



전자의무기록(EMR) 자료를 활용한 수술부위감염 관련요인*

김 영 희¹⁾ · 염 영 희²⁾

Risk Factors for Surgical Site Infections According to Electronic Medical Records Data*

Kim, Young Hee¹⁾ · Yom, Young-Hee²⁾

¹⁾ Assistant Professor, Kaya University

²⁾ Professor, Red Cross College of Nursing, Chung-Ang University

Purpose: The purpose of this study was to identify the risk factors that influence surgical site infections after surgery. **Methods:** This study was a retrospective research utilizing Electronic Medical Records. Data collection targeted 4,510 adult patients who had 8 different kinds of surgery (gastric surgery, colon surgery, laparoscopic cholecystectomy, hip & knee replacement, hysterectomy, cesarean section, cardiac surgery) in 4 medical care departments, at one general hospital between January 2006 and December 2011. Multivariate logistic regression analyses were used to identify the risk factors affecting surgical site infections after surgery. **Results:** Risk factors for increased surgical site infection following surgery were confirmed to be age (OR=1.59, $p<.001$), BMI (Body Mass Index)(OR=1.25, $p=.034$), year of operation (OR=2.45, $p<.001$), length of operation (OR=3.06, $p<.001$), ASA (American Society of Anesthesiology) score (OR=1.36, $p=.025$), classification of antibiotic used (OR=2.77, $p<.001$), duration of the prophylactic antibiotics use (OR=1.85, $p<.001$), and interaction between classification of antibiotic used and duration of the prophylactic antibiotics use (OR=1.90, $p=.016$). **Conclusions:** Results suggest that risk factors affecting surgical site infections should be monitored before surgery. The results of this study should contribute to establishing effective infection management measures and implementing surveillance systems for patients who have actual risk factors.

Key words : Surgical wound infection, Risk factors, Medical records systems, computerized

* This article is based on a part of the first author's doctoral dissertation thesis from Chung-Ang University.

주요어 : 수술부위감염, 위험요인, 전자의무기록

* 이 논문은 제1저자 김영희의 박사학위논문의 일부를 발췌한 것임.

1) 가야대학교 간호학과 조교수

2) 중앙대학교 적십자간호대학 교수(교신저자 E-mail: yhyom@cau.ac.kr)

접수일: 2014년 2월 16일 1차 수정일: 2014년 3월 31일 2차 수정일: 2014년 5월 2일 게재확정일: 2014년 5월 7일

• Address reprint requests to : Yom, Young-Hee

Red Cross College of Nursing, Chung-Ang University

221 Heukseok-dong, Dongjak-gu, Seoul, Korea, 156-756

Tel: 82-2-820-5700 Fax: 82-2-824-7961 E-mail: yhyom@cau.ac.kr

서 론

연구의 필요성

소득수준과 교육수준의 향상, 인구의 고령화 및 사회복지의 지향 등은 의료기관의 양적증가를 가져왔으며, 이러한 의료기관의 양적인 팽창은 의료서비스의 질적 수준에 대한 사회적 요구를 증가시켜, 결과적으로 의료기관은 의료서비스의 질적인 수준을 향상시키는 방안으로 병원감염예방에 관심을 두게 되었다(Health Insurance Review & Assessment Service, 2010).

병원감염은 입원 당시에는 없었으나 잠복하고 있지 않던 감염이 입원기간 중에 발생한 것으로 다양한 요인이 관련되어 있다(Korean Society for Nosocomial Infection Control, 2011). 특히 노령인구의 증가, 만성 퇴행성 질환의 증가, 항생제 내성균의 증가, 침습성 의료기술의 발전, 항암제나 면역억제제 등의 사용으로 병원감염에 취약한 대상자의 수가 늘어나면서 병원감염 관리의 필요성이 제기되었다(Cha, Cho, & Yoo, 2010).

병원감염 중 수술부위감염(surgical site infection)은 병원특성, 환자특성 등으로 인해 차이는 있으나 국내의 경우 수술 100건당 2.7건에서 15.2건까지 발생하는 것으로 보고 있다(Lee, Kim, Lee, & Lee, 2007; Park et al., 2005). 이러한 수술부위 감염은 전체 병원감염 중 2-3번째 빈도를 차지하는 중요한 감염으로, 병원감염의 약 20% 정도 발생률을 나타내고 있으며, 이중 5% 정도가 외과적인 시술 중에 발생한다(Ministry of Health & Welfare, 2005; National Institute for Health and Clinical Excellence, 2008).

미국 질병관리본부는 매년 미국에서 수술부위감염은 약 50만 건으로 입원수술환자의 2-5% 발생하고, 수술부위감염이 발생한 환자 중 약 60%가 중환자실에서 치료를 받으며, 감염이 발생하지 않은 환자와 비교하여 부작용으로 재입원할 위험이 5배 정도 높을 뿐만 아니라 사망 위험은 2배 이상 증가한다고 제시하였다(Anderson et al., 2007; Bratzler & Houck, 2005). 이렇게 높은 발생 빈도를 나타내기 때문에 수술부위감염으로 인한 경제적 손실도 막대하다. 미국 전체 Healthcare Cost and Utilization Project National Inpatient Sample (HCUP NIS)에서 수술부위감염환자는 입원기간 평균 9.7일 증가와 입원 당 비용 20,842달러 추가비용이 들었다고 발표하였다(Lietard, Thébaud, Besson, & Lejeune, 2008).

수술부위 감염은 법적, 사회적 문제뿐만 아니라 국소적인 감염에서부터 사망에 이르게 하는 전신적인 감염까지 일으킬 수 있어, 이환율과 사망률을 증가시키고, 입원기간의 연장과 치료비 증가 등으로 인해 가장 많은 경제적인 손실을 초래하게 된다(Ministry of Health & Welfare, 2005). 그러나 수술부

위감염은 다른 병원감염과 다르게 적극적인 감염관리활동을 통해 약 35%까지 감염을 감소할 수 있어, 명확한 위험요인을 파악한 후 감염관리활동을 시행하는 경우 좀 더 효과적인 병원감염 예방효과를 얻을 수 있다. 이러한 이유로 수술부위감염의 위험요인 분석 연구가 꾸준히 시행되고 있다(Cha et al., 2010).

국내에서는 일반외과 환자를 대상으로 수술부위감염 관련요인을 분석한 Ahn과 Sohng (2005)은 성별, 수술 창상의 종류, 수술소요시간, 수술 횟수, 응급수술 여부, 외상 여부, 배액관 삽입 및 배액관의 유형, 수술 전 입원기간, 수술 전 수술부위 외 감염 여부와 이전 수술경험 등을 수술부위감염 관련요인으로 분석하였다. 또한 Kim (2011)은 두경부암 환자의 수술부위 감염에 영향을 미치는 요인으로 성별, 수술소요시간, 기저질환 등을, Song (2009)은 흉추 및 요추 융합술 후 감염요인을 수술시간, 출혈량, 수술종류, 당뇨병 등을 수술부위 감염 위험인자로 분석하였다.

