

중환자실 환자의 의료기기 관련 욕창 특성과 위험요인

조미현¹ · 최혜란²

¹ 서울아산병원 내과계중환자실 간호사

² 울산대학교 의과대학 임상전문간호학전공 임상간호조교수

The Characteristics and Risk Factors of Medical Device Related Pressure Injury in Intensive Care Unit Patients

Jo, Mi Hyeon¹ · Choi, Hye-Ran²

¹ Registered Nurse, Medical Intensive Care Unit, Asan Medical Center

² Clinical Assistant Professor, Department of Clinical Nursing, University of Ulsan

Purpose : This study aimed to investigate the characteristics and risk factors associated with pressure injuries related to medical devices among patients admitted to the intensive care unit (ICU). **Method :** A retrospective study analyzed data from 462 ICU patients. Statistical analyses, including independent t-tests, Fisher's exact tests, and logistic regression were performed to analyze the data. **Results :** Among the 154 subjects, there were a total of 198 medical device-related pressure injuries (MDRPI). Stage 2 and deep tissue pressure injuries were the most frequent. MDRPI occurred most frequently on the face, with nasogastric tubes being its leading cause, followed by endotracheal tubes. The risk factors for MDRPI included male sex (odds ratio [OR]=1.78, 95% confidence interval [CI]=1.12-2.83), department at the time of ICU admission (OR=4.29, 95% CI=2.01-9.15), post-surgery ICU admission (OR=0.43, 95% CI=0.25-0.73), application of extracorporeal membrane oxygenation machines (OR=2.72, 95% CI=1.06-6.95), number of medical devices (OR=1.16, 95% CI=1.05-1.30), inotropic drug administration (OR=2.33, 95% CI=1.19-4.60), and sedative use (OR=2.53, 95% CI=1.17-5.45). **Conclusion :** These results enable the determination of the characteristics and risk factors associated with MDRPI. It is crucial to acknowledge the risk factors for MDRPI in ICU patients and establish a prevention strategy.

Key words : Intensive care unit, Medical devices, Pressure ulcer, Risk factors, Patients

투고일 : 2023. 5. 15 1차 수정일 : 2023. 6. 12 게재확정일 : 2023. 6. 21

주요어 : 중환자실, 의료기기, 욕창, 위험요인, 환자

* 이 논문은 제 1 저자 조미현의 석사학위논문을 수정하여 작성한 것임

Address reprint requests to : Choi, Hye-Ran <https://orcid.org/0000-0001-5683-7916>

Department of Clinical Nursing, University of Ulsan College of Medicine, 88, Olympic-Ro43-Gil, Songpa-Gu, Seoul 05505, Korea

Tel : 82-2-3010-5334, Fax : 82-2-3010-5332 E-mail : reniechoi@hanmail.net

I. 서론

1. 연구의 필요성

욕창이란 피부 및 피부 아래에 발생한 국소적인 조직 손상을 말하며, 신체 부위에 지속적인 압력과 전단력의 작용 결과로 인하여 주로 뼈 돌출 부위에 발생한다[1]. 욕창이 발생하면 환자의 치료기간과 병원 재원기간이 증가함에 따라 치료 비용도 증가한다[2-4]. 국내 건강보험 심사평가원에 따르면 2020년 욕창 환자 수는 25,260 명이며, 욕창 환자 치료에 사용된 비용은 약 550억원이 었다[5]. 또한 욕창으로 인해 여러 합병증이 발생하며, 심각한 경우 환자의 사망까지 초래하므로 의료기관에서는 욕창을 환자 안전 질 지표 중의 하나로 관리하고 있다 [2-4,6]. 그러나 의료기관의 지속적인 관리에도 불구하고 욕창 발생률은 국내의 경우 일반 병동은 9.7-12.0% [7-9], 중환자실은 28.2-45.5%[7,8,10]이며, 국외의 경 우 일반 병동에서 3.9-39.0%, 중환자실 14.9-33.0%로 여전히 높으며, 특히 중환자실에서 욕창이 더 많이 발 생하고 있다[11,12]. 중환자실에서 욕창 발생률이 높은 이유는 부동을 초래하는 시술과 장비를 빈번히 사용하 며, 진정제 및 승압제 사용, 실금 등 여러 위험요인에 노출되는 빈도가 일반 병동보다 높기 때문이다[12,13].

의료기기 관련 욕창(Medical device related pressure injury [MDRPI])은 진단 및 치료 목적으로 적용한 의 료기구나 기타 외부 기기의 지속적인 압력으로 인해 피 부 및 조직에 손상이 발생한 것으로, 2016년 National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP)에서는 MDRPI 를 욕창의 범주로 포함하였다[1]. 의료기기는 환자의 치 료에 사용되는 제품으로 산소 공급 기구나 위장관 튜 브, 배액관, 모니터 기구, 카테터 등 환자의 피부나 조 직에 닿는 모든 기기를 말하며, MDRPI는 코·입·귀· 발등 등 의료기기가 적용된 곳이라면 어디서나 발생할 수 있고 의료기기 모양과 같은 양상으로 발생하는 것이 특징이다. 주로 호흡기계 장비, 경추 보호대와 같은 정 형외과 장치, 여러 종류의 카테터, 신체 보호대 등에 의 해 발생한다[14]. 의료기기 재질, 의료기기 적용 방법 및 적용 신체 부위, 장기간 적용, 습기, 적용한 의료기 기의 수 등이 MDRPI 발생에 영향을 미치며, 환자의 영양상태를 포함한 전신 상태도 영향을 준다[2,15].

국외 MDRPI 발생률은 5.0-50.0%[2,12,14-19], 국 내의 MDRPI 발생률은 2.0-27.4%로[20-24] 보고되고 있다. MDRPI도 욕창과 마찬가지로 일반 병동보다 중 환자실에서의 발생률이 더 높게 나타났는데[12,21,23], 이는 중환자실 환자의 욕창 발생 위험요인과 더불어 중 환자실 환자는 여러 종류의 의료기기를 적용하고 있어 MDRPI가 발생할 가능성이 더 높기 때문이다[12,21,23]. MDRPI 호발 부위는 귀·하지·코·입 등이며[2], 이 중 70.0%가 머리, 목 부위에 발생하였다[15]. 욕창 단 계는 stage2가 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 보 고되며[2,21,23], 특히 MDRPI는 일반 욕창과 달리 환 자의 피부나 점막 등 신체 부위 어디에서나 발생하기 때 문에 피부 병변과 오인하기 쉽고, 욕창 단계가 stage3 또는 stage4, unstageable로 진행된 이후에 발견되는 경우가 많다[15].

