

외상중환자의 욕창발생을 예방하기 위해서는 타당도가 높은 욕창 위험사정 도구를 임상에서 사용해야 함에도 이러한 도구의 예측타당도를 비교한 연구는 매우 제한적이었다. 이에 본 연구는 욕창 위험사정 도구로 Braden 도구, Cubbin과 Jackson 도구, Waterlow 도구를 적용하여 도구의 예측타당도를 비교함으로써 외상중환자에게 보다 적합한 욕창 위험사정 도구를 제시하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 외상중환자를 대상으로 욕창발생률을 확인하고 Braden 도구, Cubbin과 Jackson 도구, Waterlow 도구의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 및 곡선하면적(area under the receiver operating characteristic curve, AUC)을 비교함으로써 외상중환자에게 예측타당도가 높은 욕창 위험사정 도구를 확인하고자 한다. 본 연구의 구체적 목표는 다음과 같다.

- 1) 대상자의 제 특성 및 욕창발생률과 관련 특성을 파악한다.
- 2) 욕창 위험사정 도구들의 경계점수에 따른 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 비교한다.
- 3) 욕창 위험사정 도구들의 ROC (receiver operating characteristic) 곡선을 구하고 곡선하면적을 비교한다.

II. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 외상중환자를 대상으로 욕창발생률과 관련 특성을 확인하고 Braden 도구, Cubbin과 Jackson 도구, Waterlow 도구의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 및 곡선하면적을 비교·분석하여 외상중환자에게 예측타당도가 높은 욕창 위험사정 도구를 제시하기 위한 전향적 관찰연구이다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상자는 2017년 11월 16일부터 2018년 3월 19일까지 A시에 소재한 일 대학교병원의 외상중환자실에 입원한 환자로서, 선정기준에 부합하는 환자를 연구대상자로 포함하였다. 선정기준은 손상중증도점수 (injury severity score, ISS) 16점 이상의 심한 손상 (American College of Surgeons, 2016)으로 분류된 환자로, 외상중환자실에 처음 입실하고 입실시 욕창이 없으며 체류기간이 24시간 이상인 환자로 하였으며, 일 반병동 전실 후 재입실하는 경우는 제외하였다. 연구기간 동안 외상중환자실에 입원한 환자는 263명으로, 손상중증도점수 16점 미만 76명, 재입실 환자 13명, 입실 시 욕창이 있는 환자 15명, 체류기간 24시간 미만의 4명을 제외한 155명을 연구대상으로 포함하였다. 표본수 산정은 G*Power 프로그램(Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007)을 이용하여 산출하였는데, 사전계획에서는 욕창 발생군과 비발생군을 비교하고자 평균비교 통계에서 효과크기(d) 0.5, 검정력($1-\beta$) 0.8, 유의수준(α) 0.05일 때 두 군은 총 126명으로 산출되었고 이를 기준으로 탈락률 약 20%를 고려하여 총 155명을 표집하였다.

3. 연구 도구

1) 대상자의 특성

대상자의 특성으로는 인구학적 특성과 임상적 특성을 조사하였다. 성별, 연령, 체질량지수(kg/m^2), 흡연 여부, 기저질환, 외상과 관련된 사고기전, 손상부위, 손

상중증도점수, 입원시 환자의 상태로서 의식수준, 리치몬드 흥분-진정 단계, 입원 중 치료와 관련된 수술 여부, 고정장치, 억제대, 기계적 환기, 혈액투석 및 약물로 승압제와 진정제 사용 여부와 외상중환자실 재실기간 등을 포함하였다. 리치몬드 흥분-진정 단계(Richmond Agitation-Sedation Scale, RASS)는 Sessler 등(2002)이 중환자실에서 흥분-진정 상태를 알아볼 수 있도록 개발한 도구로, 깨어있으며 평안한 상태인 0점을 기준으로 진정된 정도가 깊어질수록 음(-)의 점수로, 흥분된 상태가 심해질수록 양(+)의 점수로 측정하여 환자의 흥분-진정 단계를 구별한다. 점수의 범위는 무의식 단계인 -5점에서 공격적인 단계인 +4점까지이며, 총 10단계로 구분된다.

2) 욕창발생과 관련 특성

욕창발생과 관련하여 욕창단계, 발생시점 및 신체부위를 포함하였다. 욕창단계는 European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP), National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP)와 Pan Pacific Pressure Injury Alliance (PPPIA) (2014)에 따라 분류되었으며, 1단계 이상을 욕창발생으로 판단하였다.

3) 욕창 위험사정 도구

각 도구의 특성은 Table 1에 나타내었다.

(1) Braden 도구

미국에서 개발된 Braden 도구(Bergstrom et al., 1987)는 욕창발생의 위험을 사정하는 도구로 저자(Barbara Braden & Nancy Bergstrom)로 부터 사용 승인을 받았다. 이 도구는 6개의 하부요소인 감각인지(sensory perception), 습기(moisture), 활동성(activity), 기동성(mobility), 영양(nutrition), 마찰력과 전단력(friction & shearing)으로 구성되어있다. 각 요소의 평가는 감각인지, 습기, 활동성, 기동성, 영양은 1~4점 척도로, 마찰력과 전단력은 1~3점 척도로 평가한다. 점수의 범위는 6~23점이며, 점수가 낮을수록 욕창발생 위험이 높은 것을 의미한다.