국외에서는 다양한 종류의 수술을 대상으로 수술부위감염 요인에 대한 연구가 활발하게 시행되고 있는데 Korinek 등 (2005)은 수술 시 진단명, 수술의사, 예방적 항생제 사용 여부 등을, Kourbeti, Jacobs, Koslow, Karabetsos와 Holzman (2007)은 뇌수술에서 수술방법, 수술위험지수, 두개내압 측정 일 수 등을 대상으로 각각의 수술별로 수술부위감염 관련요인을 분석하였다.

국·내외 선행연구를 종합하면, 연구대상이 일반외과수술, 제왕절개술, 인공관절수술, 개두술, 두경부암 환자 등 수술종류별로 분석한 연구들이 대부분이다. 따라서 이러한 단편적인 대상자를 종합하여 다양한 수술 후 수술부위 감염의 특성과 수술부위감염 위험요인을 분석하는 연구가 필요하다고 사료된다.

최근 건강보험심사평가원은 2007년부터 수술부위감염 예방활동 증진에 대한 관심을 높이고 의료기관의 질 개선에 대한 동기를 부여하고자 예방적 항생제 적정 사용 평가를 도입하였다. 예방적 항생제 적정성 평가는 병원의 진료비 청구 자료인 전자 의무기록을 이용하여 4개 진료과 즉, 일반외과, 정형외과, 산부인과, 흉부외과 그리고 8종류 수술인 위수술, 대장수술, 복강경하담낭수술, 고관절치환술, 슬관절치환술, 자궁적출술, 제왕절개술, 심장수술 등을 받은 환자를 대상으로 적용하였다. 그러나 예방적 항생제 적정성 평가 실시 이후 평가대상 수술에 대한 수술부위 감염의 특성과 수술부위감염 위험요인을 분석하는 연구가 거의 수행되지 않았다. 그러나 외국에서는 수술 전후의 예방적 항생제 투여는 병원감염의 발생을 낮춘다는 연구가 오래 전부터 발표되었다(Chang et al., 2005; Polk & Lopez-Mayor, 1969). 따라서 수술부위감염 관련 요인과 예방적 항생제 관련요인을 포함하는 연구가 필요하다고 사료된다.

이에 본 연구는 수술부위감염 관련요인과 예방적 항생제 관련요인을 포함한 수술부위 감염발생의 특성을 파악하고 이로 인해 발생한 요인들을 종합적으로 분석함으로써 수술부위 감염 발생 예측 및 위험인자를 가진 대상자를 위한 효과적인 감염관리 전략 개발 및 병원의 비용절감과 의료의 질 향상을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

연구 목적

본 연구의 목적은 수술 후 수술부위 감염발생의 특성 및 감염 요인을 분석하고 감염 발생의 예측을 통하여 효과적인 감염관리 체계 구축을 위한 근거자료를 제공하는 것이다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 대상자의 일반적 특성, 수술관련 특성, 항생제관련 특성에 따른 수술부위 감염률의 차이를 확인한다.
- 대상자의 수술부위 감염에 영향을 미치는 관련요인을 확인한다.

연구의 틀

수술 후 수술부위감염 발생 특성 및 위험요인을 규명하기 위해서 선행연구와 문헌고찰을 토대로 3가지 측면인 일반적 특성, 수술관련 특성 및 항생제관련 특성으로 분류하였다. 일반적 특성으로는 연령, 성별, 음주유무, 흡연유무, 체질량지수, 수술 전 혈청알부민농도, 환자의 보험유형, 기저질환, 입원기간을 변수로 하였고, 수술관련 특성으로는 수술시간, 수술의 종류, 수혈량, 출혈량, 수술위험지수(American Society Anesthesiology Score, [ASA]), 수술 시행한 년도, 수술력(과거의 수술경험)을 변수로 하였으며, 항생제관련 특성으로는 항생제의 종류, 수술 시작 전 항생제 투여시간, 항생제 투여기간을 변수로 조사하였다<Figure 1>. 선행연구에서 수술부위감염의 위험요인으로 연령, 성별, 음주, 흡연, 체질량지수, 혈청알부민, 기저질환, 입원기간이 확인되었으며(Kim et al., 2010; Lee et al., 2007; Sakong et al., 2009; Van Kasteren et al., 2007), 수술관련 특성은 Kim 등(2010), Jeong 등(2008)의 연구에서 확인되었다. 항생제 관련 특성인 항생제의 종류, 수술 전 투여시간, 항생제 투여기간은 선행연구(Idali et al., 2004; Kim et al., 2010; Song, Yoon, Park, Park, & Jung, 2009)에서 수술부위감염의 요인으로 확인되었기에 본 연구의 틀로 구성하였다.

연구 방법

연구 설계

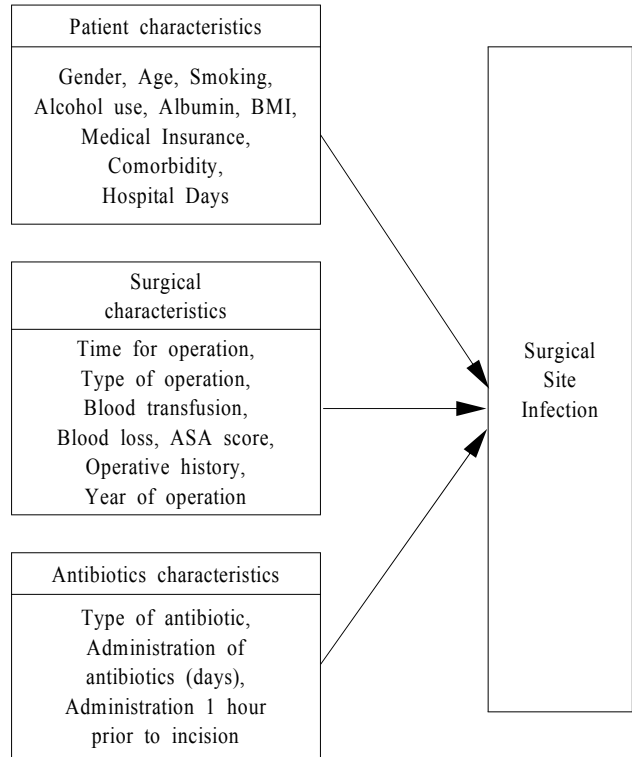


Figure 1. Conceptual framework.

본 연구는 일개 병원에 입원하여 4개 진료과 8종류 수술을 받은 성인 환자의 전자의무기록(Electronic Medical Record)을 통해 환자의 일반적 특성, 수술관련 특성, 항생제관련 특성에 따른 수술부위 감염률의 차이 및 수술부위 감염발생 위험요인을 파악하고 위험요인들 간의 상호관련성을 예측하는 후향적 조사연구이다.

연구 대상

본 연구는 2006년 1월부터 2011년 12월 까지 800명상 규모의 종합병원에 입원하여 4개 진료과, 8종류 수술 즉 위수술, 대장수술, 복강경하담낭수술, 고관절치환술, 슬관절치환술, 자궁적출술, 제왕절개술, 심장수술을 받은 18세 이상의 성인환자를 선정하여, 의료윤리위원회의 승인과 의무기록팀의 동의를 받고 이 중 전자의무기록(EMR) 열람이 가능한 환자 4,510명을 대상으로 하였다. 본 연구의 대상자는 수술시작 전 항생제를 투여한 환자는 제외하였다. 참고로 예방적 항생제를 투여한 환자는 연구 대상이며, 다른 치료의 목적으로 수술 전 항생제를 투여한 환자는 제외하였다.

