

복부 수술환자의 수술부위 감염 위험 예측 도구의 타당도 검증

정현경¹ · 이은남²

¹ 동아대학교병원 간호사

² 동아대학교 간호학부 교수

Validation of the Risk Prediction Tool for Wound Infection in Abdominal Surgery Patients

Jung, Hyun Kyoung¹ · Lee, Eun Nam²

¹ RN, Department of Nursing, Dong-A University Hospital, Busan, Korea

² Professor, Department of Nursing, Dong-A University, Busan, Korea

Purpose : This retrospective investigation study aimed to determine the predictive validity of superficial surgical site infection assessment tools by measuring the risk score at the surgical site. **Methods :** This study included patients hospitalized to the general surgery department of a Hospital from January 2021 to December 31, 2021. The inclusion criteria were age ≥ 19 years, general abdominal surgery under general anesthesia, and hospital stay longer than 2 days. Patients who had undergone transplantation were excluded. **Results :** Tool validity results showed that tools including surgical time and operative procedure were more accurate than previously developed tools, with a sensitivity of 71.1%, specificity of 71.4%, positive prediction of 12.3%, negative prediction of 97.8%, and area under the curve of 0.743 (95% confidence interval, 0.678~0.745). The tool's cut-off score was 15, and the risks of infection was increased by 6.14 times at or above this cut-off point. Preoperative hair removal period, surgical wound classification, surgery time, body temperature on the second day after surgery, drainage tube type, and suture type affected the risk of infection at the surgical site. **Conclusion :** The incidence of healthcare-associated infections has been declining in the past decade; however, surgical site infections still account for a considerable proportion. Therefore, early identification of high-risk groups for surgical site infection is crucial for reducing the incidence of surgical site infection using appropriate management.

Key words : General surgery, Risk assessment, Surgical wound infection, Validation studies

투고일 : 2022. 7. 29 1차 수정일 : 2022. 9. 28 2차 수정일 : 2022. 10. 19 게재확정일 : 2022. 10. 20

주요어 : 일반외과수술, 위험 사정, 수술 부위 감염, 타당도 검증연구

* 이 논문은 제 1저자 정현경의 석사학위 대체 논문임

Address reprint requests to : Lee, Eun Nam <https://orcid.org/0000-0002-9421-0118>

Department of Nursing, Dong-A University, 32 Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, Korea

Tel : 82-51-240-2864, Fax : 82-51-240-2920, E-mail : enlee@dau.ac.kr

I. 서론

1. 연구의 필요성

수술부위 감염(Surgical site infection: SSI)은 수술 후 병원감염 중에 두 번째로 발생률이 높다. 수술부위 감염이 발생하면 재원 기간이 늘어나고, 의료비가 상승하는 등 환자들의 부담감이 증가한다. 따라서 수술부위 감염을 줄이기 위해서 예방적 항생제를 사용하는 등 많은 노력을 하고 있지만, 수술부위 감염은 여전히 수술을 받은 환자의 사망률 증가에 중요한 요인으로 작용하고 있다[1]. 최근 우리나라 수술환자의 약 2~9.7%에서 수술부위 감염이 발생하였으며, 수술부위 감염 및 패혈증으로 치료받는 환자들은 약 15~20일 정도 입원 기간이 늘어나고, 그로 인해 390~1,140만원 상당의 의료비용 손실이 발생한다[2-4]. 세계보건기구(World Health Organization: WHO)에서 보고한 바에 따르면, 미국에서는 0.9%, 영국 0.5~8%, 호주 2.8%, 프랑스 3%, 동남아시아에서는 7.8%의 SSI가 발생하였고, 그에 따른 재원 기간 및 의료비용의 부담도 큰 것으로 나타났다[5].

수술부위 감염은 적극적인 감염 관리를 통해 약 35%까지 예방할 수 있으며, 이를 위해서는 감염 위험요인을 파악하는 것이 중요하다[6]. 수술부위 감염 위험요인을 확인한 국내·외 선행 연구[6-15]를 종합해보면, 수술부위 감염의 공통적 위험요인은 나이, 체질량지수, 수술 위험지수(American Society of Anesthesiology score: ASA score), 기저질환, 혈청 알부민, 수술 소요 시간, 배액관 삽입여부, 배액관 유형이었다.

이러한 다양한 위험요인들을 효율적으로 관리하기 위해서는 신뢰할 수 있고 타당한 수술부위 감염 위험사정 도구가 필요하다. 수술부위 감염 위험사정 도구는 여러 가지 위험요인들을 정량화할 수 있다는 장점이 있다[10,19]. 그리고 측정된 점수로 수술부위 감염 고위험군을 쉽게 파악할 수 있으며, 고위험군으로 확인된 환자에게 적절한 시기에 예방적인 관리를 시행함으로써 수술부위 감염률을 낮출 수 있다[16-19].

수술부위 감염 위험사정도구로는 국립 병원 감염관리 시스템(The National Nosocomial Infections Surveillance System: NNIS), COLA (Contamination,

Obesity, Laparotomy and ASA score) score, SSIRS (The Surgical Site Infection Risk Score) 그리고 RAS for SSSI (Risk Assessment Scale for Superficial Incisional Surgical Site Infection) 등이 활용되고 있다. NNIS는 1990년대 미국 질병통제예방센터(The Centers for Disease Control: CDC)가 개발한 도구로서, ASA score, 수술부위 상처 분류, 수술 소요 시간 등 총 3가지 항목으로 구성되어 있다. 하지만 NNIS는 각 항목에 1점의 동일한 점수를 부여하여 최대 점수가 3점으로 환자군 간의 변별력이 확실하지 않다는 한계점이 있다[20]. 지나치게 단순한 NNIS의 단점을 보완하기 위해 Gervaz 등[21]은 대장절제술 환자를 대상으로 COLA (Contamination, Obesity, Laparotomy and ASA score) score를 개발하였다. COLA score는 각 항목당 1점의 동일한 점수를 부여하며, 총 4점이 만점으로 0점은 수술부위 감염 발생 위험률이 10% 미만, 1~2점은 10~20%, 3~4점은 40% 이상으로 해석된다. COLA score에는 복강경 수술을 한 경우가 개복수술을 한 경우보다 SSI 발생률이 낮다는 선행연구[22]를 바탕으로 수술 방법을 포함하였다. 하지만 COLA score에서 다루고 있는 항목 4가지 모두 수술 전 항목에만 해당하며, NNIS와 마찬가지로 각 항목에 1점의 동일한 점수를 부여하여 환자군 간의 변별력이 높지 않았다[20]. 또한 COLA score 도구 개발자인 Gervaz 등[21]은 수술부위 감염 위험요인 중 하나인 수술 소요 시간이 중요함을 강조하며 수술 시간을 포함한 도구 개발을 제안하였다. Walraven과 Musselman [20]은 일반외과 주요수술 및 탈장 수술, 혈관외과 수술, 그리고 유방절제 및 비뇨기과 수술을 받은 환자들을 대상으로 SSIRS (The Surgical Site Infection Risk Score) 도구를 개발하였다. 도구에는 24가지의 항목과 각각의 수술에 따라 부여된 CPT (Common Procedural Technology) 코드 점수를 함께 입력하여야 하며, 총 점수 범위는 -15점~50점이다. 점수가 높을수록 수술부위 감염 발생률이 증가함을 나타내며, 그래프를 통해 측정된 점수에 따라 수술부위 감염 위험률을 확인할 수 있다. 그래프에 따르면 측정된 점수가 21점인 경우 수술부위 감염 위험률은 약 5%임을 알 수 있다. Walraven과 Musselman은 SSIRS의 변별력을 확인하기 위하여 NNIS와 비교하였고, 연구 대상자 중 83%가 NNIS score 0점 또는 1점에 해당하여 SSIRS 도구가 약한 변별력이 보

이는 한계점이 있다고 보고하였다. 또한 도구 사용에 있어 점수를 도출하는 데 시간이 오래 걸리며, 도구 사용에 있어 숙련된 사람이 필요하다는 제한점을 제시하였다[20].