의료기기는 환자를 치료하는 데 있어 반드시 필요한 기기이지만 이로 인해 MDRPI가 발생하게 되면 환자에 게 불필요한 통증을 주며, 질병 치료기간의 연장과 더 불어 치료 비용까지 증가하게 된다[2-4]. 국외 연구에 따르면 MDRPI는 중환자실 욕창 중 31%를 차지하고 있으며[14], 의료기기를 적용한 경우 MDRPI 발생률이 2.4배 더 높게 보고되었다[2]. 특히 중환자실에서는 많 은 의료기기가 환자에게 적용되고 있는 만큼 MDRPI를 지속적으로 사정하고 예방하는 중재가 필요하다. 그러 나 MDRPI와 관련된 연구들이 국외에서는 다수 보고되 었으나, 국내에서는 MDRPI 발생 현황만 분석하거나 위험요인만 분석한 연구들만 보고된 상태[21,23-25]로 MDRPI의 발생 현황과 위험요인 모두를 분석한 연구는 많지 않다. 또, 국내 연구들은 인공 기도와 관련된 구강 점막 욕창이나[26], 호흡기계 의료장치와 관련된 욕창 에 대한 연구 위주로[22] 호흡기계 장치 이외에 다른 의료기기들과 관련된 MDRPI에 대한 연구는 많이 이루 어지지 않은 상황이다.

이에 본 연구는 중환자실에 입원한 환자를 대상으로 MDRPI 특성과 위험요인을 분석하여 추후 MDRPI 사 정 도구 개발이나 예방 프로토콜 개발 및 중재 연구에 기초자료를 제공하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 중환자실에 입실한 환자의 MDRPI

특성과 위험요인을 파악함으로써 MDRPI 예방과 관리에 필요한 자료를 제공하는 데 있으며 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 대상자의 일반적 특성과 임상적 특성을 파악한다.

둘째, MDRPI 특성을 파악한다.

셋째, MDRPI 발생군과 미발생군의 일반적 특성과 임상적 특성 차이를 파악한다.

넷째, MDRPI 발생 위험요인을 파악한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

중환자실에 입실한 환자를 대상으로 일반적 특성, 임상적 특성, MDRPI 관련 특성, MDRPI 위험요인을 분석하는 후향적 사례 대조군 연구이다.

2. 연구대상

본 연구의 대상자는 2019년 7월 1일부터 2021년 6월 30일까지 2년 동안 서울 소재 A상급종합병원 내과·외과·신경과·신경외과·흉부외과·심장내과 중환자실에 입실한 환자로서 구체적인 선정 기준은 해당기간 중 중환자실에 처음 입실한 만 18세 이상 성인, 중환자실 재실기간이 24시간 이상, 중환자실 입실 당시 욕창 및 MDRPI가 없는 환자이다.

조사기간 동안 중환자실에 입실한 16,830명 중 중환자실 입실이 처음이면서 만 18세 이상 성인환자, 중환자실 재실기간이 24시간 이상인 4,740명을 대상으로 의무기록을 조사하였다. 이 중 입실 당시 욕창 및 MDRPI가 있었던 432명을 제외한 4,308명 중 MDRPI가 처음 발생한 154명과 미발생군 308명을 선정하여 총 462명을 대상으로 하여 의무기록을 조사하였다. 발생군은 연구기관 의무기록에서 MDRPI가 발생했다고 기록된 환자로 선정하였다. 미발생군은 진료과 특성과 중환자실 재실기간 동안의 환경적인 영향을 고려하여 발생군과 동일 중환자실에 재실하고 있으면서 발생군의 중환자실 재실기간 전·후 일주일 기간 내에 가장 가깝게 입실한 환자를 개별씩짓기로 2배수[27]를 선정하였다. 발생군 154명을 포함한 연구 대상자 462명은 로지스틱 회귀

분석 결과에서의 유의한 변수 7개에 대하여 발생군에 필요한 10배인 70명 이상으로[28] 요구되는 표본수를 충족하였다.

3. 연구도구

본 연구에서 MDRPI 발생군은 중환자실 입실일부터 MDRPI 발생일까지, 미발생군은 중환자실 입실일부터 중환자실 퇴실일까지의 의무기록을 조사하였다.

1) 일반적 특성

의무기록을 통하여 대상자의 성별, 나이, 체질량지수(body mass index [BMI]), 음주/흡연 여부, 동반질환, 중환자실 입실 시 진료과, 입원경로, 수술 후 중환자실 입실, 중환자실 재원일수를 포함하였다. 입실 시 진료과는 내과계, 외과계, 신경계, 순환기계, 기타로 분류하였다. 입원 경로는 응급실, 일반 병동으로 분류하였다.

2) 임상적 특성

임상적 특성으로는 의식상태, 중환자실 입실 시 Braden scale, 중환자실 입실 후 첫번째로 시행한 혈액검사 결과 중 헤모글로빈, 헤마토크릿, 알부민, 단백질 수치, 중환자실 입실 후 대상자에게 적용된 치료 및 약물, 의료기기를 조사하였다. 의식상태는 alert, confuse, drowsy, unresponsive (ACDU) 분류법에 따라 조사하였다. Braden scale은 욕창 사정 도구로 감각지각, 습기, 활동, 기동성, 영양, 마찰과 응전력 6가지 항목을 평가하여 각 항목의 점수를 합한 값으로 6-23점 분포를 보이며, 점수가 낮을수록 욕창 발생 위험이 높음을 의미한다.

중환자실 입실 후 시행된 치료는 인공호흡기, 지속적 신대체요법(continuous renal replacement therapy [CRRT]), 체외막산소공급 장치(extracorporeal membrane oxygenation [ECMO]), 신체보호대 각각의 적용 여부와 적용일수를 조사하였다. 약물은 승압제, 진정제, 스테로이드, 근이완제의 투약 여부 및 투약일수를 조사하였다.

의료기기는 사용 여부, 환자에게 적용된 의료기기 종류와 개수를 조사하였다. 의료기기는 기존에 보고된 선행연구들을 바탕으로 MDRPI의 원인이 된 의료기기를

을 항목화하여 조사하였으며[14,15,21-26,29,30], 비침습적 산소공급 기구, 침습적 산소공급 기구, 위장관 튜브, 배액관, 모니터 관련 기구, 정맥혈전 예방기구, 카테터, 신경외과 및 정형외과 치료기구, 기타로 분류하여 조사하였다.

3) MDRPI 특성

MDRPI는 환자에게 처음 발생한 경우를 조사하였으며, 동시에 발생한 경우도 모두 포함하였다. MDRPI 특성은 욕창단계, 발생위치, 크기(길이×너비), MDRPI 발생시점, 발생 시점 Braden Scale, MDRPI를 유발한 의료기기를 조사하였다. 단계별 욕창 분류는 NPUAP 분류법에 따라[1] 다음과 같이 분류하였다.

- ① stage1 : 국소적으로 비창백성 홍반이 있으며 피부 손상이 없는 상태를 의미한다.
- ② stage2 : 진피손상이 동반된 부분적 피부손상으로 부육질이 없는 붉거나 분홍색의 상처 기저부를 보이며, 장액성 수포가 관찰 가능한 상태이다.
- ③ stage3 : 근막, 근육, 힘줄, 인대, 연골 및 뼈는 보이지 않는 전층 피부손상이 있는 상태로 지방조직과 피사조직이 있으며, 잠식, 터널링이 발생할 수 있다.
- ④ stage4 : 뼈나 인대, 근육 등이 노출된 전층 피부손상으로 피부조직이 완전히 상실된 것을 의미한다.
- ⑤ deep tissue pressure injury (DTPI) : 압력 혹은 전단력에 의한 손상으로 국소부위에 보라색 또는 갈색의 변색이 있으며 혈액성 수포가 관찰 가능한 상태이다.
- ⑥ unstageable : 상처 기저부가 피사조직으로 덮여 있어 조직손상의 깊이를 알 수 없는 전층 피부손상 상태를 의미한다.