● 수술부위 감염

본 연구에서는 건강보험심사평가원과 질병관리본부가 개발

한 수술부위 감염 발생 정의로 하였으며, 전자의무기록에서 확인한 것으로 수술 후 30일 이내에 발생한 감염으로 다음 중 하나에 해당하는 경우이다.

- 절개부위 또는 심부에 위치한 드레인에서 농성배액이 있는 경우
- 절개부위, 심부 또는 기관에서 무균적으로 채취한 검체배양에서 균이 분리된 경우
- 38°C 이상의 발열이나 국소동통, 압통 발적 등 감염증상 중 하나 이상의 증상이 있고, 수술창상 심부가 저절로 파열되거나 외과의사가 개방한 경우
- 조직병리검사 혹은 방사선검사 등에서 심부절개부위 또는 기관이나 강의 농양이나 감염증거가 관찰된 경우
- 수술의, 주치의 또는 감염내과 전문의에 의한 수술부위 감염이 진단된 경우

연구 도구

본 연구에서 사용된 도구는 문헌고찰과 선행연구 결과에서 밝혀진 유의한 변수들을 선택하여 연구자가 개발한 조사 기록지를 사용하였다. 개발된 조사 기록지는 감염내과의사, 감염관리실 간호사 및 수술실 간호사의 1차 검토와 간호대학교수의 최종 검토를 거친 후 사용하였다. 조사기록지는 인적사항 및 각종 관련요인을 포함하여 총 20문항으로 구성되었다.

조사기록지는 구체적으로 1)성별 2)나이 3)입원일자과 보험유형 4)퇴원일자 5)수술일자과 수술명 6)입원기간 7)체질량지수 8)금연유무 9)음주유무 10)기저질환 11)수술 전 항생제 투여 시간과 항생제 12)항생제 투여일수 13)수술 중 출혈량 14)수술 중 수혈량 15)수술위험지수 16)수술시간 17)수술 후 감염여부 18)감염발생일자 19)감염기준(5가지) 20)감염균주로 구성하였다.

자료 수집

본 연구는 자료수집 장소인 C병원 의무기록팀의 동의와 의료윤리위원회의 승인(No. C201119, 643)을 받은 후 시행하였다. 참고로 본 연구는 대상자의 동의를 실시할 수 없는 전자의무기록이므로 C병원의 의료윤리 위원회의 서류양식에 피험자 동의서 면제 사유서로 승인을 받았다. 자료 수집은 2006년 1월부터 2011년 12월까지 수술을 받은 환자를 대상으로 하였으며, 조사 자료는 전자의무기록인 의사진료기록, 협진기록, 마취기록, 수술기록, 간호기록, 간호정보사지, 투약기록 및 검사결과지를 통해 조사하였다.

구체적으로 의사진료기록에서는 항생제 종류와 처방사유, 협진기록지에서는 수술력과 기저질환, 마취기록지와 수술기록

지에서는 수술시간, 수술실에서 실시한 내용, 수혈량, ASA점수 등, 간호기록지에서는 환자의 일반적 특성, 투약기록지에서는 항생제 투여 등, 검사결과지에서는 수술부위의 감염균주, 각종검사결과 등을 2012년 1월 한 달 동안 조사하였다.

자료 분석 방법

수집된 자료는 SPSS 18.0 통계프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 대상자의 일반적 특성, 수술관련 특성 및 항생제관련 특성과 요인변수에 관한 서술적 통계는 빈도와 백분율, 각 변수의 평균과 표준편차로 분석하였다.
- 대상자의 일반적 특성, 수술관련 특성 및 항생제관련 특성에 따른 수술부위 감염률의 차이는 χ^2 -test와 t-test를 시행하였다.
- 대상자의 수술부위 감염에 영향을 미치는 요인은 단변량 분석(univariate analysis)에서 수술부위 감염 발생에 차이를 보인 변수만을 포함시켜 단계별 다중 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression)으로 분석하였으며, odds ratio와 95% 신뢰구간으로 표시하였다.

연구 결과

대상자의 일반적, 수술관련 및 항생제관련 특성에 따른 수술부위 감염률의 차이

● 대상자의 일반적 특성에 따른 차이

수술 대상자 4,510명 중 534명에서 수술부위감염이 발생하여 11.8%의 감염률을 보였다. 대상자의 일반적 특성 중 성별은 여자가 남자에 비해 감염률이 높은 것으로 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=12.36, p<.001$). 연령에 따른 감염률은 60세 미만이 35.6%, 60세 이상 이상 64.4%로 60세 이상에서 감염률이 더 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=118.28, p<.001$). 수술 전 혈청알부민은 감염군의 평균 3.49 ± 0.61 , 비감염군은 3.58 ± 0.56 으로 비감염군이 평균값이 높았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였고($t=15.58, p=.001$), 체질량지수(BMI)는 감염군의 평균은 23.69 ± 3.58 , 비감염군의 평균은 24.55 ± 3.75 으로 비감염군이 약간 높은 것으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t=24.77, p<.001$). 대상자의 기저질환이 있는 경우 감염군은 68.0%, 비감염군은 57.5%로, 감염군에서 기저질환이 높았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=35.99, p<.001$). 환자의 보험유형은 건강보험이 감염군은 92.2%, 비감염군은 95.5%로 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=7.95, p=.047$). 입원기간에서 감염군의 평균은

29.20±26.38일, 비감염군의 평균일수는 16.86±14.63일로 감염군의 입원기간이 높으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였고 ($t=324.48, p<.001$), 흡연과 음주는 통계적으로 유의하지 않았다 <Table 1>.

● 대상자의 수술관련 특성에 따른 차이

수술소요시간은 감염군 평균 2.62±1.96시간, 비감염군 평균 2.02±1.69시간으로, 감염군의 수술소요시간이 더 소요되는 것으로 보였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t=55.10, p<.001$). 대상자의 수술종류에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였고($\chi^2=107.46, p<.001$), 수술 중 수혈량은 감염군의

평균이 500.15±392.91, 비감염군이 538.07±428.93으로($t=46.65, p<.001$), 출혈량은 감염군의 평균이 479.09±417.10, 비감염군이 평균 424.19±410.56 ($t=14.90, p=.005$)이었으며, 수혈량과 출혈량이 많을수록 감염률이 높이 나타나며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 수술위험지수가 2점과 3점에서 감염발생 정도가 높았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=28.14, p<.001$). 수술을 시행한 년도는 2006년에는 감염군이 21.5%, 비감염군이 5.4%, 2007년은 감염군이 15.7%, 비감염군이 11.5%, 2008년은 감염군이 17.2%, 비감염군이 17.4%, 2009년은 감염군이 14.8%, 비감염군이 20.7%, 2010년은 감염군이 15.7%, 비감염군이 22.8%, 2011년에는 감염군이 15.0%, 비감염군 22.2%