(2) Cubbin과 Jackson 도구

중환자실 환자를 대상으로 욕창발생 위험정도를 사

정하기 위해 Cubbin과 Jackson (1991)이 개발한 도구이다. 이 도구는 나이(age), 체중(weight), 전신 피부상태(general skin condition), 의식상태(mental condition), 기동성(mobility), 혈액학적 상태(hemodynamics), 호흡(respiration), 영양(nutrition), 실금(incontinence), 위생(hygiene)의 10개 하부요소로 구성되어 있고, 각 요소는 1~4점으로 평가한다. 점수의 범위는 10~40점이며, 점수가 낮을수록 욕창발생의 위험이 높은 것을 의미한다.

(3) Waterlow 도구

Waterlow가 1985년에 개발하고 2005년 개정된 욕창발생 위험사정 도구이며, 도구와 관련된 정보, 점수카드 및 매뉴얼 등은 관련 홈페이지(<http://www.judewaterlow.co.uk>)에서 제공되고 있다(Waterlow, 1985, 2005). 이 도구는 11개의 요소로 체질량지수(build/weight for height), 시각적 위험부위 피부상태(skin type of visual risk areas), 성별(gender), 나이(age), 영양상태(malnutrition screening), 대소변조절(continentence), 기동성(mobility), 특수 위험인자로 조직 영양불량(tissue malnutrition), 신경학적 결손(neurological deficit), 주요수술 혹은 외상(major surgery or trauma) 및 약물(medication)을 포함한다(Waterlow, 2005). 각 요소 별로 점수가 0점에서 8점까지 다양하게 부여되어 있고, 요소 당 1개 이상의 점수도 가능하다고 명시되어 있어, 합산 점수는 최소 2점이며 최대 점수는 위험인자에 따라 매우 다양하다. 합산 점수가 10점 이상은 위험(at risk), 15점 이상은 높은 위험(high risk), 20점 이상은 매우 높은 위험(very high risk)상태로, 점수가 높을수록 욕창발생 위험이 높은 것을 의미한다.

4. 자료수집 방법

본 연구는 B대학병원의 임상연구심의위원회(승인번호: 2017-11-020)의 승인을 받았다. 연구를 진행하기 전에 의사소통이 가능한 대상자는 연구자가 직접 서면으로 동의서를 받았고, 의식저하 및 진정제 사용 등으로 의사소통이 불가능하거나 급성기 치료로 인하여 동의서를 직접 받을 수 없는 경우 법적대리인에게 연구의 목적, 방법, 기대되는 이익과 위험, 익명성 유지, 비밀

보장, 중도 철회 가능 등에 대해 설명을 한 후 동의서를 받았다.

모든 자료는 중환자실 임상경력이 5년 이상이고 외상중환자실에 근무하는 연구자 1명이 의무기록과 직접 관찰을 통하여 수집하였다. 대상자가 입실한 후 24시간 내에 인구학적 특성과 임상적 특성을 조사하고 3개의 욕창 위험사정 도구(Braden, Cubbin & Jackson, Waterlow)로 대상자를 사정하였다. 욕창의 발생여부를 확인하기 위해 매일 오후 4시에 피부사정을 실시하였으며, 연구자가 직접 피부사정을 하지 못하는 경우에는 욕창 간호기록을 통하여 욕창 발생여부와 단계를 확인하였다. 피부사정은 입실 시 첫 사정 이후 매일 시행하여 퇴실 시(전동, 사망, 퇴원)에 종료하였고, 피부사정의 순서는 머리, 경부, 등, 상지, 엉덩이, 하지 순으로 사정하여 욕창단계를 평가하였다.

5. 자료분석 방법

자료분석은 SPSS 21.0 프로그램과 Medcalc 15.11 프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 대상자의 제 특성은 빈도와 백분율, 평균과 표준편차로 분석하였다.
- 2) 각 도구의 경계 점수별 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 분석하고, Youden 지수가 가장 높은 경우를 경계점수로 결정하였다(Šimundić, 2009).
 - 민감도(sensitivity): 욕창이 발생한 환자 중에서 욕창발생 위험사정 도구의 점수에 의해 욕창발생 위험군으로 예측된 대상자의 비율(%).
 - 특이도(specificity): 욕창이 발생하지 않은 환자 중에서 욕창발생 위험사정 도구의 점수에 의해 욕창발생 비위험군으로 예측된 대상자의 비율(%).
 - 양성예측도(positive predictive value, PPV): 욕창발생 위험군으로 예측되었던 환자 중에 실제로 욕창이 발생한 대상자의 비율(%).
 - 음성예측도(negative predictive value, NPV): 욕창발생 비위험군으로 예측되었던 환자 중에 실제로 욕창이 발생하지 않은 대상자의 비율(%).
 - Youden 지수(index): 민감도와 특이도의 비율 합에서 1을 뺀 값(민감도+특이도-1).

Table 1. Characteristics of the Braden, Cubbin & Jackson, and Waterlow Scales

Categories	Braden	Cubbin & Jackson	Waterlow
Age		√	√
Gender			√
Body weight		√	√(BMI)
Moisture/Incontinence	√	√	√
Skin condition		√	√
Friction/shear	√		
Mobility	√	√	√
Physical activity	√		
Nutrition	√	√	√
Sensory perception	√		
Mental condition		√	
Hemodynamics		√	
Respiration		√	
Hygiene		√	
Tissue malnutrition			√
Neurological deficit			√
Major surgery/trauma			√
Medication			√
No. of category	6	10	11
Item score	3~4	1~4	0~8(various)
Total score (min-max)	6~23	10~40	2~various
Risk of pressure ulcer (The higher the risk)	The lower the score	The lower the score	The higher the score

BMI=body mass index

3) 전반적인 예측타당도 비교를 위해 각 도구의 ROC 곡선을 그려 곡선하면적을 구하고 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 제시하였다.

