

예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률의 관련성

사공필용^{1,2)}, 이진석^{1,2)}, 이은정^{1,2)}, 고광필³⁾, 김철환⁴⁾, 김윤^{1,2)}, 김용익¹⁾

서울대학교 의과대학 의료관리학교실¹⁾, 서울대학교 의학연구원 의료관리학연구소²⁾,
서울대학교 의과대학 예방의학교실³⁾, 인제대학원대학교 보건경영학과⁴⁾

Association between the Pattern of Prophylactic Antibiotic Use and Surgical Site Infection Rate for Major Surgeries in Korea

Pilyong Sakong^{1,2)}, Jin-Seok Lee^{1,2)}, Eun Jung Lee^{1,2)}, Kwang Pil Ko³⁾, Cheol-Hwan Kim⁴⁾, Yoon Kim^{1,2)}, Yong-Ik Kim¹⁾

Department of Health Policy and Management, Seoul National University College of Medicine¹⁾, Institute of Health Policy and Management, SNUMRC²⁾, Department of Preventive Medicine, Seoul National University College of Medicine³⁾, Department of Public Health and Health Care Management, Inje Institute of Advanced Studies⁴⁾

Objectives : The purpose of this study was to analyze the association between the pattern of prophylactic antibiotic use (PAU) and the surgical site infection (SSI) rate for major surgeries in Korea.

Methods : We retrospectively reviewed the medical records of patients who underwent cardiac, colon and gastric surgery, hysterectomies and hip/knee replacements at 20 hospitals, and inclusive of over 500 beds. We randomly sampled 60 cases per surgery type for patients discharged between September and November, 2006. A total of 2,924 cases were included in our analysis. Cox's proportional hazard analysis was conducted to evaluate the association between the pattern of PAU and SSI rate.

Results : The proportion of patients who received their first prophylactic antibiotics (PA) 1 hour before incision was 65.5%, who received inappropriate PAs was 80.8%, and the proportion of patients whose PA was discontinued within 24 hours of surgery was 0.5%. The average duration

of PAU after surgery was 9 days. The relative risk (RR) of SSI in patients who received their first PA more than 1 hour before incision was significantly higher than for those who received it within 1 hour prior to incision (RR=8.20, 95% CI=4.81-13.99). Inappropriate PA selection increased SSI rate, albeit with marginal significance (RR=1.97, 95% CI=0.96-4.03). Also, prolonged PAU following surgery had no effect on SSI rate.

Conclusions : These results suggest that the pattern of PAU in the surgeries examined was not appropriate. Errors in the timing of PAU and of PA selection increase SSI rate. SSI rate remained unaltered following prolonged PAU after surgery.

J Prev Med Public Health 2009;42(1):12-20

Key words : Surgical site infection, Prophylactic antibiotic, Relative risk

서론

수술부위감염은 가장 흔하게 발생하는 병원감염 중 하나이다 [1,2]. 대한병원감염관리학회의 조사에 따르면 수술부위감염은 전체 병원감염의 15.5%를 차지하여 의료감염 30.3%, 폐렴 17.2%에 이어 세 번째로 높은 병원감염의 원인을 차지하였다 [1]. 미국 Center for Disease Control and Prevention (CDC)의 National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) 자료에서도 수술부위감염은 전체 병원감염의 14-16%를 차지하였다 [2]. 또한, 수술부위감염은

수술환자에게 흔하게 나타나는 부작용 중 하나이다 [3-7]. 최근 일개 종합병원을 대상으로 시행한 국내 연구에서는 전체 수술환자 중에서 수술부위감염률을 2.7%로 보고하였다 [3]. 국외 연구 결과에서는 전체 수술환자 중에서 수술부위감염률을 2.6-7.9%로 보고하고 있다 [4,7]. 이렇게 높은 발생 빈도를 나타내기 때문에 수술부위감염으로 인한 경제적 손실도 막대하다. 국내 연구에 따르면 감염군이 비감염군에 비해 수술 후 재원일수가 1인당 5.2일 길었고, 입원진료비용은 1인당 약 2,150만원이 더 많았다 [8]. 국외 연구에 따르면 수술부

위감염으로 인한 재원일수가 1인당 7.2~10.2일 더 긴 것으로 나타났고, 진료비용 또한 1인당 2,000~4,000달러 정도 더 많았다 [2,9-14].