앞서 설명한 도구들은 도구의 세부 항목이 수술 전과 수술 중 요인으로만 구성된 반면, Anwar 등[19]이 일반외과 환자를 대상으로 개발한 RAS for SISSI (Risk Assessment Scale for Superficial Incisional Surgical Site Infection)는 위험요인이 수술 전, 중, 후 요인으로 나누어져 있으며, 수술 후 2일째 최종 점수를 도출한다. 도구는 총 17문항으로 구성되어 있으며, 총 30점 만점으로 총 점수가 높을수록 수술부위 감염 위험이 높아진다. 그리고 도구의 사용에 있어 누구나 사용이 가능하고, 빠르고 쉽게 점수화할 수 있어 시기에 따라 수술 부위 고위험군을 신속하게 파악할 수 있다는 장점이 있다.

지금까지 다양한 수술부위 감염 위험 예측 도구들을 살펴보았다. 수술부위 감염 위험에 영향을 미치는 다양한 요인들을 효율적으로 예측하기 위해서는 수술 전, 중, 후 위험요인을 구분하여 사정하는 것이 효과적이라는 선행연구[24]와 수술부위 감염은 수술 후 7~9일째 대부분 발생한다는 선행연구[11,23]를 종합해 볼 때, 수술 전, 중 요인뿐만 아니라 수술 후 요인을 포함하고 있으며, 수술 후 2일째에 수술부위 감염 고위험군을 예측함으로써 수술 후 7~9일째 대부분 발생하는 수술부위 감염률을 낮추기 위한 예방적 관리를 할 수 있다는 점에서 Anwar 등[19]이 개발한 RAS for SISSI가 수술부위 감염 위험 사정도구로 가장 타당하다고 판단된다.

Anwar 등[19]이 개발한 RAS for SISSI가 국내 복부 수술환자를 대상으로 수술부위 감염 위험 사정도구로써 적합한지 확인하기 위하여 도구의 타당도를 검토해볼 필요가 있다. 또한 RAS for SISSI의 개발 당시 수술 시간이 유의한 위험요인으로 나타나지 않아 수술 중 위험요인에서 제외되었지만, 국내외 많은 연구[7-12, 21]에서 수술 소요 시간 및 수술 방법이 수술부위 감염의 주요 요인으로 확인되었기 때문에 본 연구에서는 수술 소요 시간 및 수술 방법을 포함하여 수술부위 감염 위험을 예측해 보고자 한다.

따라서 본 연구는 수술 소요 시간 및 수술 방법이 포함된 RAS for SISSI의 수술부위 감염 위험 예측 점수

를 구하고, 실제 수술부위 감염 발생과의 관련성을 분석함으로써 도구의 예측 타당도를 확인하고자 하였다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 일개 종합병원에 복부 수술을 받기 위해 입원한 환자에게 Anwar 등[19]이 개발한 RAS for SISSI를 적용하여 도구의 예측 타당도를 검증하기 위한 것이다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 복부 수술환자에게 수술부위 감염 위험 사정도구인 RAS for SISSI를 적용하여 수술부위 감염 위험점수를 측정한다.
- 2) 수술부위 감염 고위험군과 저위험군의 일반적인 특성을 비교한다.
- 3) 수술부위 감염 위험요인 사정도구인 RAS for SISSI의 정확도와 예측 타당도를 확인한다.

II. 연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 Anwar 등[19]이 개발한 표재성 수술부위 감염 위험 사정 도구인 RAS for SISSI를 사용하여 표재성 수술부위 감염 위험 예측 점수를 구하고, 실제 수술부위 감염 발생과의 관련성을 확인하여 도구의 예측 타당도를 확인하기 위한 후향적 조사연구이다.

2. 연구대상

본 연구의 대상자는 B시 소재 D 대학교병원에서 2021년 1월 1일부터 동년 12월 31까지 1년간 일반외과에 입원하여 수술을 받은 환자이다. 구체적인 선정기준은 다음과 같다.

1) 선정기준

- ① 만 19세 이상 환자
- ② 전신마취 하에 일반외과 복부 수술을 받은 환자
- ③ 입원 기간이 2일 이상인 환자

2) 제외기준

① 이식수술을 받은 환자

대상자 수는 G*Power 3.1.9.7을 이용하여 로지스틱 회귀분석에 필요한 대상자 수를 산출하였다. 수술부위 감염 오즈비(Odds ratio) 1.5[25], Pr H0 0.1, 양측검정, 유의수준 .05, 검정력 .90 으로 산출된 수는 696건이었으며, 선정된 대상자 수의 10% 탈락률을 고려하여 766건을 선정하였고, 탈락한 56건(중복환자 4건, 소아환자 7건, 수술 후 30일 이내 사망 10건, 퇴원 후 외래 방문 없는 경우 5건, 복부 수술이 아닌 경우 26건, 카테타 공여자 1건, 이식 수술 2건, 추가 수술부위 없이 장루만 낸 경우 1건)을 제외하고 분석에 포함된 건은 총 710건이었다.

3. 연구도구

1) 수술부위 감염 위험 사정 도구

표재성 수술부위 감염 위험 사정 도구로는 Anwar 등 [19]이 개발한 RAS for SSSI를 사용하였다. 국내 선행연구[7-12]에서 수술 시간 및 수술 방법이 수술부위 감염의 주요 영향요인으로 확인되어 도구 개발자의 허락을 받아 수술 중 요인에 '수술 시간' 및 '수술 방법'을 추가하였다.

수술부위 감염 위험요인은 수술 전 요인 10항목, 수술 중 요인 4항목, 수술 후 요인 5항목으로 전체 문항 수는 총 19문항이며, 점수 범위는 0~33점으로 점수가 높을수록 수술부위 감염 위험이 높은 것을 의미한다 (Table 1).