III. 연구 결과

1. 대상자의 특성

대상자의 인구학적 특성에서 성별은 남자 116명(74.8%), 여자 39명(25.2%)이었으며, 평균 연령은 55.76 ± 18.54세로, 연령별로는 60~79세가 58명(37.4%), 40~59세가 56명(36.1%)으로 많았다. 체질량지수는 평균 23.59 ± 3.89 kg/m²였으며, 흡연자는 66명(42.6%), 기저질환으로 고혈압이 49명(31.6%), 당뇨병이 23명

(14.8%)이었다. 입실 시 의식수준은 명료가 81명(52.3%)으로 가장 많았고, 언어자극에 반응은 35명(22.6%), 통증자극에 반응은 21명(13.5%), 전혀 반응이 없는 상태는 18명(11.6%)의 순으로 나타났다. 리치몬드 흥분/진정 단계는 진정 상태(-1~-5점)는 74명(47.7%), 깨어 있는 평안한 상태(0점)는 60명(38.7%), 흥분된 상태는(1~3점)는 21명(13.6%)이었다.

외상과 관련된 사고기전으로는 자동차 사고가 46명(29.7%)으로 가장 많았고, 낙상 42명(27.1%), 추락 26명(16.8%), 오토바이 사고 12명(7.7%)이었다. 손상부위로는 두·경부 117명(75.5%)으로 가장 많았고, 흉·복부와 상·하지는 각 68명(43.9%)이었으며, 입실시 환자의 손상중증도점수(ISS)는 평균 23.88 ± 7.23점이었다. 외상으로 인해 수술을 받은 대상자는 95명(61.3%)이었고, 치료를 위한 고정장치의 사용은 63명(40.6%), 억제대

Table 2. Demographic and Clinical Characteristics of the Subjects

(N=155)

Characteristics	Categories	Frequency (%)	M±SD
Gender	Male	116 (74.8)	
	Female	39 (25.2)	
Age (year)	<20	6 (3.9)	55.76±18.54
	20~39	25 (16.1)	
	40~59	56 (36.1)	
	60~79	58 (37.4)	
	≥80	10 (6.5)	
BMI (kg/m ²)			23.59±3.89
Smoking		66 (42.6)	
Underlying disease*	Hypertension	49 (31.6)	
	Diabetes mellitus	23 (14.8)	
Level of consciousness	Alert	81 (52.3)	
	Verbal response	35 (22.6)	
	Pain response	21 (13.5)	
	Unresponsive	18 (11.6)	
RASS score	≥1	21 (13.6)	-1.24±2.16
	0	60 (38.7)	
	≤-1	74 (47.7)	
Mechanism of injury	Car	46 (29.7)	
	Motorcycle	12 (7.7)	
	Fall down	26 (16.8)	
	Slip down	42 (27.1)	
	Others	29 (18.7)	
Body parts of injury*	Brain & Cervical	117 (75.5)	
	Chest & Abdomen	68 (43.9)	
	Extremities	68 (43.9)	
ISS	Severe (16~24)	81 (52.3)	23.88±7.23
	Critical (≥25)	74 (47.7)	
Surgical operation		95 (61.3)	
Fixture devices		63 (40.6)	
Restraints		75 (48.4)	
Mechanical ventilator		53 (34.2)	
Medication*	Inotropics	28 (18.1)	
	Sedatives	54 (34.8)	
Length of TICU stay (day)	1~3	83 (53.9)	6.44±8.14
	4~7	33 (21.4)	
	8~14	22 (14.3)	
	≥15	16 (10.4)	

BMI=body mass index; RASS=Richmond agitation-sedation scale; ISS=injury severity score; TICU=trauma intensive care unit

* Multiple response

Table 3. Pressure Ulcer related Characteristics

(N=14)

Characteristics	Categories	Frequency (%)	M±SD
Stage of pressure ulcer	I	4 (28.6)	11.14±8.37
	II	10 (71.4)	
	III	0 (0.0)	
	IV	0 (0.0)	
Onset (day)	1~3	2 (14.3)	
	4~6	4 (28.6)	
	7~13	2 (14.3)	
	≥14	6 (42.9)	
Body area	Occipital	3 (21.4)	
	Sacrum & Coccyx	8 (57.1)	
	Heel	2 (14.3)	
	Extremity	1 (7.1)	

적용은 75명(48.4%), 기계적 환기보조는 53명(34.2%)이였으며, 약물투여를 받은 대상자는 승압제 28명(18.1%), 진정제 54명(34.8%)이었다. 외상중환자실 재실기간은 평균 6.44±8.14일로 1~3일이 83명(53.9%), 4~7일이 33명(21.4%) 순이었고, 15일 이상도 16명(10.4%)이있었다(Table 2).

2. 욕창관련 특성

전체 대상자 155명 중 욕창이 발생한 대상자는 총 14명(9.0%)으로, 이 중 욕창단계는 1단계가 4명, 2단계가 10명 이었다. 첫 욕창 발생시점은 입실후 평균 11.14±8.37일이었고, 입실 14일 이후에 욕창이 발생한 경우가 6명(42.9%), 4~6일 4명(28.6%)으로 많았으며, 욕창 발생부위는 천골/미골 8명(57.1%), 후두골 3명(21.4%), 발꿈치 2명(14.3%)의 순이었다(Table 3).