수술부위감염률을 줄이기 위한 중요한 방안 중 하나는 예방적 항생제를 적절하게 사용하는 것이다 [6,15-23]. Makiko 등 [15]은 체계적 문헌고찰(systematic review)을 통해서 예방적 항생제를 적절하게 사용하는 것이 수술부위감염률을 가장 효과적으로 감소시킬 수 있는 방법이라는 연구 결과를 제시했다. 적절한 예방적 항생제 사용과 관련해서 구체적인 근거가 밝혀진 지점으로 다음 세 가지가 있다. 첫째,

접수: 2008년 3월 11일, 채택: 2008년 10월 14일

본 연구는 2006년도 보건복지부의 "임상질지표 및 적용방안 개발 사업"의 지원에 의해 이루어 졌음.

책임저자: 김윤 (서울특별시 중로구 연건동 28번지, US, 전화: 02-740-8362, 팩스: 02-743-2009, E-mail: yoonkim@snu.ac.kr)

수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여하는 것이 수술부위감염률을 감소시킬 수 있다 [6,16,17]. 둘째, 수술부위 세균군(site-specific flora)에 적절한 항생제를 선택하는 것이 중요하다. 구체적으로 수술부위 세균에 선택적으로 작용하는 항균범위를 지니고, 적은 독성을 가지는 항생제를 선별하여 사용하는 것이 중요하다 [18-21]. 셋째, 수술 후 예방적 항생제 사용은 24시간 이내로 한다. 왜냐하면 수술 후 항생제를 24시간 이상 사용하는 것은 수술부위감염률 감소에 별 이득이 없을 뿐 아니라 부작용을 일으킬 수 있기 때문이다 [6,22,23].

이상의 세 가지 지침에 근거할 경우 국내 수술의 예방적 항생제 사용 양상은 부적절한 것으로 알려져 있다. 2005년 건강보험심사평가원에서 조사한 결과에 의하면 수술 전 1시간 이내 예방적 항생제를 투여한 비율 11.2%, 수술 후 24시간 이내 항생제 투여를 중단한 비율은 0.2%로 나타났다 [24]. 그러나 이러한 지침에 대한 근거는 외국의 연구 결과에 따른 것이고, 국내에는 아직까지 수술의 예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률 간의 관련성에 대해 실증적 연구가 이루어진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 주요 수술들을 대상으로 수술의 예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률 간의 관련성을 분석하고자 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

전국 500명 이상 의료기관 94개소를 대상으로 연구 참여 신청을 받았고 이 중에서 총 57개 병원이 신청을 하였다. 이들 병원의 지역 분포와 병상 규모를 고려하여 비례층화 무작위 표본추출법(proportional stratified random sampling method)을 통하여 20개 기관을 연구 대상 병원으로 선정하였다. 지역은 수도권(서울특별시, 인천광역시, 경기도), 중부권(강원도, 충청북도, 충청남도), 영남권(대구광역시, 부산광역시, 울산광역시, 경상북도, 경상남도), 호남권(광주광역시, 전라북도, 전라남도)의 4개 권역으로 구분하였고, 병상 규모별

Table 1. Criteria for defining surgical site infection

- 1) Purulent drainage from the incision site or a drain that is placed through a stab wound into the organ/space
- 2) Organisms isolated from an aseptically obtained culture of fluid or tissue from the incision site or organ/space
- 3) At least one of following signs or symptoms of infection: pain or tenderness, localized swelling, redness, fever (>38 °C) and superficial or deep incision spontaneously dehisces or is deliberately opened by a surgeon, unless incision is culture-negative
- 4) An abscess or other evidence of infection involving the deep incision or organ/space that is found on direct examination, during reoperation, or by histopathologic or radiologic examination
- 5) Diagnosis of surgical site infection by a surgeon or attending physician