Table 1. Univariate Analysis of Patient Characteristic-related Risk Factors Associated with Surgical Site Infection (N=4,510)

Variable	n (%)	Infection (n = 534)		No Infection (n = 3,976)		χ^2 or t	p
		n (%)	or	M ± SD			
Gender							
Male	1,698 (37.6)	238 (44.6)		1,460 (36.7)		12.36	<.001
Female	2,812 (62.4)	296 (55.4)		2,415 (63.3)			
Age (years)						118.28	<.001
>60	2,389 (52.9)	190 (35.6)		2,199 (55.3)			
≤60	2,121 (47.1)	444 (64.4)		1,777 (44.8)			
Smoking						.17	.371
Yes	634 (14.1)	72 (13.5)		562 (14.1)			
No	3,76 (85.9)	462 (86.5)		3,414 (85.9)			
Alcohol consumption						.20	.347
Yes	980 (21.7)	120 (22.5)		860 (21.6)			
No	3,530 (78.3)	414 (77.5)		3,116 (78.4)			
Albumin (g/dl)	3.57±0.57	3.49±0.61		3.58±0.56		15.58	.001
BMI	24.44±0.98	23.69±3.58		24.55±3.75		24.77	<.001
Medical Insurance						7.95	.047
Health Insurance	4,295 (95.2)	496 (92.9)		3,797 (95.5)			
Others*	217 (4.8)	36 (7.1)		179 (4.5)			
Comorbidity						35.99	<.001
Cardiovascular disease	1,121 (24.9)	173 (32.4)		948 (23.8)			
Respiratory disease	192 (4.3)	3 (0.6)		26 (0.7)			
Diabetes	91 (2.0)	30 (5.6)		162 (4.1)			
Liver disease	89 (2.0)	8 (1.5)		83 (2.1)			
Brain disease	36 (0.8)	4 (0.7)		32 (0.8)			
Kidney disease	29 (0.6)	1 (0.2)		28 (0.7)			
>2 †	29 (0.6)	50 (9.4)		278 (7.0)			
Others ‡	736 (16.3)	82 (15.4)		654 (16.4)			
Cancer §	736 (16.3)	12 (2.2)		77 (1.9)			
None	1,859 (41.2)	171 (32.0)		1,688 (42.5)			
Hospital Day (days)		29.20±26.38		16.86±14.63		324.48	<.001
7	531 (11.8)	6 (1.1)		525 (13.2)			
8~14	1,762 (39.1)	92 (17.2)		1,670 (42.0)			
15~21	1,022 (22.7)	142 (26.6)		880 (22.1)			
22~28	521 (11.5)	121 (22.7)		400 (10.1)			
29	674 (15.0)	173 (32.4)		501 (12.6)			

* Medical aid benefits, the next higher level, car insurance, industrial disease insurance;

† Two or more diseases among cardiovascular, respiratory, diabetes, liver, and kidney diseases;

‡ Connective tissue disease, ulcer, tuberculosis; § Diagnosis of cancer before surgery.

이었으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=203.79, p<.001$). 그러나 대상자의 과거의 수술경험은 통계적으로는 유의하지 않았다($\chi^2=0.21, p=.343$)<Table 2>.

● 대상자의 항생제 관련 특성에 따른 차이

본 연구에서 항생제 관련요인으로 항생제의 종류, 항생제 투여일수, 항생제 투여시간을 변수로 감염률 정도를 확인하기 위해 교차분석을 하였다.

항생제 종류를 살펴보면, 1세대 Cephalosporin 항생제 투여 시 감염군 14.8%, 비감염군 45.2%, 2세대 Cephalosporin 항생제 투여 시 감염군 25.1%, 비감염군 25.2%, 3세대 Cephalosporin 항생제 투여 시 감염군 28.5%, 비감염군 18.4%, 항생제 병용 투여 시 감염군 21.2%, 비감염군 1.1%으로 3세대 Cephalosporin 항생제와 항생제 병용투여 한 경우가 감염률이 높으며, 통계

적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=683.15, p<.001$). 항생제 투여일수는 감염군의 평균 13.16±4.35일, 비감염군 6.00±2.99일로 항생제 투여일수가 길수록 감염률이 높았으며, 체계적으로 유의한 차이를 보였다($t=1,850.98, p<.001$). 수술시작 1시간 이내에 수술 예방적 항생제가 투여된 경우는 감염군이 72.7%, 비감염군이 77.7%이며, 수술시작 1시간이내에 수술 예방적 항생제를 투여하지 못한 경우는 감염군이 27.3%, 비감염군이 22.3%로, 수술시작 1시간이내에 수술 예방적 항생제를 투여한 경우가 감염률이 낮았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($\chi^2=66.79, p=.006$)<Table 3>. 표로 제시되지는 않았지만 배양 검사 결과 분리된 감염주는 수술부위감염이 발생한 534명에서 252건으로 균주가 분리되었으며, 그람 양성균이 47.1%, 그람 음성균이 38.4%, 진균류가 4.3%, 기타 7.9%로 그람 양성균 감염이 높았다. 그람 양성균 중 Staphylococcus aureus가

Table 2. Univariate Analysis of Surgical Characteristic-related Risk Factors Associated with Surgical Site Infections (N=4,510)

Variable	n (%)	Infection (n = 534)		Non-Infection (n = 3,976)		χ^2 or t	p
		n (%)	or	M ± SD			
Length of operation (hr)		2.62±1.96		2.02±1.69			
<2	2,772 (61.4)	264 (49.4)		2,508 (63.1)			
2~3	535 (11.9)	84 (15.7)		451 (11.3)			
3~4	488 (10.8)	63 (11.8)		425 (10.7)	55.10		<.001
4~5	352 (7.8)	45 (8.4)		307 (7.7)			
5~6	208 (4.6)	45 (8.4)		163 (4.1)			
>6	155 (3.4)	33 (6.2)		122 (3.1)			
Operative type							
Hip replacement	401 (8.9)	72 (13.5)		329 (8.3)			
Knee replacement	485 (10.8)	67 (12.5)		418 (10.5)			
Hysterectomy	130 (2.9)	4 (0.7)		126 (3.2)			
Cesarean section	630 (14.0)	10 (1.9)		620 (15.6)	107.46		<.001
Cardiac surgery	121 (2.7)	14 (11.6)		107 (2.7)			
Gastric surgery	444 (9.8)	57 (10.7)		387 (9.7)			
Colon surgery	584 (12.9)	102 (19.1)		482 (12.1)			
Cholecystectomy	1,715 (38.0)	208 (30.0)		1507 (37.9)			
Blood transfusion (mL)	530.70±422.17	500.15±392.91		538.07±428.93	46.65		<.001
Blood loss (mL)	430.69±411.63	479.09±417.10		424.19±410.56	14.90		.005
ASA score							
Class1	1,035 (22.9)	104 (19.5)		931 (23.4)			
Class2	2,756 (61.0)	303 (56.7)		2,450 (61.6)	28.14		<.001
Class3	698 (15.5)	122 (22.8)		576 (14.5)			
Class4	24 (0.5)	5 (0.9)		19 (0.5)			
Operative history							
Yes	1,322 (29.3)	152 (28.5)		1,170 (29.4)	0.21		.343
NO	3,188 (70.7)	382 (71.5)		2,806 (70.6)			
Year of operation							
2006	331 (7.3)	115 (21.5)		216 (5.4)			
2007	541 (12.0)	84 (15.7)		457 (11.5)			
2008	783 (17.4)	92 (17.2)		691 (17.4)	203.79		<.001
2009	901 (20.0)	79 (14.8)		822 (20.7)			
2010	990 (21.9)	84 (15.7)		906 (22.8)			
2011	964 (21.4)	80 (15.0)		884 (22.2)			

30.9%로 가장 많이 분리되었다.