3. 욕창발생 위험사정도구별 예측타당도

1) 도구별 경계점수에 따른 타당도

도구별 타당도를 산정하기 위해 본 연구에서는 연속형 변수의 진단 검사 시 절단값(cut-off value)을 구하기 위해 사용되는 Youden 지수를 이용하였고, 이 값이 최대가 되는 경우를 경계점수(cut-off point)로 결정하였다(Table 4). 이에 따라 본 연구에서의 도구별

각 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도는 Braden 도구가 12점에서 78.6%, 75.9%, 24.4%, 97.3%, Cubbin과 Jackson 도구가 26점에서 85.7%, 68.8%, 21.4%, 98.0%, Waterlow 도구는 18점에서 71.4%, 87.2%, 35.7%, 96.9%이었다.

2) 도구별 ROC 곡선과 곡선하면적

전반적인 도구의 타당도 평가를 위해 ROC 곡선을 그리고, 곡선하면적을 계산하여 각 도구별로 비교하였

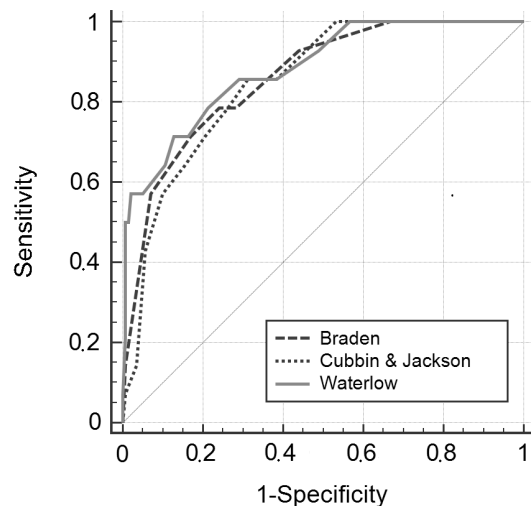


Figure 1. Receiver operating characteristic curves of 3 scales. The area under the ROC curve (AUC) showed 0.860 for Braden, 0.849 for Cubbin & Jackson, and 0.882 for Waterlow.

Table 4. Tests of Scales at Various Cut-off Scores

Scale	Cut-off score	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Braden	10	57.1	92.9	44.4	95.6
	11	71.4	83.0	29.4	96.7
	12*	78.6	75.9	24.4	97.3
	13	78.6	71.6	21.6	97.1
	14	92.9	56.0	17.3	98.8
	15	100.0	33.3	13.0	100.0
	16	100.0	14.9	10.4	100.0
	17	100.0	9.9	9.9	100.0
	18	100.0	8.5	9.8	100.0
Cubbin & Jackson	21	42.9	94.3	42.9	94.3
	22	57.1	90.0	36.4	95.5
	23	64.3	84.4	29.0	96.0
	24	71.4	79.4	25.6	96.6
	25	78.6	73.8	22.9	97.2
	26*	85.7	68.8	21.4	98.0
	27	85.7	61.7	18.2	97.8
	28	100.0	46.8	15.7	100.0
Waterlow	10	100.0	31.2	12.6	100.0
	11	100.0	37.6	13.7	100.0
	12	100.0	43.3	14.9	100.0
	13	92.9	51.1	15.8	98.6
	14	85.7	61.7	18.2	97.8
	15	85.7	70.9	22.6	98.0
	16	78.6	78.7	26.8	97.4
	17	71.4	83.7	30.3	96.7
	18*	71.4	87.2	35.7	96.9
	19	64.3	89.4	37.5	96.2
	20	57.1	95.0	53.3	95.7

The data of sensitivity, specificity, PPV, and NPV are presented as percent (%).

PPV=positive predictive value; NPV=negative predictive value

*Cut-off point of this study

으며(Figure 1), 각 도구의 곡선하면적은 Braden 도구 0.860 (95% CI: 0.795~0.910), Cubbin과 Jackson 도구 0.849 (95% CI: 0.783~0.902), Waterlow 도구가 0.882 (95% CI: 0.820~0.928)로 나타났다.

IV. 논 의

본 연구는 외상중환자실에 입실한 중증외상환자의 욕창발생 위험을 보다 잘 예측할 수 있는 도구를 확인

하고자 수행한 전향적 조사연구이다. 욕창발생 위험 사정도구 중 Braden 도구, Cubbin과 Jackson 도구, Waterlow 도구의 예측타당도를 확인하였고 그 결과 세 도구가 모두 중증외상환자를 대상으로 욕창발생 위험을 사정하는 도구로서 매우 좋은 예측타당도를 보였으며 이중 Waterlow 도구가 상대적으로 조금 더 높게 나타났다. 본 연구에서 나타난 각 도구의 경제점수와 예측타당도를 중심으로 논의하였다.