로는 600명상 미만, 600-799명상, 800명상 이상의 3가지 기준으로 분류하였다. 예방적 항생제 사용 지침이 있는 주요 수술들 [5]인 심장수술, 자궁적출술, 위절제술, 대장수술, 고관절 및 슬관절 치환술을 연구 대상 수술로 정하였다. 연구 대상 병원에 입원을 하여 수술을 받고 2006년 9월에서 11월 사이에 퇴원한 18세 이상 성인들의 수술 건수를 분석 대상으로 하였다. 단, 평균 대상 수술과 동시에 다른 수술을 받은 경우, 동일 입원기간 내에 2회 이상 수술을 받은 경우(양측 관절치환술은 분석 대상에 포함)는 분석 대상에서 제외하였다. 연구 대상 병원별 및 수술별로 60건을 무작위로 추출하였다. 만약 연구 대상 기간 동안 수술건수가 60건 미만일 경우에는 전수를 조사하였다. 자궁적출술 897건, 심장수술 304건, 대장수술 537건, 위절제술 589건, 고관절 및 슬관절 치환술 597건, 총 2,924건을 최종 연구 대상으로 하였다.

2. 자료 수집

참여 병원들로부터 각 수술별로 평가 대상 기간(2006년 9월-11월)동안 퇴원한 건수를 가장 최근 퇴원일 기준으로 제출받았다. 이때 개별 환자를 식별할 수 있는 정보(이름, 주소, 전화번호 등)는 일체 배제하였고 가장 최근 퇴원 환자부터 임의로 일련번호를 부여한 형태의 자료를 제출받았다. 병원별 제출 자료에서 연구진이 60건을 무작위 추출하여 대상 병원으로 통보하였고, 연구 대상 병원의 QA(질관리) 전담 간호사가 연구 대상에 선정된 사례들의 항생제 사용 관련 자료를 수집하였다. 자료 수집을 위해서 연구진에서 개발한 마이크로소프트웨어 액세스(MS Access) 프로그램에 기반한 구조화된 전산 입력 프로그램을 활용하여 의무기록조사를 시행하였다. 사전에 입력 방법과 프로그램 사용에 대한

교육을 시행하였으며 연구계획은 서울대학교의과대학 및 서울대학교병원 의학연구윤리심의위원회(IRB)로부터 승인을 받았다. 미국 CDC의 수술부위감염 정의에 근거하여 추적관찰 개시 시점과 추적관찰 종료 시점을 정의하였다 [2]. 추적관찰 개시 시점은 대상 환자들이 수술을 받은 시점이고, 추적관찰 종료 시점은 자궁적출술, 심장수술, 대장수술, 위절제술의 경우 수술 후 30일 이내로 하였으며, 임플란트를 삽입하는 고관절 및 슬관절 치환술의 경우는 수술 후 1년 이내로 하였다. 단, 이 연구에서는 퇴원 환자에 대한 추적관찰을 할 수 없었기 때문에 관찰 종료 시점 이전에 퇴원한 경우는 퇴원일을 관찰 종료 시점으로 하였다. 또한 수술부위감염이 발생한 경우는 최초 감염 발생일을 관찰 종료 시점으로 하였다.

3. 변수의 정의

수술부위감염 여부에 대한 판단 기준은 미국 CDC의 수술부위감염 정의를 따랐고 [25], 대한감염학회의 자문을 구하여 병원에서 조사가 용이하도록 미국 CDC의 정의를 재구성하여 표현하였다 (Table 1). 선행연구에서 적용한 지침에 따라서 다음 세 가지의 예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률 간의 관련성을 분석하였다. 첫째, 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여한다는 지침에 따라 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여 여부를 조사하고 수술부위감염률과의 관련성을 분석하였다. 둘째, 수술부위 세균군(site-specific flora)에 적절한 항생제를 선택해야 한다는 지침은 국내에 마땅한 예방적 항생제 투여 지침이 없기 때문에 연구 대상 수술별 사용을 권장하는 예방적 항생제 목록을 정하지 못하고 대안으로 모든 연구 대상 수술에서 공통적으