대상자의 수술부위 감염에 영향을 미치는 관련요인

단변량 분석결과 수술부위 감염발생에 유의함 차이를 보인 변수를 단계별 다중 로지스틱 회귀분석 하였다<Table 4 참조>. 본 연구 결과의 -2 Log Likelihood는 2808.01이었으며, 모델 χ^2 은 30.30 (자유도=8, $p<.001$)으로 최종 로지스틱 회귀 모형이 적합하였다. 본 연구의 설명력은 Nagelkerke $R^2=.19$ 이었으며 모형의 분류 정확도는 88.2%로 적합하였다.

로지스틱 회귀분석 과정은 첫 단계에서 일반적 특성인 성별, 연령, 수술 전 혈청알부민, 체질량지수, 기저질환, 수술 시행한 년도 및 환자보험유형을 수술부위 감염에 회귀시켰으며 (Model 1), 두 번째 단계에서 수술관련 특성인 수술의 종류, 수술시간, 수술 중 출혈량, 수술 중 수혈량 및 수술위험지수를 수술부위 감염에 회귀시켰으며(Model 2), 세 번째 단계에서 수술 예방적 항생제 관련 특성인 항생제 종류와 항생제 투여시간을 수술부위 감염에 회귀시켰으며(Model 3), 마지막으로 네 번째 단계에서 수술시간과 나이, 수술시간과 수술위험지수 및 예방적 항생제 투여시간과 항생제 종류 각각의 변수간의 곱으로 만들어진 3개의 상호 작용항을 수술부위 감염에 회귀시켰다(Model 4).

본 연구결과를 종합하면 연령에서 60세 이상이 60세미만보

다 1.59배 정도 수술부위 감염률이 높았다($OR=1.59, p<.001$). 체질량지수 25.0미만이 체질량지수 25.0이상보다 1.25배 수술부위 감염률이 높았다($OR=1.25, p=.034$). 2006~2008년에 수술을 시행한 경우가 2009~2011년에 수술을 시행한 경우 보다 2.45배 수술부위 감염률이 높았으며($OR=2.45, p<.001$), 수술소요시간이 5시간 이상일 경우가 수술소요시간이 5시간 미만일 경우보다 3.06배 정도 수술부위 감염률이 높은 것으로 나타났다($OR=3.06, p<.001$), 수술위험지수 3, 4인 경우가 수술위험지수 1, 2인 경우 보다 1.36배 정도 수술부위 감염률이 높았다 ($OR=1.36, p=.025$). 항생제 종류의 승산비를 보면 3세대 Cephalosporin 항생제나 항생제 병용투여가 1차, 2차 항생제 투여한 경우보다 2.77배 정도 수술부위 감염률이 높았으며 ($OR=2.77, p<.001$), 수술 예방적 항생제 투여가 수술시작 1시간 이내 투여하지 못한 경우가 수술시작 1시간 이내 투여한 경우보다 1.85배 정도 수술부위 감염률이 높았다($OR=1.85, p<.001$). 3세대 Cephalosporin 항생제나 항생제 병용투여하고 수술 예방적 항생제 투여시간이 수술시작 1시간 이내 투여하지 못한 경우가 적절한 항생제 투여와 수술 예방적 항생제 투여시간이 수술시작 1시간 이내 투여한 경우보다 1.90배 정도가 수술 부위감염률이 높았으며, 상호작용은 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($OR=1.90, p=.016$).

Table 3. Univariate Analysis of Antibiotics Characteristic-related Risk Factors Associated with Surgical Site Infections (N=4,510)

Variable	n (%)	Infection	No Infection	χ^2 or t	p
		(n = 534)	(n = 3,976)		
		n (%)	n (%)		
Antibiotics type					
1th Cephalosporin	1,878 (41.7)	79 (14.8)	1,799 (45.2)	683.15	<.001
2nd Cephalosporin	1,136 (25.5)	134 (25.1)	1,002 (25.2)		
3rd Cephalosporin	885 (25.2)	152 (28.5)	733 (18.4)		
Ampicillin	109 (2.4)	5 (0.9)	104 (2.6)		
Glycopeptide	17 (0.4)	4 (0.7)	13 (0.3)		
Fluoroquinolone	192 (4.3)	33 (6.2)	159 (4.0)		
Aminoglycoside	14 (0.3)	3 (0.6)	11 (0.3)		
Metronidazole	121 (2.7)	11 (2.1)	110 (2.8)		
Combination*	158 (3.5)	113 (21.2)	45 (1.1)		
Antibiotic administration (days)					
1~3	1,024 (22.7)	13.16±4.35	6.00±2.99	1,850.98	<.001
4~8	2,315 (51.3)	1 (0.2)	1,023 (25.7)		
9~12	762 (16.9)	64 (12.0)	2,251 (56.6)		
13~17	335 (7.4)	175 (32.8)	587 (14.8)		
≥18	74 (1.6)	227 (42.5)	108 (2.7)		
Administration within 1 hour prior to incision					
Yes	3,501 (77.6)	388 (72.7)	3,088 (77.7)	66.79	.006
No	1,009 (22.4)	146 (27.3)	888 (22.3)		

* 3rd Cephalosporin, combination.

Table 4. Predictors of Surgical Site Infections using Stepwise Logistic Regression (N=4,510)