4. 자료수집절차

본 연구는 연구 대상병원의 윤리심의 위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받아(2022-0244) 진행하였다. 선정된 대상자의 일반적 특성, 임상적 특성, MDRPI 특성은 증례기록지를 바탕으로 전자의무기록을 통해 간호정보조사지, 임상관찰기록지, 투약기록지, 욕창사정기록지 등을 참고하여 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 전산화하여 암호 설정된 파일의 형태로 저

장하였고, 대상자의 인적사항에 대한 비밀을 철저히 유지했으며, 모든 자료는 본 연구자가 직접 수집하고 순수 연구목적으로만 사용하였으며, 조사한 의무기록 결과는 익명으로 처리하였다.

5. 자료분석방법

수집된 자료는 SPSS Statistics for Windows, Version 27.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 대상자의 일반적 특성과 임상적 특성은 빈도와 백분율, 평균과 표준편차로 산출하였다.
- 2) MDRPI 발생군과 미발생군의 일반적 특성과 임상적 특성의 차이는 독립표본 t-test 또는 Fisher's exact test 통해 분석하였다.
- 3) MDRPI의 특성은 빈도와 백분율, 평균과 표준편차, 중위수와 범위로 산출하였다.
- 4) MDRPI의 위험요인은 로지스틱 회귀분석을 이용하여 분석하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 자료 수집에 앞서 A상급종합병원 윤리심의 위원회에 연구계획서의 윤리적 타당성에 대한 검토를 의뢰하여 승인을 받은 후 자료 수집을 진행하였다. 자료처리와 분석은 개인정보가 노출되지 않도록 암호화하여 입력 및 저장하였다.

III. 연구결과

1. MDRPI 발생군과 미발생군의 일반적 특성 비교

전체 대상자 462명 중 남자가 299명(64.7%)이었으며, 대상자 평균 연령은 62.67±14.36세이었다. 음주력이 있는 대상자는 194명(42.0%), 흡연력이 있는 대상자는 173명(37.4%), 평균 BMI는 23.71±4.33kg/m²이었다. 진료과는 외과계 205명(44.4%), 내과계 102명(22.1%), 신경계 70명(15.2%), 순환기계 63명(13.5%), 기타 22명(4.8%)으로 나타났다. 중환자실 입실 경로는 일반 병동 285명(61.7%), 응급실 177명(38.3%)이었다. 수술 후

중환자실로 입실한 대상자는 185명(40.0%)이었으며, 동반질환이 있는 대상자는 101명(21.9%), 중환자실 재원일수는 12.41±17.42일이었다.

MDRPI 발생군은 154명, 미발생군은 308명으로 두 군의 일반적 특성 차이는 Table 1과 같다. 성별($\chi^2=4.56$, $p=.033$) 및 평균 연령($t=2.03$, $p=.043$)에서 두 군 간 유의한 차이가 있었으며, 입실 시 진료과는 두 군 모두 외과계가 가장 많았으며, 두 군 간 유의한 차이가 있었다($\chi^2=10.40$, $p=.034$). 응급실을 통한 입실은 발생군

70명(45.5%), 미발생군 107명(34.7%)로 두 군 간 유의한 차이가 있었다($\chi^2=4.99$, $p=.026$). 수술 후 중환자실 입실은 수술하지 않은 대상자가 발생군에서 103명(66.9%), 미발생군에서 174명(56.5%)으로 두 군 간 유의한 차이가 있었다($\chi^2=4.62$, $p=.032$). 중환자실 평균 재원일수는 발생군 24.58±23.91일, 미발생군 6.33±7.71일로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($t=9.24$, $p<.001$).

Table 1. Comparison of General Characteristics between Medical Device Related Pressure Injury Group and Non-Medical Device Related Pressure Injury Group (N=462)

Variables	Total	MDRPI (n=154)	Non-MDRPI (n=308)	χ^2 or t	p
	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD			
Sex					
Male	299 (64.7)	110 (71.4)	189 (61.4)	4.56	.033
Female	163 (35.3)	44 (28.6)	119 (38.6)		
Age (yr)	62.67 ±14.36	64.49 ±12.82	61.76 ±15.01	2.03	.043
Alcohol					
Yes	194 (42.0)	67 (43.5)	127 (41.2)	0.22	.641
No	268 (58.0)	87 (56.5)	181 (58.8)		
Smoking					
Yes	173 (37.4)	60 (39.0)	113 (36.7)	0.23	.634
No	289 (62.6)	94 (61.0)	195 (63.3)		
BMI	23.71 ±4.33	23.88 ±4.34	23.63 ±4.34	0.58	.561
Department					
Medical	102 (22.1)	31 (20.1)	71 (23.1)	10.40	.034
Surgical	205 (44.4)	63 (40.9)	142 (46.1)		
Neurology	70 (15.2)	31 (20.1)	39 (12.7)		
Cardiology	63 (13.5)	17 (11.0)	46 (14.9)		
Others	22 (4.8)	12 (7.9)	10 (3.2)		
Admission route					
ER	177 (38.3)	70 (45.5)	107 (34.7)	4.99	.026
General ward	285 (61.7)	84 (54.5)	201 (65.3)		
ICU admission after surgery					
Yes	185 (40.0)	51 (33.1)	134 (43.5)	4.62	.032
No	277 (60.0)	103 (66.9)	174 (56.5)		
Comorbidity					
Yes	101 (21.9)	124 (80.5)	237 (76.9)	0.77	.381
No	361 (78.1)	30 (19.5)	71 (23.1)		
ICU LOS	12.41 ±17.42	24.58 ±23.91	6.33 ±7.71	9.24	<.001

BMI=Body mass index; ER=Emergency room; ICU=Intensive care unit; LOS=Length of stay; MDRPI=Medical device related pressure injury

2. MDRPI 발생군과 미발생군의 임상적 특성 비교

대상자의 임상적 특성과 두 그룹 간의 임상적 특성 차이는 Table 2와 같다. 대상자의 의식수준은 무반응이 233명(50.4%), 명료 104명(22.5%), 혼미 72명(15.6%),

기면 53명(11.5%) 순으로 나타났다. Braden scale은 평균 7.40 ± 5.32 점이었으며, 헤모글로빈 10.43 ± 2.26 g/dL, 헤마토크릿 $30.82 \pm 6.80\%$, 알부민 2.91 ± 1.82 g/dL, 단백질 5.36 ± 1.06 g/dL로 나타났다. 인공호흡기를 적용한 대상자는 332명(71.9%), 평균 적용일수는 8.31 ± 8.88

Table 2. Comparison of Clinical Characteristics between Medical Device Related Pressure Injury Group and Non-medical Device Related Pressure Injury Group (N=462)