본 연구는 대상자가 권역외상센터를 통해 외상중환자실에 입실한 시점부터 관찰하여 욕창발생을 사정한

결과 욕창발생률은 9.0%였다. 이는 외상중환자의 욕창 발생률을 보고한 Wilczweski 등(2012)의 9.6%와 유사하였으나 국내 외상중환자를 대상으로 조사한 Jung 등(2015)의 17.0% 보다는 낮았는데, 이들 연구는 의무 기록을 통한 후향적 조사였다. 외상중환자의 욕창발생률은 조사방법이나 환자의 중증도 등에 따라 2.3% (Griswold et al., 2017), 13.4% (Iranmanesh et al., 2012), 척수외상환자에서 28.3% (Ham et al., 2016)로 다양하게 보고되고 있다. 본 연구에서의 결과는 국내에서 외과계 중환자를 대상으로 욕창발생률을 조사한 연구에서 18.3% (Kim et al., 2009)와 중환자를 대상으로 14.2% (Kim, Choi, Lee, & Kim, 2013)와 비교해서도 낮게 나타났다. 이와 같이 욕창발생률이 선행연구보다 비교적 낮은 것은 권역외상센터의 개소와 함께 외상환자에 대한 적극적인 치료 및 간호의 결과 그리고 본 연구가 전향적으로 환자의 욕창발생을 조사하면서 보다 적극적으로 욕창발생 여부를 사정하였음을 고려해볼 수 있을 것이다.

대상자에게 발생한 욕창은 욕창단계(EPUAP, NPUAP & PPIA, 2014)에 따라 피부의 손상은 없고 비창백성 홍반이 있는 상태인 1단계 보다 진피가 노출되어 있고 부분 층의 피부손상이 있는 상태인 2단계가 더 많았다. 발생 부위로는 천골과 미골부위에서 호발 하였으며, 14 일 이상 장기간 입원환자를 제외하고는 입실 4~7일 경에 욕창의 발생 빈도가 비교적 높은 것 등 욕창의 양상이 Jung 등(2015)과 Kim 등(2009)의 결과와 유사하였다. 또한 욕창이 발생하면 1단계에 머무르지 않고 2단계로 악화되는 경우가 많으므로 초기에 외상중환자의 욕창발생 위험을 철저히 사정하여 사전에 예방하는 것이 무엇보다 중요하다.

본 연구에서 욕창위험 사정도구의 경계점수는 각 점수에서 민감도와 특이도를 고려한 Youden 지수를 통해 Braden 도구 12점, Cubbin과 Jackson 도구 26점, Waterlow 도구 18점으로 제시하였다. Braden 도구의 경계점수를 선행연구에서는 18점으로 제시하고 있으나, 미국에서 외상중환자(n=2,361)를 대상으로 이 점수에서 민감도는 100%, 특이도가 거의 0(0.4%)에 가까워 경계점수를 12점(민감도 약 80%, 특이도 50%)으로 제시하였는데(Griswold et al., 2017), 본 연구에서도 민감도와 특이도가 같은 양상을 보여 결과가 일치함을 알 수 있었다. 외과계 중환자를 대상으로 한 연구

(Kim et al., 2009)에서는 경계점수를 14점(민감도 92.5%, 특이도 69.8%, 양성예측도 40.6%, 음성예측도 97.6%)으로 제시하였는데, 본 연구에서는 14점에서 민감도는 이와 유사하였으나 특이도와 양성예측도는 약간 더 낮았다. 이러한 결과는 Braden 도구의 메타분석 연구(Park & Park, 2014)에서 연구와 대상에 따라 경계점수가 10점에서 20점까지 다양하게 나타난 것과 비교하면, 외상중환자에서는 Braden 도구의 경계점수가 좀 더 낮은 경향이 있음을 알 수 있다. Braden 도구는 점수가 낮을수록 욕창발생 위험이 높음을 의미하므로, 점수가 높으면 민감도는 높으나 특이도와 양성예측도가 낮아 위양성률이 높아지므로 실무에서 이를 고려하여 경계점수를 제시할 필요가 있다.

Cubbin과 Jackson (1991) 도구는 중환자의 욕창발생 위험을 사정하기 위해 개발된 도구로서 개발시 경계점수가 24점이었는데, 본 연구에서는 26점으로 나타났다. Kim 등(2009)이 선행연구를 분석한 결과 중환자를 대상으로 경계점수가 24점에서 29점까지 다양하였고, 외과중환자를 대상으로 조사한 이 연구에서는 경계점수 28점(민감도 95.0%, 특이도 81.5%, 양성예측도 53.5%, 양성예측도 98.6%), 내외과 중환자를 대상으로 한 연구(Kim et al., 2013)에서는 경계점수 24점(72.0%, 68.8%, 27.7%, 93.7%)이었다. 국외 연구에서는 수정된 도구를 사용하여 경계점수를 비교하기는 어려웠으며, 이 수정된 도구를 사용한 연구에서 도구의 범주에 부여된 가중치 점수와 범주 간의 관련성에 대해 추후연구가 더 필요하다고 평가하였다(Ahtiala, Soppi, & Kivimäki, 2016).

Waterlow 도구의 경계점수는 Youden 지수가 가장 높은 18점이 본 연구에서 제시되었는데, 16점(민감도 78.6%, 특이도 78.7%)과 15점(85.7%, 70.9%)에서도 민감도와 특이도는 70~80% 이상으로 나타났다. 이 도구는 점수가 높을수록 욕창발생 위험이 높으며, 18점은 욕창발생 위험범주에서 고위험(high risk)에 해당한다. 병원에 입원한 환자를 대상으로 한 Serpa, de Gouveia Santos, Gomboski와 Rosado (2009)의 연구에서는 17점(71.4%, 67.0%, 14.3%, 96.8%), 성인중환자를 대상으로 한 연구(Boyle & Green, 2001)에서 11~15점에서 민감도 100%, 특이도 13%, 16~20점에서 민감도 82%, 특이도 38%와 비교할 때 본 연구에서 특이도가 조금 더 높게 나타났다. Park, Lee와 Kwon

(2016)이 노인을 대상으로 사용된 욕창 위험사정 도구의 메타분석에서 이 도구를 사용한 외국 논문(n=5)을 분석한 결과 경계점수는 15~17점이었고, 전체의 민감도는 53%, 특이도는 84%였다. 이 도구의 타당도와 신뢰도를 평가한 연구에서도 높은 특이도와 낮은 민감도가 특징이었다(Charalambous, Koulori, Vasilopoulos, & Roupa, 2018).