Variable	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	β (p)	OR	β (p)	OR	β (p)	OR	β (p)	OR
Constant	-3.43 (<.001)	.03	-3.24 (<.001)	.04	-3.65 (<.001)	.03	-5.21 (<.001)	.01
Female	.31 (.001)	1.36	.09 (.413)	1.09	.06 (.550)	1.07	.05 (.626)	1.05
Age (> 60 years)	.75 (<.001)	2.11	.41 (<.001)	1.50	.38 (.001)	1.46	.46 (<.001)	1.59
Albumin (g/dl) (<3.2)	.33 (.003)	1.38	.30 (.009)	1.35	.19 (.105)	1.21	.19 (.116)	1.21
BMI (<25.0)	.35 (.001)	1.42	.26 (.014)	1.29	.22 (.038)	1.25	.23 (.034)	1.25
Comorbidity (Yes)	.15 (.161)	1.16	.00 (.979)	1.00	-.05 (.690)	.96	-.05 (.655)	.95
Year of Operation (2006-2008)	.97 (<.001)	2.64	1.01 (<.001)	2.75	.88 (<.001)	2.42	.88 (<.001)	2.45
Hip · Knee replacement			.07 (.632)	1.07	.09 (.544)	1.09	.06 (.683)	1.06
Obstetrics operation			-1.98 (<.001)	.14	-2.07 (<.001)	.13	-1.99 (<.001)	.14
Cardiac surgery			-1.06 (.003)	.35	-.46 (.195)	.63	-.36 (.342)	.70
Gastric · colon surgery			-.23 (.101)	.10	-.06 (.662)	.94	-.09 (.510)	.91
Time for operation (hrs) (> 5 hrs)			.58 (.001)	1.79	.70 (<.001)	2.01	1.12 (<.001)	3.06
Blood loss (\geq 501 cc)			.23 (.092)	1.26	.15 (.283)	1.16	.15 (.277)	1.17
Blood transfusion (cc) (yes)			.20 (.168)	1.23	.18 (.240)	1.19	.17 (.275)	1.18
ASA score (3,4)			.39 (.002)	1.48	.27 (.041)	1.30	.31 (.025)	1.36
Combination*								
Administration antibiotics (hours)†					1.20 (<.001)	3.12	1.02 (<.001)	2.77
Time for operation (hrs) x Age					.38 (.003)	1.47	.61 (<.001)	1.85
Time for operation (hrs) x ASA score							.53 (.078)	1.71
Antibiotics type x hours†							.38 (.293)	1.47
-2 Log Likelihood	3074.57		2963.31		2818.81		2808.01	
Chi-Square (a) R ²	20.87		29.11		27.36		30.30	
Nagelkerke R ²	.09		.13		.19		.19	

OR = odds ratio; *3rd Cephalosporin, combination; † Administration with 1 hour prior to incision.

논 의

본 연구는 수술부위감염에 영향을 미치는 관련요인을 확인하여 수술부위 감염 특성, 수술부위감염 위험요인에 따른 수술부위 감염 위험요인을 구체적으로 논의하고자 한다.

단변량 분석에서 나타난 수술부위 감염발생에 차이를 보이는 변수를 단계별 다중 로지스틱 회귀분석을 한 결과, 수술부위 감염 위험요인은 연령, 체질량지수, 수술시행 년도, 수술종류, 수술소요시간, 수술위험지수, 항생제 종류, 항생제 투여시간, 항생제종류와 항생제 투여시간의 상호작용이 감염발생을 높이는 위험요인이었다. 구체적으로 연령은 60세 이상이 60세미만보다 감염률이 높았다. Lee 등(2007), Sakong 등(2009), Van Kasteren 등(2007)의 연구에서는 연령이 증가 할수록 감염률이 유의하게 증가하여 본 연구와 유사한 결과를 제시하였다. 반면 Ahn과 Sohng (2005), Jeong 등(2008), Kim 등(2010)의 연구에서는 수술 후 연령은 수술부위 감염위험요인으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 본 연구와 차이를 보였다. 이는 Ahn과 Sohng (2005), Jeong 등(2008)의 연구대상자는 일반외과 복부수술 환자였고, Kim (2011)의 연구대상자는 두경부암 환자로 한정되었으나, Lee 등(2007)의 연구대상자는 일개 종합병원에서 일정기간에 수술 받은 전체 환자, Sakong 등(2009)의 연구대상자는 57개 병원에서 수술 받은 환자를 60건 무작위 추출한 대상으로 기인한 것으로 생각된다. 이러한 연구결과 연령이 증가 할수록 면역력감소와 피부 재생능력의 감소로 인해 수술부위 감염발생이 높아진다고 생각된다. 생리적 노화 현상은 피부가 메마르게 되고 혈색이 사라지면서 탄력성이 감소되고 창백하게 된다. 또한 생리적 기능의 감소는 신체적 질병 가능성 증가, 세포 내 수분량 감소, 폐활량 감소, 신경전도 속도 떨어짐, 동맥의 탄력성 감퇴 등의 요인으로 나타나므로(Jo, Park, & Kim, 2001), 연령이 증가 할수록 수술 후 감염발생에 대한 세심한 관리가 필요함을 알 수 있다. 특히, 감염에 취약한 노인층이 수술 대상인 경우에는 수술 후 감염 관리에 있어 피부재생을 위한 고단백질 식단, 대상자의 교육 등의 간호사의 구체적인 간호중재와 돌봄이 필요하겠다.

본 연구의 로지스틱 회귀분석 결과, 대상자의 체질량지수가 25.0kg/m²미만인 경우가 체질량지수 25.0kg/m²이상인 대상자의 비해 수술부위 감염발생이 1.25배정도 높은 것으로 나타나 체질량지수는 수술부위 감염발생의 위험요인으로 확인되었다. Mortazavi, Schwartzberger, Austin, Purtil, & Parvizi (2010)의 연구에서는 슬관절치환술 후 체질량지수가 수술부위 감염발생의 유의한 차이를 보여 본 연구와 유사하지만, Kim (2011)연구에서는 두경부 환자의 수술 후 감염위험요인 분석에서는 수술 전 혈청 알부민과 체질량지수가 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않은 변수로 나타나 본 연구결과와 차이

가 있었다. 수술환자는 입원이 결정되는 시점 또는 입원 즉시 영양 상태를 평가하여 그 결과를 의료진과 영양 팀, 약제팀 등 다 학제 간 정보 공유를 통해 환자의 상태가 고려된 체계적인 영양지원 계획을 수립해야 할 것이다.

본 연구에서는 수술 시행 년도를 단계별 로지스틱 회귀분석한 결과, 수술을 2006~2008년 시행한 경우가 2009~2011년에 시행한 경우보다 수술부위감염률이 높은 것으로 나타났다(OR=2.45). 이와 관련된 여러 가지 해석이 가능하겠지만, 건강보험심사평가원의 수술 예방적 항생제 적정성평가가 2006년의 시범사업을 시작으로 2007년부터 본격적으로 실시되면서 수술부위 감염에 대한 인식의 변화와 함께 수술부위감염이 적극적으로 관리 되었다. 즉, 적절한 항생제 사용, 예방적 항생제 투여 시간, 환자관리 등을 실시하여 수술부위 감염률이 낮아진 것으로 생각된다. 마지막으로 계속적 연구를 시행하여 년도 별로 감염률을 비교 분석하여 병원감염관리정책과 감염관리 감시체계를 구축하였다고 사료된다.