2) 수술부위 감염 여부 확인

본 연구에서 수술부위 감염은 표재성 감염(Superficial Incisional Surgical Site Infection)을 지칭하며[26], 수술일로부터 30일 이내에 수술 부위에 발생하는 피부나 피하조직에 국한되어 감염이 발생하는 것을 의미한다. 본 연구에서 수술부위 감염 여부는 수술 후 30일 이내 의사 경과기록지, 퇴원 요약지 및 외래 기록지를 통해 확인하였다. 수술 전 요인에서 나이, 흡연 여부, 체질량 지수, 스테로이드 사용 여부, 기저질환 관련된 정보는 간호 정보 조사지 및 입원 기록지를 통해 확

인하였으며, 그중 체질량 지수는 WHO 기준에 따라 BMI 25kg/m² 이상인 경우 과체중, BMI 18.5kg/m² 미만인 경우 저체중으로 측정하였다. 예방적 항생제는 수술 전 1시간 이내 항생제를 적용하고 수술이 끝난 후 24시간 이내 항생제 사용을 종료하는 것으로 투약 기록지를 통해 항생제 투여 시간을 확인하였고, 예방적 항생제를 사용한 경우 0점, 사용하지 않는 경우 1점을 부여하였다. 수술 전 피검사 결과는 검사 결과에서 수술하기 전 가장 최근 자료를 이용하여 백혈구 수치(WBC), 혈액소 수치(Hb), 혈청 알부민(Albumin), 응고인자(PT/aPTT, INR) 등 총 4가지 항목을 확인하였다. 모두 정상 범위인 경우 0점, 한가지라도 비 정상인 경우 1점을 부여하였다. 수술 전 입원날짜의 경우 입원 기록지 및 경과 기록지를 통해, 제모시기는 수술 전 처치표를 통해 확인하였다. 수술 중 요인에서 마취 종류는 마취 기록지를 통해 확인하였으며, 수술 창상 분류는 수술 기록지를 통해 확인하였다. 수술 창상은 청결 창상(Class 1), 청결-오염 창상(Class 2), 오염 창상(Class 3), 불결-오염 창상(Class 4)으로 분류되며, 청결 창상은 감염이 전혀 없는 수술로 소화기계, 호흡기계, 비뇨생식기를 포함하지 않는 계획된 수술 상처가 이에 해당한다. 청결-오염 창상은 수술 전에 감염증이 없는 호흡기계, 소화기계, 비뇨생식기계의 수술로 감염이 없는 담도계 수술 및 수술 중 오염이 약간 있는 경우가 이에 해당하고, 오염 창상의 경우 개방되었으나 오래되지 않은 창상을 말하며, 수술 도중 명백한 오염이 발생하거나 소화기계로부터 다량 오염이 된 경우가 이에 해당한다. 불결-오염 창상은 창상이 오래되거나 괴사된 조직이 있는 경우를 말하며, 임상적인 감염 및 내장파열이 된 경우, 그리고 수술 전 수술 부위에 감염을 일으킬 만한 병원체가 있을 것이라 판단되는 경우가 이에 해당된다[11]. 수술 소요 시간은 마취 기록지를 통해, 수술 방법은 수술 기록지를 통해 확인하였다. 수술 후 요인에서 체온은 V/S 기록지를 통해 수술 2일째 측정된 기록을 사용하였고, 하루 중 한 번이라도 37.0℃ 이상 측정된 경우는 고체온으로, 36.0℃ 미만인 경우는 저체온으로 측정하였다. 배액관 여부는 수술 기록지, 배액관 제거 시기는 I/O 기록지 및 퇴원 요약지를 통해 확인하였다. 봉합사의 종류에 대한 기록은 수술 기록지를 통해 확인하였으며, 수술 후 재원기간은 퇴원요약지를 통해 확인하였다.

도구 개발 시 경계 점수(cut-off score)는 11.5점이

Table 1. General Characteristics of Subjects and Infection Rate by Infection Risk Factor

(N=710)

	Variables	Category	Scoring	Total (n)	Infection		Chi-square	p
					No(%)	Yes(%)		
Pre-OP risk factor	Age(years)	20~29	0	24	22(91.7)	2(8.3)	2.59	.442*
		30~39	1	66	64(97.0)	2(3.0)		
		40~49	2	102	99(97.1)	3(2.9)		
		50≤	3	518	487(94.0)	31(6.0)		
	Smoking	Non-smoker	0	599	571(95.3)	28(4.7)	3.95	.127*
		≤1pack/day	1	107	97(90.7)	10(9.3)		
		>1pack/day	2	4	4(100.0)	0(0.0)		
	BMI	Normal	0	397	371(93.5)	26(6.5)	3.76	.152
		Underweight	1	40	37(92.5)	3(7.5)		
		Overweight	2	273	264(96.7)	9(3.3)		
	Corticosteroid	No	0	704	666(94.6)	38(5.4)	1.000*	1.000*
		Yes	1	6	6(100.0)	0(0.0)		
	Antibiotic prophylaxis	Yes	0	405	392(96.8)	13(3.2)	8.54	.003
		No	1	305	280(91.8)	25(8.2)		
	Underlying disease	No	0	368	352(95.7)	16(4.3)	1.52	.217
		Yes	1	342	320(93.6)	22(6.4)		
	Laboratory investigation	Normal	0	447	438(98.0)	9(2.0)	26.55	<.001
		Abnormal	1	263	234(89.0)	29(11.0)		
	Lenth of hospital stay (days)	1	0	436	415(95.2)	21(4.8)	2.84	.241
2		1	125	120(96.0)	5(4.0)			
3 or more		2	149	137(91.9)	12(8.1)			
Shaving time	At night before OP	0	622	600(96.5)	22(3.5)	<.001*	<.001*	
	Immediate before OP	1	88	72(81.8)	16(18.2)			
OP site	Non-abdominal	0	710	672(94.6)	38(5.4)	n.a	n.a	
	Abdonimal	1	0	0(0)	0(0)			
Sub-Score			15					
Intra-OP risk factor	Anesthesia	Spinal	0	0	0(0.0)	0(0.0)	n.a	n.a
		General	1	710	672(94.6)	38(5.4)		
	Wound classification	Class 1	0	0	0(0)	0(0)	.001*	.001*
		Class 2	1	662	632(95.5)	30(4.5)		
		Class 3	2	48	40(83.3)	8(16.7)		
		Class 4	3	0	0(0)	0(0)		
	OP time (min)	<60	0	355	346(97.5)	9(2.5)	12.67	.002
		60≤ <120	1	129	121(93.8)	8(6.2)		
		≥120	2	226	205(90.7)	21(9.3)		
	OP procedure	Laparoscopy	0	553	538(97.3)	15(2.7)	34.40	<.001
Laparotomy		1	157	134(85.4)	23(14.6)			
Sub-Score			7					
Post-OP risk factor	Body temperature (°C)	36.0≤ <37.0	0	632	604(95.6)	28(4.4)	16.40	<.001
		<36.0	1	0	0(0)	0(0)		
		≥37.0	2	78	68(87.2)	10(12.8)		
	Presence of drain	No	0	377	369(97.9)	8(2.1)	17.17	<.001*
		Closed	1	333	303(91.0)	30(9.0)		
		Open	2	0	0(0)	0(0)		
		Both(Closed+Open)	3	0	0(0)	0(0)		
	Day of drain removal	1st day	0	375	367(97.9)	8(2.1)	7.77	.005
		2nd day	1	18	17(94.4)	1(5.6)		
		3rd day of more	2	317	288(90.9)	29(9.1)		
	Type of suture	Removable	0	406	376(92.6)	30(7.4)	16.71	<.001*
		Absorbable	1	304	296(97.4)	8(2.6)		
	Length of hospital stay (days)	1	0	37	37(100.0)	0(0.0)	16.71	<.001*
		2	1	214	213(99.5)	1(0.5)		
		3 or more	2	459	422(91.9)	37(8.1)		
Sub-Score			11					
Total score			33					
Infection status				710	672(94.6)	38(5.4)		

* = Fisher exact test; BMI = Body Mass Index; n.a = not available; OP = Operation

있을 때 민감도는 71.7%, 특이도 51%였으며, 양성 예측도는 43.5%, 음성 예측도는 91.3%이며, 총 예측도는 77.2%였다.