Variables		Total	MDRPI (n=154)	Non-MDRPI (n=308)	χ^2 or t	p
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Level of consciousness						
Alert		104 (22.5)	20 (13.0)	84 (27.3)	17.56	.001
Drowsy		53 (11.5)	17 (11.0)	36 (11.7)	.	.
Confuse		72 (15.6)	20 (13.0)	52 (16.8)	.	.
Unresponsive		233 (50.4)	97 (63.0)	136 (44.2)	.	.
Braden Scale at admission		7.40 ± 5.32	6.86 ± 4.82	7.67 ± 5.54	-1.61	.108
Laboratory data						
Hemoglobin (g/dL)		10.43 ± 2.26	10.34 ± 2.26	10.48 ± 2.26	-0.64	.524
Hematocrit (%)		30.82 ± 6.80	30.44 ± 7.16	31.01 ± 6.63	-0.85	.396
Albumin (g/dL)		2.91 ± 1.82	2.73 ± 0.74	3.01 ± 2.16	-1.56	.120
Protein (g/dL)		5.36 ± 1.06	5.22 ± 1.20	5.42 ± 0.98	-1.62	.107
Ventilator	Yes	332 (71.9)	139 (90.3)	193 (62.7)	38.67	<.001
	No	130 (28.1)	15 (9.7)	115 (37.3)	.	.
	Duration (day)	8.31 ± 8.88	9.89 ± 9.60	7.17 ± 8.16	2.79	.006
CRRT	Yes	93 (20.1)	43 (27.9)	50 (16.2)	8.72	.003
	No	369 (79.9)	111 (72.1)	258 (83.8)	.	.
	Duration (day)	7.48 ± 7.83	9.36 ± 9.52	5.82 ± 5.56	2.17	.034
ECMO	Yes	28 (6.1)	18 (11.7)	10 (3.2)	12.85	<.001
	No	434 (93.9)	136 (88.3)	298 (96.8)	.	.
	Duration (day)	7.41 ± 5.63	6.58 ± 4.66	9.00 ± 7.13	-1.11	.279
Restraints	Yes	318 (68.8)	120 (77.9)	198 (64.3)	8.90	.003
	No	144 (31.2)	34 (22.1)	110 (35.7)	.	.
	Duration (day)	6.23 ± 6.64	7.27 ± 7.52	5.6 ± 5.98	2.19	.029
Number of devices		10.42 ± 2.90	11.44 ± 2.24	9.91 ± 3.06	6.09	<.001
Inotropics	Yes	323 (69.9)	133 (86.4)	190 (61.7)	29.72	<.001
	No	139 (30.1)	21 (13.6)	118 (38.3)	.	.
	Duration (day)	4.22 ± 7.23	7.59 ± 10.16	4.95 ± 5.83	2.70	.008
Sedative drug	Yes	357 (77.3)	142 (92.2)	215 (69.8)	29.34	<.001
	No	105 (22.7)	12 (7.8)	93 (30.2)	.	.
	Duration (day)	5.19 ± 6.87	8.02 ± 7.20	5.85 ± 6.96	2.85	.005
Steroid	Yes	226 (48.9)	80 (51.9)	146 (47.4)	0.85	.357
	No	236 (51.1)	74 (48.1)	162 (52.6)	.	.
	Duration (day)	3.26 ± 5.74	8.04 ± 7.67	5.90 ± 6.00	2.51	.033
NMB drugs	Yes	43 (9.3)	21 (13.6)	22 (7.1)	5.13	.024
	No	419 (90.7)	133 (86.4)	286 (92.9)	.	.
	Duration (day)	0.25 ± 0.92	2.67 ± 1.88	2.73 ± 1.24	-0.12	.902

CRRT=Continuous renal replacement therapy; ECMO=Extracorporeal membrane oxygenation; MDRPI=Medical device related pressure injury; NMB=Neuromuscular blockage

일, CRRT를 적용한 대상자는 93명(20.1%), 평균 적용일수는 7.48 ± 7.83 일, ECMO를 적용한 대상자는 28명(6.1%), 평균 적용일수는 7.41 ± 5.63 일, 신체보호대를 적용한 대상자는 318명(68.8%), 평균 적용일수는 6.23 ± 6.64 일이었다. 대상자는 평균 10.42 ± 2.90 개의 의료기기를 적용하고 있었다. 약물은 승압제를 투약한 대상자가 323명(69.9%)이었으며, 평균 투약일수는 4.22 ± 7.23 일, 진정제를 투약한 대상자는 357명(77.3%), 평균 투약일수는 5.19 ± 6.87 일, 스테로이드를 투약한 대상자는 226명(48.9%), 평균 투약일수는 3.26 ± 5.74 일, 근이완제를 투약한 대상자는 43명(9.3%), 평균 투약일수는 0.25 ± 0.92 일이었다.

의식수준($\chi^2=17.56, p=.001$)과 대상자에게 적용된 의료기기 개수($t=6.09, p<.001$)에서 두 군간 유의한 차이가 있었다. 인공호흡기 적용($\chi^2=38.67, p<.001$), 인공호흡기 적용일수($t=2.79, p=.006$), CRRT 적용($\chi^2=8.72, p=.003$), CRRT 적용일수($t=2.17, p=.034$), ECMO 적용($\chi^2=12.85, p<.001$), 신체보호대 적용($\chi^2=8.90, p=.003$), 신체보호대 적용일수($t=2.19, p=.029$), 승압제 투약($\chi^2=29.72, p<.001$), 승압제 평균 투약일수($t=2.70, p=.008$), 진정제 투약($\chi^2=29.34, p<.001$), 진정제 투약일수($t=2.85, p=.005$), 스테로이드 투약일수($t=2.51, p=.033$), 근이완제 투약($\chi^2=5.13, p=.024$)에 따라 두 군 간 유의한 차이가 있었다.

3. MDRPI 특성

1) MDRPI 발생

연구대상자 154명에게 198건의 MDRPI가 발생하였으며, 인당 평균 1.29건의 욕창이 발생했다.

2) MDRPI 욕창단계 및 발생위치

MDRPI는 중환자실 입실 후 중위수 6(0-80)일에 발생하였으며, MDRPI 발생 시점의 Braden Scale은 평균 12.38 ± 2.61 점이었다.

MDRPI 단계는 stage2 74건(37.4%), DTPI 71건(35.9%), stage1 20건(10.0%), stage3 19건(9.6%), unstageable 14건(7.1%)을 차지하였고, stage4는 없었다. MDRPI 발생 위치는 코 72건(36.4%), 귀 30건(15.2%), 기타 부위 18건(9.1%), 이마 17건(8.6%), 팔 17건(8.6%),

볼 14건(7.1%), 입술 7건(3.5%), 혀 3건(1.5%), 손가락, 발 뒤꿈치, 발 각 3건(각 1.5%), 등 2건(1.0%), 골반 1건(0.5%) 순으로 발생하였다. MDRPI의 크기는 중위수 1.00 (0.01-150.00)cm²이었다(Table 3).

3) 의료기기별 MDRPI 발생위치 및 욕창단계

의료기기별 MDRPI를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 위장관 튜브에 의해 가장 많은 MDRPI가 발생하였으며, 침습적 산소공급기구, 비침습적 산소공급기구, 모니터 기구, 카테터, 정맥혈전 예방기구, 배액관, 신경외과/정형외과 기구 순으로 MDRPI가 많이 발생하였다. 비침습적 산소공급기구에 의한 MDRPI 발생은 29건(14.6%)이었으며, 그 중 고유량 비강캐놀라(high flow nasal cannula [HFNC])에 의해 가장 많은 욕창이 발생하였다. 비침습적 산소공급기구에 의한 MDRPI 단계는 DTPI 14건(7.1%)으로 가장 많았고, 그 다음은 stage2 6건(3.0%)이었다. 침습적 산소공급기구로 인해 39건(19.6%)의 MDRPI가 발생하였으며, 그 중 기관 내 삽관 튜브가 33건(16.6%)으로 가장 많았다. 기관 내 삽관 튜브에 의한 욕창단계는 DTPI 16건(8.0%), stage2 10건(5.1%)으로 절반 이상의 비율을 차지하였다.