본 연구에서 수술소요시간은 5시간 이상일 경우가 5시간미만 보다 3배 정도 감염률이 높은 것으로 나타나 수술부위 감염 위험요인으로 확인되었다. Lee 등(2007)의 연구에서 수술소요시간 2시간을 기준으로 2시간 초과인 경우에서 높은 감염률을 보였고, 통계적으로 유의한 결과를 보였다. Idali 등(2004)의 연구에서도 수술시간이 200분 이상일 때 감염의 위험이 유의하였으며, Sakong 등(2009)의 연구결과는 수술소요시간에 따른 수술부위감염률은 2시간 이내 1.1%에서 4시간 초과 5.0%로 소요시간이 증가할수록 감염률이 높게 나타났다. 선행 연구결과가 수술소요시간이 증가할수록 감염률이 증가하는 것은 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 수술시간이 길어질수록 개방되어진 수술부위의 건조와 손상이 진행되고 병원균으로 인한 오염의 기회가 증가되기에 수술부위 감염률이 높아진다(Lee et al., 2007). 수술소요시간은 수술의 종류에 따라 다르지만, 수술소요시간을 단축하기 위해 수술실 간호사는 각 수술별로 수술준비물품과 수술절차에 대한 지침을 만들고 숙지하는 간호활동과 외과의 다각적인 수술방법 모색을 위한 좀 더 많은 연구와 노력을 기울여야 할 것이다.

수술부위 감염률이 조사방법, 표본크기, 병원이나 환자의 특성 등에 따라 차이가 나타나므로 수술종류에 따라 감염률을 단순히 비교하지 않고, 복강경하담낭절제술을 기준으로 비교하고자 한다. 본 연구 결과 복강경하담낭절제술이 산부인과 수술로 제왕절개술, 자궁적출술 보다 1.13배 감염발생이 높게 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 그리고 복강경하담낭절제술과 비교하여 위장수술, 심장수술은 감염발생이 낮았으며, 정형외과 수술인 고관절치환술, 슬관절치환술은 감염발생이 높은 것으로 보였지만, 통계적으로는 유의하지 않았다. 이는 수술종류에 따라 감염발생이 차이가 있는 것으로 나타

나, 수술종류별 수술부위 감염발생 위험요인을 따로 분석하였다.

수술위험지수는 질환의 중증도에 따라 수술 전 신체 상태를 분류한 것으로 본 연구 결과 감염군과 비감염군 간 유의한 차이를 보였다. 단계별 회귀분석 결과에서 수술위험지수가 1, 2보다 3, 4일 때 감염률이 1.36배가 증가되었다. Jeong 등(2008)의 연구에서는 복부수술환자의 수술위험지수는 추세분석결과 수술위험지수가 증가할수록 감염률이 증가하는 경향을 보였으며, Van Kasteren 등(2007)의 연구에서 수술위험지수의 점수가 높을수록 감염발생의 유의한 차이를 보였다. Mortazavi 등(2010)의 연구에서는 슬관절치환술 후 수술위험지수가 수술부위 감염발생의 유의한 차이를 나타나 본 연구와 같은 맥락을 보였다. 수술위험지수는 환자의 질병이나 숙주의 면역체계 등 다양한 요인에 의한 종합적인 결과라고 할 수 있으며, 점수가 높은 환자에 대해서는 고위험환자로 분류하여 철저한 감염관리를 통하여 수술부위감염 예방에 노력을 기울여야 할 것이다. 그리고 수술위험지수를 감염의 예측요인으로 활용하여 수술위험지수가 높으면 수술부위 감염발생의 높을 가능성이 있기 때문에 수술 후 감염예방 간호중재를 실시하여야 한다고 생각된다.

본 연구결과 항생제 관련요인인 항생제의 종류, 항생제의 투여시간, 항생제 종류와 투여시간의 상호작용의 경우가 수술부위감염 위험요인이었다. 즉, 3세대 Cephalosporin계 항생제와 항생제를 병용 투여한 경우, 예방적 항생제를 수술시작 1시간 이전 투여한 경우, 상호작용인 3세대 Cephalosporin계나 병용 항생제와 항생제를 병용하여 예방적 항생제로 수술시작 1시간 이전에 투여한 경우가 감염률을 높이는 것으로 나타났다. Kim 등(2010)의 연구에서는 부적절한 항생제인 3세대 Cephalosporin계 항생제, 항생제 병용 등을 투여한 경우 수술부위 감염에 대한 비차비가 위수술 5.36, 담낭수술 2.09, 대장수술 4.73, 제왕절개술 3.34, 자궁적출술 4.03로 수술부위감염률이 발생할 위험이 유의하게 높았다. 그리고 피부절개 전 1시간 이내 예방적 항생제를 투여한 환자는 투여하지 않은 환자에 비해 수술부위 감염률이 낮았고, 피해야 할 예방적 항생제를 투여한 경우 감염률이 높았다. Sakong 등(2009)의 연구결과 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위감염의 발생위험이 8.20배 높았다.

적절한 예방적 항생제 사용과 관련해서 구체적인 근거로 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여하는 것이 수술부위감염률을 감소시킬 수 있다. 나아가 수술부위 세균군(site-specific flora)에 선택적으로 작용하는 항균범위를 지니고, 적은 독성을 가지는 적절한 항생제를 선별하여 사용하는 것이 중요하다. 수술 후 예방적 항생제 사용은 24시간

이상 사용하는 것은 수술부위감염률 감소에 별 이득이 없을 뿐 아니라 부작용을 일으킬 수 있다. 종합하면 적절한 항생제 투여와 예방적 항생제는 수술 시작 전 1시간 이내에 투여하는 것이 수술환자의 감염예방을 위해서 매우 중요하다.

적절한 예방적 항생제 사용이 병원감염을 낮추지만 예방적 항생제를 투여함으로써 내성균이 상대적으로 많이 증식하여 이로 인한 부작용, 항생제 내성 발현 및 의료비용이 증가할 수 있으므로 근거중심으로 마련된 적절한 지침을 준수하여 사용하는 것이 무엇보다 중요하다(Kim, 2007). 이 외에 본 연구결과에 근거하여 볼 때 적절한 항생제의 선택과 투여시간을 의료진, 병동, 수술실 및 마취과 등의 협의에 의하여 수술종류별로 프로토콜을 개발하여 시행해야 할 필요가 있었다. 한편 항생제 처방 시 시스템적으로 병원자체 업무 프로그램에서 항생제 처방 기준을 마련하고, 항생제 처방 시 대상자에게 처방이 적절한지 약사, 감염내과의 등과 협의를 통해 평가한 후 처방할 수 있도록 통제 프로그램을 개발하여 적용하는 것이 필요하다고 본다.

본 연구는 전자의무기록을 이용한 후향적 조사연구로 환자의 상태 평가를 기록에 의존하여 시행하였고, 환자상태에 대한 기록이 누락되었거나 불충분한 경우 자료로 사용할 수가 없었다. 수술 부위감염 발생 위험요인으로 일반적인 특성, 수술관련 특성 및 항생제관련 특성으로 분류하였다. 그러나 수술부위감염 발생에는 다른 요인인 환경적 요인 즉 감염활동이나 적절한 환자준비, 수술실 환경, 수술기구 등의 구조적 요인 등을 분석에 포함하지 못한 한계가 있고, 미생물학적 요인으로 배양검사결과 음성이 많았으며, 균이 나오는 경우에도 배양검사결과로 모든 것을 고려하지 못한 점이 있다. 본 연구는 한 병원에서 입원병동과 수술실을 이용한 환자로 국한하였기 때문에 연구결과를 일반화하는데 제한이 있다.