도구의 진단적 정확성을 나타내는 예측타당도는 조사 대상과 질병의 특성 및 연구설계에 따라 달라질 수 있으므로 이 도구를 언제, 어떤 상황에서 사용하고 어떻게 해석할 것인지가 무엇보다 중요하다(Šimundić, 2009). 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 모두가 높은 도구가 좋으나 이는 현실적으로 불가능하므로, 그 사용목적과 질병의 특성에 따라 중요하게 고려되어야 할 부분이 다르다. 본 연구에서는 민감도와 특이도를 이용한 Youden 지수를 통해 경계점수를 제시하였다. 본 연구에서 제시된 도구들의 경계점수가 기존 연구에 비해 상대적으로 민감도는 낮고 특이도는 높은 특성이 있는데, 이러한 경향은 욕창이 발생하지 않을 환자들을 비위험군으로 잘 분류하기 때문에 과도한 욕창 예방 간호에 소모되는 인력이나 비용을 줄일 수 있는 이점은 있으나, 욕창이 발생할 환자를 고위험군으로 분류하지 못할 가능성이 있어 욕창발생을 예측하지 못할 수 있는 문제점이 발생할 수 있다. 그러므로 추가적인 연구를 통하여 외상중환자의 특성을 고려한 경계점수를 확인하고, 임상에서는 이러한 특성을 반영하여 도구를 적용하여야 할 것이다.

각 도구의 전반적인 타당도를 확인하고 이를 비교하기 위해 곡선하면적을 이용하는데, 그 면적이 클수록 타당도가 높은 것을 의미한다. 곡선하면적이 0.9~1.0은 매우 우수한(very excellent), 0.8~0.9는 매우 양호(very good), 0.7~0.8은 양호(good), 0.6~0.7은 충분한(sufficient), 0.5~0.6은 나쁜(bad), 0.5 미만은 유용하지 않음(not useful)으로 평가한다(Šimundić, 2009). 본 연구에서 각 도구의 곡선하면적은 Braden 도구가 0.86, Cubbin과 Jackson 도구가 0.85, Waterlow 도구가 0.88로, 모든 도구에서 0.80 이상으로 높았으며, 그 중 Waterlow 도구가 약간 더 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서 사용한 3개의 욕창 위험사정 도구를 사용하여 예측타당도를 비교한 연구와 중환자를 대상으로 욕창 위험사정 도구의 예측타당도를 비

교한 연구가 매우 제한적이었다. Pattanshetty, Prasade와 Aradhana (2015)는 내외과 중환자를 대상으로 3개 도구를 포함하여 욕창발생 위험을 사정한 결과 Cubbin과 Jackson 도구가 민감도 99.3%, 특이도 55.5%로 Braden과 Waterlow 도구보다 가장 높은 예측력을 보였다고 보고하였다. Braden 도구와 Cubbin과 Jackson 도구를 외과중환자를 대상으로 비교한 결과 곡선하면적은 각각 0.88, 0.90으로 Cubbin과 Jackson 도구의 전반적 예측타당도가 조금 더 우수하였다(Kim et al., 2009). 중환자를 포함한 내외과 환자를 대상으로 Youden 지수를 통해 예측타당도를 평가한 연구(Jalali & Rezahi, 2005)에서는 Braden 도구가 Waterlow 도구 보다는 더 나은 것으로 보고되었다. 노인을 대상으로 비교한 메타분석 연구에서는 Braden 도구와 Waterlow 도구의 곡선하면적이 각각 0.79와 0.81로 나타나 Braden 보다 Waterlow 도구의 예측타당도가 상대적으로 높았다(Park et al., 2016). 하지만 Boyle와 Green (2001)이 중환자실 환자를 대상으로 Waterlow 도구와 수정된 Jackson/Cubbin 도구를 사용하여 곡선하면적을 비교한 결과 각각 0.66과 0.72로 대체로 낮은 예측력을 보여 본 연구 결과와는 다소 차이가 있었다. 이처럼 연구대상이나 사용된 도구에 따라 결과의 일관성이 부족한 것으로 나타났다. 또한 이러한 결과는 도구를 사용하는 평가자의 측면도 고려해 볼 수 있는데, 도구의 사정항목이 상대적으로 단순한 Braden 도구에 비해 Cubbin과 Jackson 도구와 Waterlow 도구는 더 많은 항목을 포함하고 있어 사용이 복잡할 수 있으며, 각 범주에서 명확한 정의가 부족하고 사용자 간에 지식수준의 차이는 평가자간 신뢰도의 저하를 가져올 수 있다(Charalambos et al., 2018). 그래서 욕창 위험사정 도구를 임상에서 사용시 간호사의 다양한 수준과 적용의 편리성에 초점을 둔다면 Braden 도구의 유용성을 고려할 수 있을 것이다.