위장관튜브 중 비위관에 의한 발생이 67건(34.1%)이었으며, 욕창단계는 stage2가 28건(14.3%)으로 가장 많았으며, DTPI가 25건(12.8%)이었다. 모니터 기구에 의한 발생은 20건(10.2%)이었으며, 이 중 EEG가 14건(7.2%), 맥박 산소포화도 측정기가 6건(3.0%)을 차지하였다. 모니터 기구에 의한 MDRPI의 욕창단계는 stage 2가 15건(7.7%)으로 가장 많았다. 카테터에 의한 MDRPI는 10건(5.0%)이었으며, 동맥 카테터가 6건(3.0%)으로 가장 많았으며, 카테터에 의한 MDRPI의 욕창단계는 stage2와 stage3가 각 4건(각 2.0%)으로 나타났다.

기타 의료기기에 의한 MDRPI는 23건(11.5%)이었으며, 이 중 신체보호대, 토니켓 등에 의한 욕창이 11건(5.5%)으로 가장 많았다. 기타 의료기기에 의한 MDRPI의 욕창단계는 DTPI 7건(3.5%), stage2, unstageable 순이었다.

4. MDRPI 위험요인에 대한 다변량 분석

MDRPI 위험요인에 대한 다변량 분석 결과는 Table 5와 같다. 두 군 간 유의한 결과를 보인 변수 중 성별,

Table 3. Characteristics of Pressure Injury Stage and Occurrence Location of Medical Device Related Pressure Injury (N=198)

Categories	n (%), M±SD or Median (Range)
Pressure injury stage	
Stage1	20 (10.0)
Stage2	74 (37.4)
Stage3	19 (9.6)
Stage4	0 (0.0)
DTPI	71 (35.9)
Unstageable	14 (7.1)
Location	
Fore head	17 (8.6)
Nose	72 (36.4)
Ear	30 (15.2)
Lip	7 (3.5)
Tongue	3 (1.5)
Cheek	14 (7.1)
Finger	3 (1.5)
Arm	17 (8.6)
Back	2 (1.0)
Pelvic	1 (0.5)
Leg	9 (4.5)
Heel	3 (1.5)
Foot	2 (1.0)
Others	18 (9.1)
Size (Length x Wide) (cm ²)	1.00 (0.01-150)
Onset of occurrence (day)	6 (0-80)
Braden scale at day of occurrence	12.38 ±2.61

DTPI=Deep tissue pressure injury

연령, 입실 시 진료과, 중환자실 입실경로, 수술 후 중환자실 입실, 의식수준, 인공호흡기 적용 여부, CRRT 적용 여부, ECMO 적용 여부, 신체보호대 적용 여부, 적용된 의료기기 개수, 승압제 투약 여부, 진정제 투약 여부, 근이완제 투약 여부를 독립변수로 뒤로 likelihood ratio (LR) 방법으로 로지스틱 회귀분석에 투입하였다. 최종 모형은 통계적으로 유의하였고($\chi^2=93.48$, $p<.001$), Hosmer와 Lemeshow 검정 결과 모형의 적합성은 부합하였다($\chi^2=6.85$, $p=.553$).

MDRPI 위험요인은 남성(odds ratio [OR]=1.78, 95% confidence interval [CI]=1.12-2.83), 중환자실 입실 시 진료과가 신경계인 경우(OR=4.29, 95% CI=2.01-9.15), ECMO 적용(OR=2.72, 95% CI=1.06-6.95),

의료기기 개수(OR=1.16, 95% CI=1.05-1.30), 승압제 투약(OR=2.33, 95% CI=1.19-4.59), 진정제 투약(OR=2.53, 95% CI=1.17-5.45)이 발생 위험이 높게 나타났으며, 수술 후 중환자실에 입실한 경우(OR=0.43, 95% CI=0.25-0.73)는 발생 위험이 낮게 나타났다.

IV. 논 의

본 연구는 일 종합병원 중환자실에 입실한 성인 환자를 대상으로 MDRPI 특성을 조사하고, MDRPI 발생에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 시행되었다. 본 연구에서 연구대상자 154명에게 198건의 MDRPI가 발생

Table 4. Stage of Medical Device Related Pressure Injury by Medical Devices

(N=198)

Categories	Total	Stage1	Stage2	Stage3	DTPI	US
	n (%)					
Non-invasive oxygen system	29 (14.6)					
Nasal cannula	10 (5.0)	2 (1.0)	2 (1.0)	3 (1.5)	3 (1.5)	-
Venturi mask	3 (1.5)	-	1 (0.5)	-	2 (1.0)	-
HFNC	13 (6.5)	2 (1.0)	1 (0.5)	-	9 (4.5)	1 (0.5)
Others	3 (1.5)	1 (0.5)	2 (1.0)	-	-	-
Invasive oxygen system	39 (19.6)					
Endotracheal tube	33 (16.6)	2 (1.0)	10 (5.1)	2 (1.0)	16 (8.0)	3 (1.5)
Tracheal tube	6 (3.0)	-	3 (1.5)	3 (1.5)	-	-
GI tube	67 (34.1)					
Nasogastric tube	67 (34.1)	9 (4.5)	28 (14.3)	1 (0.5)	25 (12.8)	4 (2.0)
Drainage tube	3 (1.5)					
Foley catheter	2 (1.0)	-	-	-	2 (1.0)	-
Others	1 (0.5)	-	-	-	-	1 (0.5)
Monitor equipment	20 (10.2)					
Pulse oximetry	6 (3.0)	-	2 (1.0)	-	4 (2.0)	-
EEG	14 (7.2)	-	13 (6.7)	1 (0.5)	-	-
DVT prophylaxis	5 (2.5)					
IPC	2 (1.0)	-	2 (1.0)	-	-	-
AES	3 (1.5)	-	-	-	3 (1.5)	-
Catheter	10 (5.0)					
Arterial line	6 (3.0)	1 (0.5)	2 (1.0)	3 (1.5)	-	-
ECMO catheter	2 (1.0)	-	1 (0.5)	1 (0.5)	-	-
IV Catheter	1 (0.5)	-	1 (0.5)	-	-	-
Other catheter	1 (0.5)	1 (0.5)	-	-	-	-
NS/OS device	2 (1.0)					
Cervical collar	1 (0.5)	-	-	1 (0.5)	-	-
Fixation	1 (0.5)	-	1 (0.5)	-	-	-
Other	23 (11.5)					
Heel off device	5 (2.5)	-	1 (0.5)	-	2 (1.0)	2 (1.0)
Hypothermia device	7 (3.5)	-	2 (1.0)	2 (1.0)	2 (1.0)	1 (0.5)
Others	11 (5.5)	2 (1.0)	2 (1.0)	2 (1.0)	3 (1.5)	2 (1.0)

AES=Anti-embolism stocking; DTPI=Deep tissue pressure injury; DVT=Deep vein thrombosis; ECMO=Extracorporeal membrane oxygenation; EEG=Electroencephalogram; GI=Gastrointestinal; HFNC=High flow nasal cannula; IPC=Intermittent pneumatic compressor; IV=Intravenous; NIV=Non-invasive ventilation; NS=Neurosurgery; OS=Orthopedic surgery; US=Unstageable

하여, 인당 평균 1.29건의 MDRPI가 발생한 것으로 나타났다. 선행연구에서도 MDRPI가 발생한 환자 한 명당 1.3건[2,14]이 발생했다고 보고되고 있어, 본 연구와 비슷하였다. 선행연구마다 MDRPI에 대한 발생률에 대한 정의가 달라 발생률을 단면적으로 비교하기에는 어려움이 있기 때문에 MDRPI 발생률을 비교하기 위해

서는 본 연구와 비슷한 연구설계로 반복 연구가 필요할 것으로 생각한다.