로 권고하는 부적절한 예방적 항생제 목록을 정하여 적용하였다. 부적절한 예방적 항생제의 경우 대한감염학회와 대한흉부외과학회, 대한고관절학회, 대한슬관절학회, 대한정형외과학회, 대한대장항문학회, 대한외과학회, 대한위암학회, 대한산부인과학회, 대한부인종양·콜포스코피학회 등의 관련 외과학회에서 공식적으로 학회당 2-3인의 자문위원을 선정하여 구성하였고, 세 차례에 걸친 전문가 패널 토의를 거치고, 각 학회 회원들의 의견을 수렴하여 연구 대상 수술에 공통적으로 권고하는 부적절한 예방적 항생제 목록을 정하였다 (Table 2). 셋째, 수술 후 예방적 항생제를 24시간 이상 사용하는 것은 수술 부위감염률 감소에 효과가 없다는 지침의 타당성을 파악하기 위해 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간을 조사하였고 투여기간과 수술부위감염률의 관련성을 분석하였다. 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간은 수술 종료 시점부터 감염 발생 이전까지 입원기간 동안 항생제를 투여한 기간으로 정의하였다. 또한, 예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률의 관련성에 영향을 미칠 수 있는 교란변수인 성, 연령, 병상규모, 수술 전 입원기간, 수술소요시간 변수를 조사하였다[2,15,21].

4. 분석 방법

연구 대상의 일반적 특성에 따른 수술부위감염률의 분포 차이를 보기 위해 카이제곱검정을 시행하였다. 이와 함께 병상규모, 연령, 수술 전 입원기간, 수술소요시간 변수들에 대해서는 양-반응 관계를 파악하기 위해 경향성의 우도비검정(likelihood ratio test for trend)을 시행하였다. 수술의 예방적 항생제 사용 양상과 관찰시간 경과에 따른 수술부위감염 여부의 관련성을 살펴보기 위해서 콕스의 비례위험모델(Cox proportional hazard model)을 사용하여 상대위험도(relative risk, RR)와 95% 신뢰구간(95% confidence interval, 95% CI)을 산출하였다. 먼저 각각의 예방적 항생제 사용 양상 변수와 수술부위감염 여부 변수만 사용하여 상대위험도를 산출(모델 I)하였고, 다음으로 예방적 항생제 사용 양상이 수술부

Table 2. Unrecommended prophylactic antibiotics

- Third generation Cephalosporin
- Aminoglycoside
- Co-administration of Cephalosporins
- Combination of Cephalosporin and Penicillin
- Combination of Cephalosporin and Aminoglycoside
- Combination of Vancomycin and other antibiotics

Table 3. General characteristics of subjects

Variables	No. of subjects	No. of cases	Infection rate (%)	p value*	p trend†
Sex					
Male	1,020	40	3.9	0.02	
Female	1,904	46	2.4		
Age(yr)					
18 - 49	1,057	21	2.0	0.06	0.44
50 - 59	571	18	3.2		
60 - 69	722	22	3.0		
70 ≤	574	25	4.4		
Hospital size (bed numbers)					
500 - 799	970	28	2.9	0.94	0.32
800 - 999	1,071	33	3.1		
≥1,000	883	25	2.8		
Operation type					
Hysterectomy	897	15	1.7	<0.01	
Cardiac surgery	304	9	3.0		
Colon surgery	537	18	3.4		
Gastric surgery	589	29	4.9		
Hip or knee replacement	597	15	2.5		
Preoperative hospital stay (day)					
≤1	1,223	27	2.2	0.05	0.57
1<, ≤2	666	18	2.7		
2<	1,035	41	4.0		
Duration of operation (hr)					
≤2	467	5	1.1	<0.01	<0.01
2<, ≤3	808	17	2.1		
3<, ≤4	682	16	2.3		
4<	967	48	5.0		
Total	2,924	86	2.9		