결 론

본 연구는 수술 환자의 수술부위 감염발생 특성 및 감염 위험요인을 분석하여 수술 전 위험요인을 예측하기 위해 시도되었다. 본 연구결과, 수술 환자의 수술부위 감염에 영향을 미치는 요인은 연령이 60세 이상 일 때, 체질량지수의 2.5미만 일 때, 수술 시행 년도(2006~2008년) 경우, 수술소요시간이 5시간이상 일 때, 항생제 종류(3세대 Cephalosporin, 병용 항생제사용), 예방적 항생제 투여시간(수술시작 전 1시간 이전) 및 항생제의 종류와 투여시간의 상호작용으로 확인되었다. 수술부위 감염 발생을 감소시키기 위해 수술이 결정된 시점에서부터 수술환자의 특성에 따라 수술부위 감염발생을 예측하고 실제 위험인자를 가진 대상자를 위해 효과적인 감염관리 대책을 수립하고 감시체계를 구축하는 데 관심을 기울여야

할 것이다.

References

- Ahn, Y. J., & Sohng, K. Y. (2005). Factors related to surgical site infections in patients undergoing general surgery. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, *12*, 113-120.
- Anderson, D. J., Kirkland, K. B., Kaye, K. S., Thacker, P. A., Kanafani, Z. A., Auten, G., et al. (2007). Underresourced hospital infection control and prevention program: Penny wise, pound foolish?. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, *28*, 767-773. <http://www.jstor.org/stable/10.1086/518518>
- Bratzler, D. W., & Houck, P. M. (2005). Antimicrobial prophylaxis for surgery: An advisory statement from the National Surgical Infection Prevention Project. *American Journal of Surgery*, *189*, 395-404. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjsurg.2005.01.015>
- Cha, K. S., Cho, O. H., & Yoo, S. Y. (2010). Risk factors for surgical site infection in patients undergoing craniotomy. *Journal of Korean Academy of Nursing*, *40*, 298-305. <http://dx.doi.org/10.4040/jkan.2010.40.2.298>
- Chang, J. S., Kim, Y. S., Shon, H. C., Kim, J. W., Chung, S. Y., & Park, J. H. (2005). Short-term prophylactic antibiotics in total hip arthroplasty. *Journal of the Korean Orthopaedic Association*, *40*, 428-433.
- Health Insurance Review and Assessment Service. (2010). *2009 based on quality assessment data in Korea*. Seoul: Author.
- Idali, B., Lahyat, B., Khaleq, K., Ibahoin, K., Azhari, E. I., & Barrou, L. (2004). Postoperative infection following craniotomy in adults. *Medicine et maladies infectieuses*, *34*, 221-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medmal.2003.12.011>
- Jeong, Y. I., Mun, S. P., Chang, J. H., Kim, K. C., Min, Y. D., Kim, S. H., et al. (2008). The risk factors associated with surgical site infection after an abdominal operation. *Journal of Korean Surgical Society*, *75*, 177-183.
- Jo, H., Park, C. H., & Kim, H. O. (2001). *Gerontological nursing*. Seoul: Hyunmoonsa.
- Kim, K. H., Park, C. S., Chang, J. H., Kim, N. S., Lee, J. S., Choi, B. R., et al. (2010). Association between prophylactic antibiotic use and surgical site infection based on quality assessment data in Korea. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, *43*, 235-244. <http://dx.doi.org/10.3961/jpmph.2010.43.3.235>
- Kim, M. S. (2011). *Risk factors for surgical site infection after major oncological surgery for head and neck cancer*. Unpublished doctoral dissertation, Chung-Ang University, Seoul.
- Kim, S. H. (2007). *Evaluation of prophylactic antibiotic use in surgery*. Unpublished master's thesis, Ewha womans university, Seoul.
- Korean Society for Nosocomial Infection Control. (2011). *Korea society for nosocomial infection control*. Seoul: Hanmibook.
- Korinek, A. M., Golmard, J. L., Elcheick, A., Bismuth, R., Van Effenterre, R., Coriat, P., et al. (2005). Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: A critical reappraisal of antibiotic prophylaxis on 4,578 patients. *British Journal of Neurosurgery*, *19*, 155-162. <http://dx.doi.org/10.1080/02688690500145639>
- Kourbeti, I. S., Jacobs, A. V., Koslow, M., Karabetos, D., & Holzman, R. S. (2007). Risk factors associated with postcraniotomy meningitis. *Neurosurgery*, *60*, 317-325. <http://dx.doi.org/10.1227/01.NEU.0000249266.26322.25>
- Lee, S. Y., Kim, S. D., Lee, J. S., & Lee, K. H. (2007). Risk factors for surgical site infection among patients in a general hospital. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control*, *12*, 9-20.
- Lietard, C., Thébaud, V., Besson, G., & Lejeune, B. (2008). Risk factors for neurosurgical site infections: An 18-month prospective survey. *Journal of Neurosurgery*, *109*, 729-734. <http://dx.doi.org/10.3171/JNS/2008/109/10/0729>
- Ministry of Health and Welfare. (2005). *The management of nosocomial infection*. Retrieved March 31, 2005, from Web site: <http://www.mw.go.kr>
- Mortazavi, S. M., Schwartzberger, J., Austin, M. S., Purtil, J. J., & Parvizi, J. (2010). Revision total knee arthroplasty infection: Incidence and predictors. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *468*, 2052-2059. <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-010-1308-6>
- National Institute for Health and Clinical Excellence. (2008). *Surgical site infection: NICE clinical guideline 74*. Retrieved October, 2008, from Web site: <http://www.nice.org.uk/guidance/CG74>
- Park, E. S., Kim, K. S., Lee, W. J., Jang, S. Y., Choi, J. Y., & Kim, J. M. (2005). Economical impacts of surgical site infections. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control*, *10*, 57-64.
- Polk, H. C., & Lopez-Mayor, J. F. (1969). Postoperative wound infection: A prospective study of determinant factors and prevention. *Surgery*, *66*, 97-103.
- Sakong, P., Lee, J. S., Lee, E. J., Ko, K. P., Kim, C. H., Kim, Y., et al. (2009). Association between the pattern of prophylactic antibiotic use and surgical site infection rate for major surgeries in Korea. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, *42*, 12-20. <http://dx.doi.org/10.3961/jpmph.2009.42.1.12>
- Song, E. K., Yoon, T. R., Park, S. J., Park, K. S., & Jung, W. B. (2009). Protocol for administration of prophylactic antibiotics within one hour before the surgical incision in total hip and knee replacement. *Journal of Korean Orthopedic Association*, *44*, 159-164.
- Song, K. H. (2009). *Risk factors of infection after thoracic and lumbar spinal Arthrodesis*. Unpublished master's thesis, Chonbuk National University, Kwangju.
- Van Kasteren, M. E., Manniën, J., Ott, A., Kullberg, B. J., de Boer, A. S., & Gyssens, I. C. (2007). Antibiotic prophylaxis and the risk of surgical site infections following total hip arthroplasty: Timely administration is the most important factor. *Clinical Infections Diseases*, *44*, 921-927. <http://dx.doi.org/10.1086/512192>