MDRPI 욕창단계는 본 연구에서 stage2와 DTPI가 많았는데, 국내 연구에서도 stage2와 DTPI가 가장 많았으며[21,23-25], 국외 연구에서도 stage2와 DTPI가 많은 부분을 차지하는 것으로 보고되고 있어 본 연구 결과

Table 5. Multivariate Logistic Regression of Risk Factors for Medical Device Related Pressure Injury

Variables	OR	95% CI	p
Sex (Male)	1.78	1.12 -2.83	.015
Age	1.02	1.00 -1.03	.052
Department (ref. Medical)			
Surgical	1.55	0.81 -2.95	.185
Neurology	4.29	2.01 -9.15	<.001
Cardiology	0.96	0.42 -2.21	.929
Others	2.53	0.90 -7.13	.080
ICU admission after surgery	0.43	0.25 -0.73	.002
ECMO	2.72	1.06 -6.95	.037
Number of devices	1.16	1.05 -1.30	.006
Inotropics	2.33	1.19 -4.59	.014
Sedation drug	2.53	1.17 -5.45	.018

CI=Confidence interval; ECMO=Extracorporeal membrane oxygenation; ICU=Intensive care unit; OR=Odds ratio; ref.=reference

와 비슷하였다[2,14,16,29-31]. MDRPI의 경우 일반적인 욕창과 달리 신체부위 어디에서나 발생하기 때문에 피부병변과 오인하기 쉽고, 발견이 쉽지 않아 욕창 단계가 진행된 이후에 주로 발견되는 경우가 많다[15]. 이런 점들을 고려해 볼 때, 환자의 전신 피부를 주의 깊게 사정하는 것이 요구된다. MDRPI 발생 위치는 코가 가장 많았으며, 전체 MDRPI 중 약 70.0% 정도가 얼굴에 발생하였다. 이는 선행연구에서 MDRPI가 머리 또는 목 부위에 51.0-90.0%[2,14,15,21,23,24,29,31,32] 발생한 것과 유사한 결과를 보였다. MDRPI의 경우 지방 조직이 적은 부위에 주로 발생한다고 알려져 있는데 [15], 얼굴과 목 부위는 다른 신체 부위보다 지방층이 얇기 때문에 MDRPI가 발생할 위험이 높다. 이를 고려하여 얼굴이나 목 부위에 의료기기를 적용할 때 적용 부위의 압력을 감소시킬 수 있는 예방적 드레싱을 적용하거나, 의료기기의 적용 위치를 주기적으로 사정하고 위치를 변경해주는 등의 지속적인 관리가 필요하다.

중환자실 입실 이후 MDRPI가 발생하기까지 걸린 기간은 중위수 6(0-80)일로 나타났으며, 국내 선행연구에서 보고된 평균 4.38일[21]보다는 다소 차이가 있었다. 입원 기간에 따른 욕창 발생 위험을 조사한 연구에서 입원 1일째가 가장 높았고, 6일째가 가장 낮게 나타난 선행연구 결과를 보았을 때[33], 중환자실 입실 초반 일주일 동안은 환자의 상태가 위중하여 MDRPI 발생 위험이 높으므로, 욕창 예방을 위한 적극적인 활동이 중

환자실 입실 시부터 시행되어야 할 필요가 있다.

의료기기별 MDRPI 발생은 비위관과 침습적 산소공급 기구에 의한 욕창이 많이 발생하였는데, 선행연구에서 비위관에 의한 욕창 발생률은 13.2-44.1%[24,25,29], 기관 삽관 튜브에 의한 발생률은 31.0-54.2%[21,22,29]로 보고되고 있다. 의료기기별 MDRPI 발생은 연구마다 조사한 의료기기의 범주가 달라 범위가 다양하게 나타났다지만, 대부분의 연구에서 비위관 및 기관 내 삽관 튜브에 의한 MDRPI가 많은 비중을 차지하는 것으로 나타나 본 연구결과와 비슷했다[21,22,29,30]. 비위관은 코에 MDRPI가 주로 발생했으며, 기관 내 삽관 튜브는 입술이나 볼, 귀에 욕창이 주로 발생했는데, 이는 의료기기의 잘못된 고정이나, 의료기기 고정장치에 의해 발생한 MDRPI였다. 이를 고려해볼 때, 비위관과 기관 내 삽관 튜브를 적용하고 있는 환자들에게 의료기기의 고정상태를 확인하고, 압력을 감소시키기 위해 예방적 드레싱을 적용하고, 환자의 상태에 영향을 미치지 않는다면 압력을 완화하기 위해 의료기기 고정 위치를 주기적으로 변경해주는 등의 적극적인 욕창 예방 간호가 중요하다고 생각된다[1].

본 연구에서 환자에게 적용된 의료기기가 1개 늘어날 때마다 MDRPI 발생 위험은 1.16배 높아지는 것으로 나타났다. 선행연구에서는 의료기기 1개가 늘어날수록 욕창이 발생할 위험은 2.4배 높아진다고 보고하고 있으며[2], 다른 선행연구는 의료기기 적용시간이 늘어

날수록 발생 위험이 높아진다고 보고하고 있다[29,32]. 이를 고려해볼 때, 간호사는 환자에게 적용된 의료기기가 많을수록 MDRPI 발생 고위험군이라는 인식을 가지고, 임상진료지침을 바탕으로 환자의 전신피부를 사정하는 횟수를 근무조 당 1회 이상으로 증가시킬 필요가 있다[1].

선행연구에서는 성별이 MDRPI의 위험요인으로 나타나지 않았으나[14,21,23,26,34], 본 연구에서는 남성이 여성보다 MDRPI 발생 위험이 1.78배 높은 것으로 나타났다. MDRPI는 과체중이나 저체중일수록 발생 위험이 높다고 알려져 있다[14]. 본 연구에서 추가로 MDRPI 발생군에 대해 성별에 따른 BMI를 분석하였을 때, 남성이 여성보다 과체중과 비만의 비중이 높았다. 그 결과 본 연구에서 남성이 여성보다 MDRPI 발생 위험이 높게 나타난 것으로 생각된다. 그러나 아직 MDRPI와 성별 간의 관련성에 대한 선행연구가 없어 이를 확인하기 위한 반복 연구가 필요하다.