Waterlow 도구는 욕창발생의 위험을 사정하기 위해 개발되었지만 최근에 유럽에서는 수술을 위해 입원한 환자들에게 기본적으로 기록하는 점수체계로 사용하고 있으며, 환자의 중증도 사정 및 수술 후 사망률과 질병 경과를 예측하는 수단으로도 사용되고 있다(Thorn, Smith, Aziz, & Holme, 2013). 이처럼 Waterlow 도구는 다른 욕창 위험사정 도구들과는 달리 사정을 통해 욕창발생의 위험뿐만 아니라 수술 후 사망률과 질병의

경과도 평가할 수 있으므로 환자의 예후를 확인하기 위해 다른 도구들을 사용해야하는 번거로움을 줄일 수도 있다. 이러한 부분은 복잡해져가는 의료환경에서 환자의 주요 지표들을 한 도구에서 확인하여 간호와 치료의 방향을 함께 제시할 수 있다면 간호의 전문성과 함께 의료진들 간의 효율적인 의사소통에도 도움이 될 것이라 생각된다. 하지만 Waterlow 도구는 간호사의 임상적 판단이 요구되는 항목이 있고, 채점하는 방법이 다소 어렵기 때문에 임상경험이 적은 간호사는 사용이 어려울 수 있으므로, 도구 사용 시 다중 체크가 가능한 항목들과 구체적인 채점기준에 대한 전문가의 의견과 간호사의 교육이 요구된다.

본 연구는 국내에서 권역외상센터의 개소로 외상중환자실에서 중증외상환자를 간호하고 있으나 이에 대한 연구가 아직 활발하게 이루어지고 있지 않은 상황에서, 외상중환자를 대상으로 욕창발생 위험사정 도구의 예측타당도를 의무기록이 아닌 전향적인 관찰연구를 통해 비교하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 기존에 임상에서 보편적으로 사용되고 있는 Braden 도구와 중환자를 대상으로 개발된 Cubbin과 Jackson 도구 이외에 영국을 비롯한 유럽에서 널리 사용되고 있으며 외상이나 수술과 같은 특수 위험요인을 포함하고 있는 Waterlow 도구를 사용함으로써 임상에서 활용가능성을 조사하였다.

하지만 일개 권역외상센터의 외상중환자를 대상으로 본 연구가 시행되었으므로 연구결과를 일반화하기에 어려움이 있으며, 특히 욕창발생률이 낮아 도구의 양성예측도가 전반적으로 낮게 나타났다. 환자의 외상중환자실 입실 시부터 전향적으로 욕창발생을 관찰하였기에 본 연구 자체가 간호사들에게 욕창예방에 더 관심을 가지게 함으로써 욕창발생률에 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없다. 또한 연구자가 중환자실 경험이 풍부한 간호사로서 자료를 수집하였기에 임상에서 다양한 간호사가 도구를 적용 시에는 평가자간 신뢰도에 따라 도구의 점수가 영향을 받을 수도 있으므로 제시된 경계 점수에 대해서는 지속적인 연구 결과의 축적이 필요할 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서 외상중환자의 욕창발생률은 9.0%이었

으며, 욕창의 피부상태는 2단계가 많았고 천골 및 미골에 많이 발생하였다. 욕창 위험사정 도구인 Braden, Cubbin과 Jackson, Waterlow 도구를 외상중환자에 적용하여 욕창발생을 관찰한 결과 각 도구의 경계점수는 각각 12점, 26점, 18점이었고, 전반적인 예측타당도는 세 도구 모두 매우 양호한 수준인 것으로 나타났다. 외상중환자의 임상적 특성을 복합적으로 반영하여 욕창 위험사정 뿐만 아니라 환자의 상태와 경과를 동시에 파악하고자 한다면 Waterlow 도구의 사용을 고려할 수 있으며, Braden 도구는 구성요소가 단순하고 널리 사용되고 있으므로 임상적 사용의 편리성 측면에서는 이점이 있다.

본 연구에서 욕창 위험사정 도구로 국내에서 새롭게 사용된 Waterlow 도구에 대한 간호사 교육 및 평가자간의 신뢰도를 확인하여 외상중환자뿐만 아니라 내외과 중환자에게도 확대하여 적용 가능한 지 평가해볼 필요가 있다. 나아가 외상중환자의 욕창발생 위험을 사정하는 도구를 평가하고 가장 적절한 도구를 선정하기 위해서는 도구의 예측타당도 뿐만 아니라 평가자의 신뢰도 및 임상적 유용성 등을 함께 고려한 다기관 연구가 필요할 것이다.

REFERENCES

- Ahtiala, M. H., Soppi, E., & Kivimäki, R. (2016). Critical evaluation of the Jackson/Cubbin pressure ulcer scale: A secondary analysis of a retrospective cohort study population of intensive care patients. *Ostomy/Wound Management*, 62(2), 24-33.
- American College of Surgeons. (2016). National trauma data bank 2016: Annual report. Retrieved May 18, 2017, from <https://www.facs.org/~media/files/quality%20programs/trauma/ntdb/ntdb%20annual%20report%202016.ashx>
- Bergstrom, N., Braden, B. J., Laguzza, A., & Holman, V. (1987). The Braden scale for predicting pressure sore risk. *Nursing Research*, 36(4), 205-210.
- Boyle, M., & Green, M. (2001). Pressure sores in intensive care: Defining their incidence and associated factors and assessing the utility of two pressure sore risk assessment tools. *Australian Critical Care*, 14(1), 24-23.
- Charalambous, C., Koulori, A., Vasilopoulos, A., &