* p value by chi-square test, †p trend by likelihood ratio test for trend

위감염률에 미치는 독립적인 영향을 살펴 보기 위해 보정된 상대위험도를 산출(모델 II)하였다. 수술의 예방적 항생제 사용 양상을 나타내는 변수 중 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여 변수와 부적절한 예방적 항생제 사용 여부 변수를 이용하여 교호변수(interaction term)를 생성하여 두 변수 간의 교호작용 효과(interaction effect)가 있는지 분석하였다. 이 연구의 분석단위는 개별 수술건수이며, 모든 통계적 검정은 유의수준을 0.05로 양측검정을 실시하였고, 통계 프로그램은 윈도우용 SPSS ver. 12.0을 이용하였다.

연구 결과

1. 일반적 특성

총 2,924건의 분석 대상건수 중에서 수술부위감염 발생은 86건으로 수술부위감염

률은 2.9%였다 (Table 3). 수술별로 보면 자궁적출술 1.7%, 심장수술 3.0%, 대장수술 3.4%, 위절제술 4.9%, 고관절 및 슬관절 치환술 2.5%로 나타났다 (p<0.01). 여성의 수술부위감염률은 2.4%로 남성의 3.9%보다 낮게 나타났다 (p<0.05). 연령별 수술부위감염률은 18세에서 49세 미만 2.0% 보다 70세 이상에서 4.4%로 높게 나타났다. 병상규모별 수술부위감염률은 500병상 이상 799병상 이하에서 2.9%, 800병상 이상 999병상 이하에서 3.1%, 1,000병상 이상 병원들에서 2.8%로 모든 범주에서 유사하게 나타났다.

수술 전 입원기간에 따른 수술부위감염률은 하루 이내 입원한 경우 2.2%, 하루 초과, 이틀 이내인 경우 2.7%, 이틀 초과한 입원의 경우 4.0%로 나타났다 (p=0.05) 수술소요시간에 따른 수술부위감염률은 2시간 이내 1.1%에서 4시간 초과 5.0%로 소

시간이 증가할수록 감염률이 높게 나타나고 있었다($p < 0.01$). 병상규모와 연령, 수술 전 입원기간, 수술소요시간 변수에 대해서 경향성을 분석하였는데 수술소요시간 변수에서 시간이 길어질수록 수술부위감염이 유의하게 높게 나타났다(p for trend < 0.01).

2. 예방적 항생제 사용 양상이 수술부위감염률에 미치는 영향

1) 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여와 수술부위감염률

수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여 양상은 전체 연구 대상 수술 2,924건 중에서 65.5%의 비율로 나타났고, 개별 수술들에서는 자궁적출술 897건 중 64.2%, 심장수술 304건 중 77.3%, 대장수술 537건 중 61.8%, 위절제술 589건 중 66.4%, 고관절 및 슬관절 치환술 597건 중 63.7%의 비율로 나타났다. 전체 연구 대상 수술의 예방적 항생제 사용 양상 중 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위감염 발생 위험도가 모델 I에서는 7.59배 (95% CI=4.46-12.90), 모델 II에서는 8.20배 (95% CI=4.81-13.99)로 유의하게 높았다 (Table 4). 자궁적출술만 대상으로 분석한 결과도 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위감염 발생 위험도가 모델 I에서는 3.02배 (95% CI=1.03-8.90), 모델 II에서는 3.12배 (95% CI=1.05-9.21)로 유의하게 높았다. 심장수술의 경우 수술부위감염이 발생한 건수가 없었다. 따라서 수술부위감염 발생의 비교위험도를 산출할 수 없었다. 대장수술은 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위감염 발생 위험도가 모델 I에서는 6.35배 (95% CI=2.08-19.34), 모델 II에서는 7.31배 (95% CI=2.31-23.15)로 유의하게 높았다. 위절제술은 수술부

Table 4. Relative risks by Cox hazard proportional model for rate of surgical site infection according to timing of administration of preoperative antibiotics