4. 자료수집방법

자료수집 기간은 2022년 2월 23일부터 2022년 4월 20일까지였다. 본 연구의 내용과 방법에 대해서 D 대학 교병원 임상연구심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인(승인번호: DAUHIRB-22-022)을 받은 후 연구를 시행하였다. 일관성 유지를 위해 전자의무기록에서 수집하는 대상자의 자료는 구조화한 표준자료 수집틀에 저장하였고 자료수집은 전자문서 시스템에 익숙한 연구자 1인이 시행하였다.

5. 자료분석방법

수집된 자료는 SPSS/WIN 25.0 통계프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 일반적 특성은 빈도 및 비율로 나타냈으며, 두 집단 차이는 카이제곱 검정 및 Fisher의 정확도 검정으로 확인하였다.
- 2) 수술부위 감염 위험 예측요인의 확인을 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.
- 3) 도구의 타당도는 민감도(Sensitivity), 특이도(Specificity), 양성예측도(Positive Predictive Value) 및 음성 예측도(Negative Predictive Value)로 분석하였다.
- 4) 점수별 수술부위 감염 위험 진단의 정확성 및 판별력을 알아보기 위해 ROC (Receiver Operation Coefficient) curve를 통한 곡선하 면적(Area Under the Curve: AUC)을 활용하였다. 수술부위 감염 고위험군과 저위험군을 구별하기 위한 경계 점수(Cut-off score)는 각 점수 구간에서 제시되는 특이도와 민감도의 점수를 합산했을 때 제일 큰 구분점으로 결정하였다.

6. 윤리적 고려

대상자의 개인적 정보는 코드화하여 입력하여 익명

성을 보장하였고 입력 시 개인을 식별할 수 있는 어떠한 내용도 포함하지 않았다. 연구를 위해 수집된 모든 자료는 연구 이외의 목적으로 절대 사용하지 않았다.

III. 연구 결과

1. 대상자의 일반적인 특성 및 감염 위험요인별 감염 발생률

대상자의 일반적인 특성 및 수술부위 감염 위험요인은 <Table 1>과 같다. 전체 대상자는 총 710건이었으며, 그중 38건(5.4%)에서 수술부위 감염이 발생하였다. 수술 전 항목에서는 피검사 결과(WBC, Hb, Albumin, PT/aPTT/INR), 제모 시기 및 예방적 항생제 사용 여부가 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 수술 중 항목에서는 수술 창상 분류, 수술 시간 및 수술 방법 그리고 수술 후 항목에서는 체온, 배액관 종류, 배액관 제거 시기, 봉합사 종류에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

2. 수술부위 감염 발생군과 비 발생군 간의 위험요인 비교

수술부위 감염에 미치는 영향요인을 알아보기 위해 단변량 로지스틱 회귀분석(uni-variate logistic regression)을 실시하였다(Table 2). 피검사 결과가 정상인 경우보다 비 정상인 경우(OR=6.031, 95% CI=2.808~12.955) 수술부위 감염 위험이 약 6.03배 증가하였고, 수술 소요 시간이 60분 미만인 경우보다 120분 이상인 경우(OR=3.938, 95% CI=1.770~8.762)가 수술부위 감염 위험이 약 3.93배 높았다. 또한 복강경 수술에 비해 개복술을 한 경우(OR=6.156, 95% CI=3.127~12.121)에 수술부위 감염 위험이 약 6.15배 증가하였다. 대상자가 정상체온일 때 보다 고체온일 때(OR=3.172, 95% CI=1.477~6.813) 수술부위 감염 위험이 약 3.17배 상승하였고, 배액관이 없는 경우보다 배액관이 있는 경우(OR=4.567, 95% CI=2.063~10.108) 감염 위험이 약 4.57배 높은 것으로 나타났다.

Table 2. A Comparison of Surgical Site Infection Risk Factors in the Occurrence and Non-occurrence Groups
(N=710)

	Variables	Category	Uni-variate logistic regression		
			Wald	p	OR (95% CI)
Pre-OP risk factor	Age(years)	20~29	2.586	.460	.
		30~39	1.075	.300	.344(0.046~2.589)
		40~49	1.358	.244	.333(0.053~2.115)
		50≤	.219	.640	.700(0.157~3.114)
	Smoking	Non-smoker	3.736	.154	.
		≤1pack/day	3.736	.053	2.102(0.990~4.466)
		>1pack/day	.000	.999	.
	BMI	Normal	3.616	.164	.
		Underweight	.053	.818	1.157(0.334~4.006)
		Overweight	3.328	.068	0.486(0.224~1.055)
	Corticosteroid	No	.	.	.
		Yes	.000	.999	.
	Antibiotic prophylaxis	Yes	.	.	.
		No	7.972	.005	2.692(1.354~5.354)
	Underlying disease	No	.	.	.
Yes		1.503	.220	1.512(0.781~2.931)	
Laboratory investigation	Normal	.	.	.	
	Abnormal	21.223	<.001	6.031(2.808~12.955)	
Lenth of hospital stay (days)	1	2.771	.250	.	
	2	.146	.702	.823(0.304~2.230)	
	3 or more	2.140	.143	1.731(0.830~3.610)	
Shaving time	At night before OP	.	.	.	
	Immediate before OP	26.285	<.001	6.061(3.043~12.069)	
Intra-OP risk factor	Wound classification	Class 2	.	.	.
		Class 3	11.187	.001	4.213(1.814~9.787)
	OP time (min)	<60	11.285	.004	.
		60≤ <120	3.519	.061	2.542(0.959~6.736)
		≥120	11.285	.001	3.938(1.770~8.762)
OP procedure	Laparoscopy	.	.	.	
	Laparotomy	27.649	<.001	6.156(3.127~12.121)	
Post-OP risk factor	Body temperature (°C)	36.0≤ <37.0	.	.	.
		≥37.0	8.764	.003	3.172(1.477~6.813)
	Presence of drain	No	.	.	.
		Closed	14.037	<.001	4.567(2.063~10.108)
	Day of drain removal	1st day	14.166	.001	.
		2nd day	.831	.362	2.699(0.319~22.821)
		3rd day of more	14.134	<.001	4.619(2.080~10.258)
	Type of suture	Removable	.	.	.
		Absorbable	7.129	.008	.339(0.153~0.750)
	Length of hospital stay(days)	1	2.771	.250	.
2		.146	.702	.823(0.304~2.230)	
3 or more		2.140	.143	1.731(0.830~3.610)	