진료과는 내과계에 비해 신경계인 경우 MDRPI 발생 위험이 4.29배 높게 나타났는데, 선행연구에서 진료과가 외과계인 경우 통계적으로 유의하게 나타났으나, 이는 내과계와 외과계만 비교한 연구로 신경계 환자와 위험도를 비교하는데 어려움이 있다고 본다[32]. 그러나 뇌병증 또는 신경계 질병이나 심각한 신경병증이 있는 경우 감각인지 기능이 저하되어 있는 경우가 많아 욕창이 발생할 위험이 높다고 보고되고 있어[2], 신경계 질환이 있는 환자에게 일반 지침보다 의료기기 적용부위를 자주 사정하고, 적용 위치를 수시로 변경해주는 관리가 필요하다.

본 연구에서 수술 후 중환자실에 입실한 경우 MDRPI 발생 위험이 낮게 나타난 반면, 선행연구에서는 수술 후 중환자실에 입실한 경우 MDRPI 발생 위험이 2.95배 높게 나타나 차이가 있었다[23]. 이에 본 연구에서 수술 여부에 따른 중환자실 재원일수를 비교했을 때, 수술 후 중환자실에 입실한 대상자의 중환자실 재원일수는 중위수 4(2-114)일, 수술하지 않고 중환자실에 입실한 대상자는 중위수 7(2-134)일로 나타났다. 본 연구에서 MDRPI가 중환자실 입실일로부터 중위수 6(0-80)일에 주로 발생한 것을 봤을 때, 수술을 한 대상자의 경우 MDRPI 발생일보다 중환자실 재원일수가 짧기 때문에 수술 후 중환자실에 입실한 대상자의 위험도가 낮게 나온 것으로 생각된다.

ECMO를 적용한 경우 MDRPI 발생 위험이 2.72배 높게 나타났는데, ECMO 치료를 받는 대상자는 카테터의 삽입 위치나 탈관위험으로 인해 움직임에 제한이 있으며, 이를 예방하기 위해 신체보호대를 적용하는 경우가 많다. ECMO를 적용하고 있는 소아 환자에서의 욕창 발생에 대한 연구를 보면 연령, 체표면적, BMI, ECMO 적용시간, ECMO 카테터의 위치가 대퇴에 삽입되어 있는 경우 욕창 발생과 상관관계가 있다고 나타났다[35]. 뿐만 아니라 ECMO를 적용하고 있는 경우 환자의 불편감을 감소시키기 위해 진정제를 투약하고 있는 경우가 많은데, 본 연구에서도 ECMO를 적용한 대상자 전체가 진정제를 투약하고 있는 것으로 나타났다. 진정상태는 의사소통에 어려움을 주며, 환자가 불편감을 표현하는데 장애가 되어 MDRPI 발생 위험을 높인다고 알려져 있다[15]. 이와 같은 요인들이 ECMO를 적용한 대상자의 MDRPI 발생 위험을 높이는데 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

승압제를 투약한 경우 MDRPI 발생 위험이 2.33배 높게 나타났으며, 진정제를 투약한 경우 발생 위험이 2.53배 높게 나타났다. 선행연구에서도 진정상태인 경우 MDRPI 발생 위험이 5.54배 높았다[23]. 승압제 사용은 혈관을 수축시켜 조직으로 산소공급이 저하되어 욕창 발생 위험을 증가시킨다는 보고가 있으며[36], 진정제 사용은 환자의 감각인지 기능을 감소시켜 욕창 발생 위험을 높인다[2]. 이러한 결과를 고려하여, 승압제나 진정제 치료를 받고 있는 중환자실 환자들을 위한 MDRPI 사정 지침 및 예방 프로토콜을 개발하여 적용할 필요가 있다.

MDRPI는 병원에서 발생한 욕창의 약 30% 이상을 차지하며[15], 최근 이에 대한 관심과 연구가 증가하고 있다. 이에 본 연구는 중환자실 환자의 MDRPI 특성과 위험요인을 파악함으로써 중환자실 환자의 MDRPI에 대한 중요성을 부각시키고, 추후 진행될 연구에 기초자료를 제공하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 본 연구는 단일 기관 중환자실에 입실한 성인 환자만을 대상으로 한 연구이며, 의료기기 적용시간을 파악하는데 어려움이 있어 본 연구의 결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 또한 본 연구는 후향적 연구로 진행되어 MDRPI를 예방하기 위한 예방적 드레싱 적용 여부를 확인하는데 제한이 있었기 때문에 예방적 드레싱 적용이 MDRPI 발생 정도에 미친 영향을 파악할 수 없어 결과를 일반

화하기에 어려움이 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 중환자실 환자의 MDRPI 특성과 위험요인을 파악하여 MDRPI 예방과 관리에 필요한 근거를 마련하고자 시행되었다. 본 연구에서 욕창단계는 stage 2와 DTPI가 많았으며, MDRPI의 약 70%가 머리와 목 부위에 발생하고, 비위관과 기관 내 삽관 튜브에 의해 주로 발생하는 것으로 나타났다. MDRPI 발생 위험요인은 남성, 진료과가 신경계인 경우, 수술하지 않고 입실한 경우, ECMO 적용, 적용된 의료기기 개수, 승압제 투약, 진정제 투약으로 나타났다. 이를 바탕으로 간호사는 MDRPI의 특성과 위험요인을 인지하고, MDRPI 발생 위험이 높은 환자에게 간호를 제공하는데 있어 본 연구결과가 도움이 될 것으로 생각한다.

본 연구의 결과를 토대로 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구는 후향적 연구로 의무기록의 누락 가능성이 있으며, 연구결과를 일반화하기에 어려움이 있으므로 전향적 연구를 통한 반복연구가 필요함을 제언한다. 둘째, MDRPI 예방을 위한 프로토콜 개발 및 평가를 제언한다.