- Roupa, Z. (2018). Evaluation of the validity and reliability of the Waterlow pressure ulcer risk assessment scale. *Medical Archives*, 72(2), 141–144.
- Cubbin, B., & Jackson, C. (1991). Trial of a pressure ulcer risk calculator for intensive therapy patients. *Intensive and Critical Care Nursing*, 7(1), 40–44.
- European Pressure Ulcer Advisory Panel [EPUAP], National Pressure Ulcer Advisory Panel [NPUAP], & Pan Pacific Pressure Injury Alliance [PPPIA]. (2014). *Prevention and treatment of pressure ulcers: Quick reference guide*. Perth, Australia: Cambridge Media.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavioral Research Methods*, 39, 175–191.
- Griswold, L. H., Griffin, R. L., Swain, T., & Kerby, J. (2017). Validity of the Braden scale in grading pressure ulcers in trauma and burn patients. *Journal of Surgical Research*, 219, 151–157.
- Ham, W. H. W., Schoonhoven, L., Shuurmans, M. J., & Leenen, L. P. H. (2016). Pressure ulcers in trauma patients with suspected spine injury: A prospective cohort study with emphasis on device-related pressure ulcers. *International Wound Journal*, 14(1), 104–111.
- Iranmanesh, S., Rafiei, H., & Sabzevari, S. (2012). Relationship between Braden scale score and pressure ulcer development in patients admitted in trauma intensive care unit. *International Wound Journal*, 9(3), 248–252.
- Jalali, R., & Rezaie, M. (2005). Predicting pressure ulcer risk: Comparing the predictive validity of 4 scales. *Advances in Skin & Wound Care*, 18, 92–97.
- Jung, Y. J., Chung, Y. H., Oh, S. J., Lee, S. H., Kim, Y. H., Kim, T. H., . . . Hong, S. K. (2015). Risk factors for pressure ulcer in severe trauma patients. *Journal of Acute Care Surgery*, 5(1), 19–27.
- Kim, E. K., Choi, M. N., Lee, J. H., & Kim, Y. A. (2013). Reusability of EMR data for applying Cubbin and Jackson pressure ulcer risk assessment scale in critical care patients. *Healthcare Informatics Research*, 19(4), 261–270.
- Kim, E. K., Lee, S. M., Lee, E., & Eom, M. R. (2009). Comparison of the predictive validity among pressure ulcer risk assessment scales for surgical ICU patients. *Australian Journal of Advanced Nursing*, 26(4), 87–94.
- Lee, Y. H., Jeong, I. S., & Jeon, S. S. (2003). A comparative study on the predictive validity among pressure ulcer risk assessment scales. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 33(2), 162–169.
- Mock, C., Lormand, J. D., Goosen, J., Joshipura, M., & Peden, M. (2004). *Guidelines for essential trauma care*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Park, S. H., Lee Y. S., & Kwon, Y. M. (2016). Predictive validity of pressure ulcer risk assessment tools for elderly: A meta-analysis. *Western Journal of Nursing Research*, 38(4), 459–483.
- Park, S. H., & Park, Y. S. (2014). Predictive validity of the Braden scale for pressure ulcer risk: A meta-analysis. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 44(6), 595–607.
- Pattanshetty, R. B., Prasade, P. M., & Aradhana, K. M. (2015). Risk assessment of decubitus ulcers using four scales among patients admitted in medical and surgical intensive care units in a tertiary care set up: A cross sectional study. *International Journal of Physiotherapy and Research*, 3(2), 971–977.
- Reilly, E. F., Karakousis, G. C., Schrag, S. P., & Stawicki, S. P. (2007). Pressure ulcers in the intensive care unit: The ‘forgotten’ enemy. *OPUS 12 Scientist*, 1(2), 17–30.
- Serpa, L. F., de Gouveia Santos, V. L., Gomboski, G., & Rosado, S. M. (2009). Predictive validity of Waterlow scale for pressure ulcer development risk in hospitalized patients. *Journal of Wound, Ostomy, and Continence Nursing*, 36, 640–646.
- Sessler, C. N., Gosnell, M. S., Grap, M. J., Brophy, G. M., O’neal, P. V., Keane, K. A., . . . Elswick, R. K. (2002). The Richmond agitation-sedation scale: Validity and reliability in adult intensive care unit patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 166(10), 1338–1344.
- Šimundić, A. M. (2009). Measures of diagnostic accuracy: Basic definitions. *EJIFCC: The Journal of the European International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 19(4), 203–211.
- Statistics Korea. (2018). 2017 Annual report on the cause of death statistics. Retrieved November 11, 2018, from https://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board

Thorn, C. C., Smith, M., Aziz, O., & Holme, T. C. (2013). The Waterlow score for risk assessment in surgical patients. *The Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 95(1), 52-56.

Waterlow, J. (1985). Pressure sores: A risk assessment card. *Nursing Times*, 81(48), 49-55.

Waterlow, J. (2005). The Waterlow score. Retrieved

March 10, 2017, from http://www.judy-waterlow.co.uk/waterlow_score.htm

Wilczweski, P., Grimm, D., Gianakis, A., Gill, B., Sarver, W., & McNett, M. (2012). Risk factors associated with pressure ulcer development in critically ill traumatic spinal cord injury patients. *Journal of Trauma Nursing*, 19(1), 5-10.