BMI=Body Mass Index; OP=Operation

Table 3. Comparison of RAS for SISSI and RAS for SISS Including OP time and OP procedure

	RAS for SISSI		RAS for SISSI Including OP time and OP procedure	
AUC(95% CI)	0.712(0.678~0.745)		0.743(0.710~0.775)	
<i>p</i>	<.001		<.001	
Sensitivity	84.2		71.1	
Specificity	51.0		71.4	
Positive predictive value	8.9		12.3	
Negative predictive value	98.3		97.8	
Cut-off value	>11		>14	
Odds ratio (OR) for the cutoff point (95% CI)	5.56(2.30~13.47)		6.14(2.99~12.62)	
Infection status	Yes n (%)	No n (%)	Yes n (%)	No n (%)
Yes (%)	32(84.2)	6(15.8)	27(71.1)	11(28.9)
No (%)	329(49.0)	343(51.0)	192(28.6)	480(71.4)

AUC=Area Under the Curve; CI=confidence interval; OP=Operation; RAS for SISSI=Risks Assessment Scale for Superficial Incisional Surgical Site Infection

3. 도구의 곡선하 면적(Area Under the Curve: AUC) 비교 및 타당도 평가

RAS for SISSI에 수술 시간 및 수술 방법을 포함한 도구를 제시하여 비교 분석하였고(Table 3), 곡선하 면

적(Area Under the Curve: AUC)을 이용하여 도구의 타당도를 확인하였다(Figure 1). RAS for SISSI는 AUC가 0.712(0.678~0.745)으로 나타났고, 경계 점수가 12점으로 확인되었다. 수술부위 감염 고위험군 중 실제 수술부위 감염 건수는 총 38건 중 32건(84.2%)이었다.

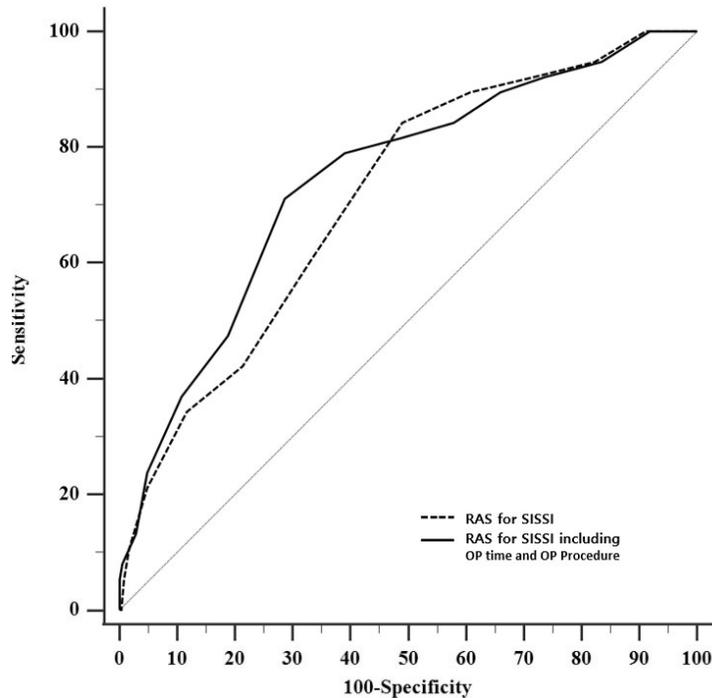


Figure 1. Comparison of ROC curve RAS for SISSI and RAS for SISS including OP time and OP procedure
OP=Operation; RAS for SISS=Risk Assessment Scale for Superficial Incisional Surgical Site Infection

민감도는 84.2%, 특이도 51.0%, 양성 예측도 8.9%, 음성 예측도 98.3%로서 도구의 정확도는 71.2%였다. 반면, RAS for SISSI에 수술 소요 시간 및 수술 방법을 포함한 도구에서는 ACU가 0.743(95% CI=0.710~0.775)로 확인되었고, 경계 점수가 15점이었다. 수술부위 감염 고위험군 중 실제 수술부위 감염 건수는 총 38건 중 27건(71.1%)이었으며, 민감도는 71.1%, 특이도 71.4%, 양성 예측도 12.3%, 음성 예측도 97.8%로서 도구의 정확도는 74.3%였다.

IV. 논 의

본 연구는 일개 종합병원 일반외과에 입원한 복부 수술 710건을 대상으로 수술부위 감염 위험 예측 도구의 타당도를 확인하였다. 수술부위 감염 위험 예측을 위한 경계 점수는 15점이었으며, 도구의 민감도는 71.1%, 특이도 71.4%, 양성 예측도 12.3%, 음성 예측도 97.8%로 확인되었다. AUC를 이용하여 예측 타당도를 확인한 결과 도구의 정확도는 74.3%였다.

본 연구에서 전체 대상자 710건 중 수술부위 감염이 발생한 건은 총 38건으로 수술부위 감염 발생률은 5.4%로 확인되었다. 이는 미국의 0.9%, 호주 2.8%, 그리고 프랑스 3%[5]보다 높았다. 또한 병원급 의료기관을 대상으로 시행한 보건복지부 통계자료에서 수술부위 감염 발생률은 약 2~9.7%, 대장 수술환자에서 약 4.64%, 위 수술환자에서 약 3.44%로[4] 확인되어 본 연구의 수술부위 감염 발생률이 다소 높음을 알 수 있었다. 하지만 Kim과 Yom (2014)이 종합병원 환자를 대상으로 위 수술, 복강경 담낭절제술, 대장 수술, 고관절치환술, 슬관절치환술, 심장 수술, 자궁적출술, 제왕절개술 등 총 8개의 수술을 받은 4,510명을 대상으로 시행한 연구에서 수술부위 감염 발생률은 11.8%로 보고되어 본 연구의 수술부위 감염 발생률이 더 낮음을 확인하였다. 이처럼 수술부위 감염률은 연구에 포함된 수술 종류 및 표본의 크기, 그리고 대상 병원의 유형에 따라 다소 차이가 있는 것으로 생각된다.