ORCID

Jo, Mi Hyeon : <https://orcid.org/0009-0007-1983-5832>

Choi, Hye-Ran : <https://orcid.org/0000-0001-5683-7916>

REFERENCES

1. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Ulcer Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: clinical practice guideline. Emily Haesler (Ed.). Osborne Park, Western Australia: EPUAP/NPIAP/PPPIA; 2019.
2. Black JM, Cuddigan JE, Walko MA, Didier LA, Lander MJ, Kelpe MR. Medical device related pressure ulcers in hospitalized patients. *International Wound Journal*. 2010;7(5):358-65. <https://doi.org/10.1111/j.1742-481X.2010.00699.x>
3. Cooper KL. Evidence-based prevention of pressure ulcers in the intensive care unit. *Critical Care Nurse*. 2013;33(6):57-66. <https://doi.org/10.4037/ccn2013985>
4. He M, Tang A, Ge X, Zheng J. Pressure ulcers in the intensive care unit: an analysis of skin barrier risk factors. *Advances in Skin & Wound Care*. 2016;29(11):493-8. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000494779.66288.c9>
5. Health Insurance Review & Assessment Service, Pressure ulcer [Internet]. Republic of Korea: Health Insurance Review & Assessment Service; 2020 [cited 2021 October 11]. Available from: <http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olap3thDsInfo.do>
6. Korea Institute for Healthcare Accreditation, hospital certification standards 4th [Internet]. Republic of Korea: Korea Institute for Healthcare Accreditation; 2021 [cited 2021 October 27]. Available from: <https://www.koiha.or.kr/web/kr/index.do>
7. Lee JK. The relationship of risk assessment using braden scale and development of pressure sore in neurologic intensive care unit. *The Journal of Korean Academic Society of Adult Nursing*. 2003;15(2):267-77.
8. Lee YJ. An analysis of pressure ulcer rate and the risk factors of pressure ulcer in hospitalized patients [master's thesis]. Seoul: Seoul National University; 2011. p. 29-33.
9. Lee ER. The prevalence and risk factors of pressure ulcers in a tertiary hospital [master's thesis]. Daegu: Kyung-Pook National University; 2014. p. 17-31.
10. Kim YK. Evaluation of predictive validity for the pressure ulcer risk assessment tool 2. *Health & Nursing*. 2000;12(2):37-51.
11. Lahmann NA, Kottner J, Dassen T, Tannen A. Higher pressure ulcer risk on intensive care-comparison between general wards and intensive care units. *Journal of Clinical Nursing*. 2012;21(3-4):354-61. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2010.03550.x>
12. Martel T, Orgill DP. Medical device-related pressure injuries during the COVID-19 pandemic. *Journal of Wound Ostomy & Continence Nursing*. 2020;47(5):430-4. <https://doi.org/10.1097/WON.0000000000000689>
13. Lindgren M, Unosson M, Fredrikson M, Ek AC. Immobility-a major risk factor for development of pressure ulcers among adult hospitalized patients: a prospective study. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*. 2004;18(1):57-64. <https://doi.org/10.1046/j.0283-9318.2003.00250.x>
14. Coyer FM, Stotts NA, Blackman VS. A prospective window into medical device-related pressure ulcers

- in intensive care. *International Wound Journal*. 2014; 11(6):656-64. <https://doi.org/10.1111/iwj.12026>
15. Apold J, Rydrych D. Preventing device-related pressure ulcers: using data to guide statewide change. *Journal of Nursing Care Quality*. 2012;27(1):28-34. <https://doi.org/10.1097/NCQ.0b013e31822b1fd9>
 16. Hanonu S, Karadag A. A prospective, descriptive study to determine the rate and characteristics of and risk factors for the development of medical device-related pressure ulcers in intensive care units. *Ostomy Wound Manage*. 2016;62(2):12-22.
 17. Pittman J, Beeson T, Kitterman J, Lancaster S, Shelly A. Medical device-related hospital-acquired pressure ulcers: development of an evidence-based position statement. *Journal of Wound Ostomy & Continence Nursing*. 2015;42(2):151-4. <https://doi.org/10.1097/WON.000000000000113>
 18. Wille J, Braams R, Haren WH, Werken C. Pulse oximeter-induced digital injury: frequency rate and possible causative factors. *Critical Care Medicine*. 2000;28(10):3555-7. <https://doi.org/10.1097/00003246-200010000-00036>
 19. Willock J, Harris C, Harrison J, Poole C. Identifying the characteristics of children with pressure ulcers. *Nursing Times*. 2005;101(11):40-3.
 20. Choi MA. Risk factors for medical device-related pressure injuries in patients with spinal surgery in the prone position [master's thesis]. Busan: Pu-Kyong University; 2020. p. 20-33.
 21. Jun SS, Kim HJ, Jang YJ. Pressure ulcers caused by equipment and supplies in intensive care unit. *Journal of Korean Academic Society of Home Health Care Nursing*. 2017;24(3):255-63. <https://doi.org/10.22705/JKASHCN.2017.24.3.255>
 22. Kim HK, Kim YH, Son HM. Characteristics influencing the occurrence of respiratory medical device-related pressure ulcers in the pediatric intensive care unit. *Child Health Nursing Research*. 2019;25(2):133-42. <https://doi.org/10.4094/chnr.2019.25.2.133>
 23. Koo MJ, Sim YA, Kang IS. Risk factors of medical device-related pressure ulcer in intensive care units. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2019;49(1):36-45. <https://doi.org/10.4040/jkan.2019.49.1.36>
 24. Lee YJ, Kim JY, Korean Association of Wound Ostomy Continence Nurses. Medical device related hospital related pressure ulcer in Korea. *Journal of Korean Wound Management Society*. 2015;11(2):87-91.
 25. Lee YJ, Kim JY. A study on the nursing knowledge, attitude, and performance towards pressure ulcer prevention among nurses in Korea long-term care facilities. *International Wound Journal*. 2019;1(1):29-35. <https://doi.org/10.1111/iwj.13021>
 26. Kang MK, Kim MS. Risk factors for medical device-related oral mucosa pressure ulcer development of intubated patients in adult intensive care unit. *Journal of Korean Biological Nursing Science*. 2020;22(4):271-8. <https://doi.org/10.7586/jkbns.2020.22.4.271>
 27. Im HS. Case-control study method. *Journal of Korean Academy of Family Medicine* 1994;15(1):18-23.
 28. Peduzzi P, Concato J, Feinstein AR, Holford TR. Importance of events per independent variable in proportional hazards regression analysis II. Accuracy and precision of regression estimates. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1995;48(12):1503-10.
 29. Galetto SGDS, Nascimento ERPD, Hermida PMV, Busanello J, Malfussi LBH, Lazzari DD. Medical device-related pressure injury prevention in critically ill patients: nursing care. *Brazilian Nursing Journal*. 2021;74(2):e20200062. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0062>
 30. Kayser SA, VanGilder CA, Ayello EA, Lachenbruch C. Prevalence and analysis of medical device-related pressure injuries: results from the international pressure ulcer prevalence survey. *Advances in Skin & Wound Care*. 2018;31(6):276-85. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000532475.11971.a>
 31. VanGilder C, Amlung S, Harrison P, Meyer S. Results of the 2008-2009 international pressure ulcer prevalence survey and a 3-year, acute care, unit-specific analysis. *Ostomy Wound Manage*. 2009;55(11):39-45.
 32. Manzano F, Navarro MJ, Roldán D, Moral MA, Leyva I, Guerrero C, et al. Pressure ulcer incidence and risk factors in ventilated intensive care patients. *Journal of Critical Care*. 2010;25(3):469-76. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2009.09.002>
 33. Sin ES, Jung AR, Lee EJ, Cho EY, Kwak KO, Choi JH, et al. Risk degree of pressure sore according to hospital days in ICU patients. *Nursing and Health Issues(NHI)*. 2006;11(1):39-49.
 34. Wang HN, Campbell J, Doubrovsky A, Singh V, Collins J, Coyer F. Pressure injury development in critically ill patients with a cervical collar in situ: A retrospective longitudinal study. *International Wound Journal*. 2020;17(4):944-56. <https://doi.org/10.1111/iwj.13363>
 35. Tam SF, Mobargha A, Tobias J, Schad CA, Okochi

- S, Middlesworth W, et al. Pressure ulcers in paediatric patients on extracorporeal membrane oxygenation. *International Wound Journal*. 2019;16(2):420–3. <https://doi.org/10.1111/iwj.13049>
36. Kumta N, Coyer F, David M. Perioperative factors and pressure ulcer development in postoperative ICU patients: A retrospective review. *Journal of Wound Care*. 2018;27(8): 475–85. <https://doi.org/10.12986/jowc.2018.27.8.475>