본 연구 결과 피검사 결과가 비 정상적인 경우 수술부위 감염 위험이 유의하게 높았는데, Kim과 Yom의 연구[8]에서도 수술 전 혈청 알부민 수치가 3.2g/dl 보다 낮은 경우에 높은 경우보다 수술부위 감염 위험이

약 1.2배 증가하는 것으로 나타나 본 연구 결과를 지지해준다. 하지만 다른 선행연구들[9,11]에서는 혈청 알부민 수치에 따른 감염 위험에는 유의한 차이가 없는 것으로 보고되어 본 연구 결과와 차이를 보였다. 혈청 알부민은 수술 전 환자의 영양상태를 알 수 있는 중요한 지표 중 하나로서, 영양이 부족한 환자의 경우 그렇지 않은 환자보다 수술 후 합병증 발생률이 높음으로[27], 수술 전 환자의 전반적인 상태 및 영양상태 평가를 통해 수술 전 교정 가능한 부분은 미리 교정하여 수술부위 감염 위험을 낮출 수 있도록 노력해야 한다. 하지만 본 연구에서 수술 전 피검사 항목은 총 4가지(백혈구 수치(WBC), 혈색소 수치(Hb), 혈청 알부민(Albumin), 응고인자(PT/aPTT, INR)로 이 항목 중 한가지로 비 정상일 경우 1점을 부여하여 점수화하였기 때문에 4가지의 항목 중 어떤 항목이 수술부위 감염 위험을 높이는지는 결론짓기 어려운 제한점이 있다. 따라서 추후에 4가지 항목을 분리하여 위험요인 여부에 대한 분석을 해볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 제모를 수술 직전에 시행한 경우가 수술 전날 저녁에 시행한 경우보다 수술부위 감염 위험이 더 증가하였는데, 이러한 결과는 수술 직전에 제모를 하는 것이 수술부위 감염을 예방하는데 더 효과적이라는 연구[28]와 차이를 보였다. 그리고 본 연구에서 계획된 수술인 경우 제모를 수술 전날 시행하였으며, 응급 수술인 경우는 수술 직전에 시행한 것으로 확인되었다. An 등[7]과 Lee 등[10]의 선행연구에서 응급 수술이 계획된 수술보다 수술부위 감염 발생률이 높은 것으로 보고되어 응급 수술 여부가 수술부위 감염에 영향을 미치는 요인으로 나타났기 때문에 본 연구에서 제모 시기에 따른 수술부위 감염 위험은 단순히 제모 시기에 따른 것으로 보기 보다는 응급 수술 여부가 영향을 미친 것이라 판단된다.

수술부위가 오염창상(Class 3)인 경우 청결-오염 창상(Class 2)보다 수술부위 감염 위험이 유의하게 증가하였는데, 이는 선행 연구들[7,10,13,14]의 결과와 유사하다. 하지만 복부 수술환자를 대상으로 한 Jeong의 연구[11]와 두경부암 환자 대상인 연구[9]에서는 청결 창상(Class 1)과 불결-감염 창상(Class 4)의 감염 위험에서 유의한 차이를 보이지 않아 본 연구 결과와 차이를 보였다. 이처럼 수술 창상 분류에서 오염된 창상의 환자들은 수술부위 감염 위험이 증가할 수 있고 특히

복부 수술인 경우 소화기관을 다루므로 수술 중 소화액의 노출로 인하여 오염이 발생할 가능성이 높으므로[11], 수술 후에도 지속적으로 상처를 주의 깊게 살펴보아야 하며, 그에 맞는 적절한 감염 관리가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 예방적 항생제를 사용한 경우에 사용하지 않은 경우보다 수술부위 감염 위험이 유의하게 상승하는 것으로 나타났는데, 이는 일반외과, 정형외과, 흉부외과, 산부인과 등 4개의 진료과에서 8가지 수술을 대상으로 한 연구[8]와 유사한 결과이다. 하지만 개두술 대상 연구[6], 두경부암 수술환자를 대상으로 한 연구[9]에서는 유의한 차이가 없는 것으로 보고되어 본 연구 결과와 차이를 보였다. 이는 수술 종류에 따라 예방적 항생제 사용에 대한 수술부위 감염 위험 정도가 다를 수 있다. 국내에서는 불필요한 항생제 사용을 개선하고, 수술부위 감염을 최소화하기 위해 수술 전 1시간 이내 투여하는 것을 권고하고 있으며, 예방적 항생제로서 1세대 또는 2세대 세팔로스포린계 계열의 단독 사용이나 1세대 세팔로스포린계 계열과 메트로니다졸 병용요법 등을 권고하고 있다[29]. 하지만 최근 항생제 내성균의 발생 위험성이 높아지고 있으므로 적절한 항생제 선택을 위한 적정성 평가를 통한 지속적인 관리가 필요할 것으로 생각한다.

체온 항목은 수술 후 2일째 측정된 체온을 말하며, 측정된 체온이 고체온인 경우 정상체온보다 수술부위 감염 위험성이 높았다. 하지만 수술 후 7일 이내 체온 상승은 전신마취 하 복부수술 환자의 폐 합병증의 주요 증상 중 하나이다. 특히 상복부 개복술의 경우 통증 및 횡격막 손상, 그리고 근육 경련 등으로 인해 흉곽의 움직임이 제한되어 수술 후 폐 합병증 발생률이 증가할 수 있기 때문이다[30]. 하지만 본 연구처럼 후향적 조사 연구에서는 수술 후 2일째 확인된 고체온이 수술부위 감염 위험을 높이는 것인지, 아니면 전신마취 수술 후 폐 합병증으로 인한 증상인지에 대하여 판별하는 것이 어려운 제한점이 있다. 따라서 고체온과 수술 후 폐 합병증을 분리하여 수술부위 위험요인 여부에 관한 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 개방성 배액관을 가지고 있는 대상자는 없었기 때문에, 배액관의 종류는 배액관의 유무로 재해석할 수 있으며, 배액관이 없는 경우보다 배액관이 있는 경우 수술부위 감염 위험이 유의하게 증가하였는데, 배

액관은 역류를 통하여 감염의 위험성이 높아지므로 필요한 경우를 제외하고는 가능한 삽입하지 않는 것이 좋으며, 배액관 삽입이 꼭 필요할 경우는 폐쇄성 배액관을 사용하도록 하고, 배액관 제거 시기는 빠르면 빠를수록 좋다[31]. An 등[7]은 개방성 배액관을 가지고 있는 경우에 폐쇄성 배액관을 가지고 있는 경우보다 약 3배 정도 감염률이 증가함을 보고 하였다. 또한 배액관을 제거하는 시기가 빠르면 빠를수록 좋다는 선행연구의 결과[31]와 마찬가지로 본 연구에서도 배액관 제거 시기가 삽입 후 3일 이상일 때 3일 미만인 경우보다 수술부위 감염 위험이 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구 결과 비흡수사를 사용한 경우가 흡수사를 사용했을 때보다 수술부위 감염 위험이 더 높았는데, 본 연구에서 흡수사를 사용한 수술은 다른 수술에 비해 수술 부위 크기가 작은 복강경 담낭 절제술 및 복강경 충수돌기절제술이었다. 따라서 봉합사의 종류에 따른 수술부위 감염 위험은 수술 상처의 크기와 관련이 있다고 볼 수 있다. 또한 본 연구에서 수술 방법에 따라 수술부위 감염 위험 정도를 분석한 결과, 개복수술인 경우가 복강경 수술인 경우보다 수술부위 감염 위험이 증가하여 이러한 해석을 뒷받침해주었다. Jung 등[11]은 소작술의 제한 및 작은 수술 절개로 인해 조직의 손상을 최소화하는 복강경 수술이 수술부위 감염 발생을 감소시킨다고 보고 하였고, Gervaz 등의 연구[21]에서도 개복수술의 경우 복강경 수술보다 수술부위 감염 위험이 약 2.2배 증가하는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보고하였다. 최근 복부 수술의 경우 복강경 수술의 비율이 늘어나고 있으며[11], 본 연구에서도 전체 수술의 2/3 이상이 복강경 수술임을 확인할 수 있었다. Gervaz 등[21]은 복강경 수술 자체는 개복술에 비해 상처의 크기 및 조직 손상이 적기 때문에 수술부위 감염 위험은 낮지만, 같은 조건의 환자에서, 복강경 수술을 시행했는지라도 개복수술을 시행한 환자보다 수술 소요 시간이 길다면 수술부위 감염 위험이 증가할 수 있다고 하였다. 따라서 수술부위 감염 위험도를 측정할 때 수술 방법과 수술 소요 시간을 함께 고려한 추가 연구들이 필요할 것으로 생각된다.

또한 국내외 많은 연구[7-11,21]들에서 수술 시간이 수술부위 감염 위험의 영향요인임을 보고하였기 때문에 본 연구에서는 개발된 도구에 수술 소요 시간을 포함하여 확인하였다. 그 결과 수술 소요 시간에 따라 수술부

위 감염 위험이 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 하지만 도구 개발자인 Anwar 등[19]의 연구에서는 수술 소요 시간의 기준을 2시간으로 정하였을 때, 수술 소요 시간에 따른 수술부위 감염 위험이 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 수술 소요 시간이 길어질수록 수술 부위의 조직 손상이나 출혈이 많을 수 있으며, 노출에 의한 조직의 건조화 및 병원균에 대한 노출 위험성이 높아지므로 수술부위 감염에 영향을 미칠 수 있다 [11]. 따라서 수술의 종류에 따른 수술 소요 시간이 각각 다르지만, 수술과 관련된 부서들의 상호 협력을 통해 수술 소요 시간을 단축할 방법을 모색하도록 노력해야 할 것이다.

본 연구는 일개 종합병원에 입원한 복부 수술환자를 대상으로 수술부위 감염 위험을 예측하기 위한 도구로서 RAS for SISSI에 수술 시간 및 수술 방법이 포함되어 도구의 적용 가능성을 제시하였다. 원 도구 개발시 경계 점수(cut-off score)는 11.5점이고, 민감도는 71.7%, 특이도 51%였으며, 양성 예측도는 43.5%, 음성 예측도는 91.3%이며, 총 예측도는 77.2%, 정확도는 66%였다. 하지만 수술 소요 시간 및 수술 방법을 추가하여 도구의 타당도를 검증한 결과 도구의 경계 점수가 15점이고, 민감도는 71.1%, 특이도 71.4%, 양성 예측도 12.3%, 음성 예측도 97.8%, 도구의 정확도가 74.3% 확인되어 원 도구에 비해 특이도와 정확도가 높게 확인되었다. 또한 고위험군인 경우 수술부위 감염 발생률이 약 6.14배 높아짐을 알 수 있었다.

의학 연구 및 보건학에 있어 정확도를 평가하는 기준으로 특이도와 민감도를 많이 이용한다. 이는 특이도와 민감도가 질병 자체 발생빈도에 큰 영향을 받지 않기 때문이다. 수술부위 감염 고위험군 중 실제 감염이 발생할 수 있는 환자를 잘 파악하기 위해서는 민감도가 높은 도구를 선택해야 한다. 하지만 수술부위 저위험군이라 할지라도 추가적인 수술부위 감염이 발생할 수 있으므로 저위험군 중 실제 감염이 발생하지 않을 환자를 잘 파악하기 위한 특이도 역시 중요하다[32]. 따라서 본 연구에서는 민감도가 높은 도구를 선택하기보다는 감염 저위험군에서 발생할 수 있는 수술부위 감염도 같이 줄일 수 있는 특이도와 정확도가 높은 도구를 선정하기로 하였다. 그러므로 수술부위 감염 위험을 예측하기 위한 도구로 RAS for SISSI에 수술 시간 및 수술 방법이 포함된 도구를 최종 선택하였다.

따라서 임상에서 수술부위 감염 발생률을 줄이기 위한 효율적인 감염 감시 및 예방적 관리를 위해 RAS for SISSI에 수술 시간 및 수술 방법이 포함된 도구가 활용될 수 있기를 바란다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서 일반외과 환자 중 복부 수술을 한 환자를 대상으로 수술부위 감염 위험 예측요인을 확인한 결과, 수술부위 감염 위험에 영향을 미치는 요인으로는 수술 전 피검사 결과, 제모 시기, 예방적 항생제, 수술 창상 분류, 수술 소요 시간, 수술 방법, 수술 후 2일째 체온, 배액관 종류, 배액관 제거 시기, 봉합사의 종류였다. 또한 RAS for SISSI에 수술 소요 시간 및 수술 방법을 포함한 도구를 사용하였을 경우 수술부위 감염 고위험군은 감염 발생 위험도가 6.14배 높았으며, 도구의 민감도는 71.1%, 특이도 71.4%, 양성 예측도 12.3%, 음성 예측도 97.8%로서 도구의 정확도는 74.3%로 높게 확인되어 수술부위 감염 위험을 예측하기에 적합하고 타당한 도구인 것으로 평가되었다.

본 연구는 임상에서 수술부위 감염 위험 예측 도구를 이용하여 수술부위 감염 고위험군과 저위험군을 미리 확인할 수 있는 기초자료를 제공하며, 수술부위 감염 고위험군과 저위험군을 조기에 파악함으로써 효율적인 감염 감시 및 그에 맞는 예방적 관리를 할 수 있다는 점에서 의의가 크다. 또한 미리 선정된 고위험군에 대한 효과적인 감염 관리 및 감시체계를 구축할 수 있는 근거자료로 활용할 수 있기를 기대한다.

하지만 본 연구에서 수술 전 피검사 결과를 확인하는 항목은 백혈구, 혈색소, 혈청 알부민, 응고인자 등 총 4가지였으며, 이 4가지 항목 중 한 가지라도 비 정상인 경우 1점을 부여하여 점수화하였기 때문에 어떤 항목이 수술부위 감염 위험요인인지 결론 짓기 어려운 제한점이 있었기 때문에 이와 관련된 지속적인 추가연구를 제안한다. 또한 일개 종합병원의 일반외과 복부 수술환자를 대상으로 시행하였기 때문에 일반화하기에는 제한점이 있다. 그리고 수술부위 감염 여부는 직접 관찰을 통한 정확한 진단이 필요하지만 본 연구에서는 전자의무기록을 통한 후향적 조사연구로서 불완전한 의무기록 및 누락된 기록이 포함된 경우 연구 결과에 차이가 나

타날 수 있다. 따라서 다양한 수술 및 다기관을 대상으로 시행한 전향적 연구를 제언한다.

ORCID

Jung, Hyun Kyoung : <https://orcid.org/0000-0002-3459-9029>

Lee, Eun Nam : <https://orcid.org/0000-0002-9421-0118>

REFERENCES

1. Kassavin DS., Pascarella L, Goldfarb MA. Surgical site infections: incidence and trends at a community teaching hospital. *The American Journal of Surgery*. 2011;201:749-53. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2010.03.002>
2. Kim ES. The burden of healthcare associated infections among Korean hospitals. Policy research, Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). 2020. 2019-P2809-00
3. Lee KY, Coleman K, n Paech D, Norris S, Tan JT. The epidemiology and cost of surgical site infections in Korea: a systematic review. *Journal of the Korean Surgical Society*. 2011;81:295-307. <https://doi.org/10.4174/jkss.2011.81.5.295>
4. Health and Medical Policy Division. Comprehensive medical-related infection prevention and management measures ('18~'22) [Internet]. Disease Policy Division: Ministry of Health and Welfare; 2018 [cited 2022 May 16]. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&CONT_SEQ=345237
5. WHO. Global guidelines for the prevention of surgical site infection. Switzerland: WHO; 2018.
6. Cha KS, Cho OH, Yoo SY. Risk factors for surgical site infections in patients undergoing craniotomy. *Journal of Korean Academy Nursing*. 2010;40(2): 298-305 <https://doi.org/10.4040/jkan.2010.40.2.298>
7. Ahn YJ, Song KY. Factors related to surgical site infections in patients undergoing general surgery. *Journal of the Korean Academy of Fundamentals of Nursing*. 2005;12(1):113-20
8. Kim YH, Yom YH. Risk factors for surgical site infections according to electronic medical records data. *Journal of Korean Academy Fundamentals Nursing*. 2014;21(2):151-61. <http://dx.doi.org/10.7739/jkafn.2014.21.2.151>
9. Kim MS. Risk factors for surgical site infection after major oncological surgery for head and neck cancer [dissertation]. Seoul: Chung-Ang University; 2011. p. 45-6.
10. Lee SY, Kim SD, Lee JS, Lee KH. Risk factors for surgical site infection among patients in a general hospital. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control*. 2007;12(1):9-20.
11. Jeong YI, Mun SP, Jeong JH, Kim KC, Min YD, Kim SH, et al. The risk factors associated with surgical site infection after an abdominal operation. *Annals of Surgical Treatment and Research*. 2008; 75(3):177-83.
12. Lee JH, Han HS, Min SK, Lee HK, Lee JH, Kim YW, et al. Surveillance of surgical wound infections among patients from the department of surgery. *Annals of Surgical Treatment and Research*. 2004;66(2): 133-7.
13. Cheadle WG. Risk factors for surgical site infection. *Surgical Infections*. 2006;7(S1):S7-S11. <https://doi.org/10.1089/sur.2006.7.s1-7>
14. Florschutz AV, Fagan RP, Matar WY, Sawyer RG, Berrios-Torres SI. Surgical site infection risk factors and risk stratification. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2015;23(SI):S8-S11. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-14-00447>
15. Imai E, Ueda M, Kanao K, Kubota T, Hasegawa H, Omae K, et al. Surgical site infection risk factors identified by multivariate analysis for patient undergoing laparoscopic, open colon, and gastric surgery. *American Journal of Infection Control*. 2008;36(10): 727-31. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2007.12.011>
16. Abbasa M, Krakera MEA, Aghayev E, Astagneau P, Aupee M, Behnke M, et al. Impact of participation in a surgical site infection surveillance network: results from a large international cohort study. *Journal of Hospital Infection*. 2019;102:267-76. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2018.12.003>
17. Kim YK. Perspective of nationwide surveillance system for surgical site infections. *Korean Society for Healthcare-associated Infection Control and Prevention*. 2019;24:46-51. <https://doi.org/10.14192/kjicp.2019.24.2.46>
18. Choi HJ, Adiyani L, Sung J, Choi JY, Kim HB, Kim YK, et al. Five-year decreased incidence of surgical site infections following gastrectomy and prosthetic joint replacement surgery through active surveillance by the Korean Nosocomial Infection Surveillance System. *Journal of Hospital Infection*. 2016;93:339-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2015.12.021>
19. Anwar MM, Reizian AE, Kholy AME, Sayed IE,

- Hafez MK. An assessment scale for patients with postoperative superficial incisional surgical site infection: a cross-sectional study. *Indian Journal of Surgery*. 2018;80(3):259–68. <https://doi.org/10.1007/s12262-016-1566-y>
20. Walraven CV, Musselman R. The surgical site infection risk score (SSIRS): a model to predict the risk of surgical site infections. *PLoS ONE*. 2013;8(6):e67167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067167>
 21. Gervaz P, Bandiera-Clerc C, Buchs NC, Eisenring MC, Troillet N, Perneger T, et al. Scoring system to predict the risk of surgical-site infection after colorectal resection. *British Journal of Surgery*. 2012; 99:589–95. <https://doi.org/10.1002/bjs.8656>
 22. Sandy-Hodgetts K, Carville K, Santamaria N, Parsons R, Leslie GD. The perth surgical wound dehiscence risk assessment tool(PSWDRAT): development and prospective validation in the clinical setting. *Journal of wound care*. 2019;28(6):332–44. <https://doi.org/10.12968/jowc.2019.28.6.332>
 23. van Ramshort GH, Nieuwenhuizen J, Hop WCJ, Arends P, Boom J, Jeekel J et al. Abdominal wound dehiscence in adults: development and validation of risk model. *World of Journal Surgery*. 2010;34:20–7. <https://doi.org/10.1007/s00268-009-0277-y>
 24. Sandy-Hodgetts K, Carville K, Leslie GD. Surgical wound dehiscence: a conceptual framework for patient assessment. *Journal of wound care*. 2018;27(3):119–26. <https://doi.org/10.12968/jowc.2018.27.3.119>
 25. Kang HC, yeon KP, Han ST. A review on the use of effect size in nursing research. *Journal of Korean Academy Nursing*. 2015;45(5):641–9. <http://dx.doi.org/10.4040/jkan.2015.45.5.641>
 26. Centers for Disease Control and Prevention. Surgical site infection events(SSI) [Internet]. USA: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Healthcare Quality Promotion (DHQP); 2021 [cited 2022 May 16]. Available from: <https://www.cdc.gov/nhsn/faqs/faq-ssi.html#q3>
 27. Correia MITD, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clinical Nutrition*. 2003;22(3):235–9. [https://doi.org/10.1016/S0261-5614\(02\)00215-7](https://doi.org/10.1016/S0261-5614(02)00215-7)
 28. Briggs M. Principles of closed surgical wound care. *Journal of Wound Care*. 1997;6(6):288–92. <https://doi.org/10.12968/jowc.1997.6.6.288>
 29. Ryu MK, Seon JY, Yoo HR. A study on the improvement of surgical prophylactic antibiotic usage evaluation. Improvement measures. Wonju, Gangwon: Health Insurance Review and Assessment Service; 2018 November. Report No.: G000F8I-2018-103.
 30. Joo SY, Kim HS. Surgical intensive care unit patients' risk factors for postoperative pulmonary complications after abdominal surgery. *Journal of Korean Academical Fundam Nursing*. 2019;26(1):32–41. <https://doi.org/10.7739/jkafn.2019.26.1.32>
 31. Chung KY, Park YJ, Suh KS. Usefulness of early suture removal using adhesive skin tape in appendectomy. *Journal of The Korean Surgical Society*. 2001;60(2):200–3.
 32. Kim SS, Choi KS. Evaluating the predictive validity for the new pressure sores risk assessment scale. *Journal of Korean Academy Nursing*. 2004;16(2): 183–90.