	Before incision	No. of subjects	No. of cases	Infection rate (%)	Model I *	Model II †
					cRR (95%CI)	aRR (95%CI)
All operations	≤ 1 hr	1,914	17	0.9	1.00	1.00
	> 1 hr	1,010	69	6.8	7.59 (4.46-12.90)	8.20 (4.81-13.99)
	Total	2,924	86	2.9		
Hysterectomy	≤ 1 hr	576	5	0.9	1.00	1.00
	> 1 hr	321	10	3.1	3.02 (1.03-8.90)	3.12 (1.05-9.21)
	Total	897	15	1.7		
Cardiac surgery	≤ 1 hr	235	0	0.0	NA	NA
	> 1 hr	69	9	13.0		
	Total	304	9	3.0		
Colon surgery	≤ 1 hr	332	4	1.2	1.00	1.00
	> 1 hr	205	14	6.8	6.35 (2.08-19.34)	7.31 (2.31-23.15)
	Total	537	18	3.4		
Gastric surgery	≤ 1 hr	391	7	1.8	1.00	1.00
	> 1 hr	198	22	11.1	7.21 (3.08-16.91)	7.43 (3.15-17.55)
	Total	589	29	4.9		
Hip or knee replacement	≤ 1 hr	380	1	0.3	1.00	1.00
	> 1 hr	217	14	6.5	22.66 (2.97-172.59)	23.86 (3.11-183.05)
	Total	597	15	2.5		

* Model I : univariate analysis

† Model II : multivariate analysis adjusted for sex, age, preoperative hospital stay, duration of operation, operation type

Table 5. Relative risks by Cox hazard proportional model for rate of surgical site infection according to use of unrecommended antibiotics

	Unrecommended antibiotics	No. of subjects	No. of cases	Infection rate (%)	Model I *	Model II †
					cRR (95%CI)	aRR (95%CI)
All operations	No	562	9	1.6	1.00	1.00
	Yes	2,362	77	3.3	2.17 (1.09-4.34)	1.97 (0.96-4.03)
	Total	2,924	86	2.9		
Hysterectomy	No	80	1	1.3	1.00	1.00
	Yes	817	14	1.7	1.17 (0.15-8.97)	0.82 (0.10-6.47)
	Total	897	15	1.7		
Cardiac surgery	No	39	0	0.0	NA	NA
	Yes	265	9	3.4		
	Total	304	9	3.0		
Colon surgery	No	16	1	6.3	1.00	1.00
	Yes	521	17	3.3	0.64 (0.08-4.84)	0.60 (0.07-4.68)
	Total	537	18	3.4		
Gastric surgery	No	174	3	1.7	1.00	1.00
	Yes	415	26	6.3	3.12 (0.94-10.35)	3.31 (0.99-11.02)
	Total	589	29	4.9		
Hip or knee replacement	No	253	4	1.6	1.00	1.00
	Yes	344	11	3.2	1.83 (0.58-5.76)	1.66 (0.52-5.32)
	Total	597	15	2.5		

* Model I : univariate analysis

† Model II : multivariate analysis adjusted for sex, age, preoperative hospital stay, duration of operation, operation type

위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위감염 발생 위험도가 모델 I에서는 7.21배 (95% CI=3.08-16.91), 모델 II에서는 7.43배 (95% CI=3.15-17.55)로 유의하게 높았다. 고관절 및 슬관절 치환술에서도 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위감염 발생 위험도가 모델 I에서는 22.66배 (95% CI=2.97-172.59), 모델 II에서는 23.86배 (95%

CI=3.11-183.05)로 유의하게 높았다.

2) 부적절한 예방적 항생제 사용 여부와 수술부위감염률

부적절한 예방적 항생제 사용 양상은 전체 연구 대상 수술 2,924건 중에서 80.8%의 비율로 나타났고, 개별 수술들에서는 자궁적출술 897건 중 91.1%, 심장수술 304건 중 87.2%, 대장수술 537건 중 97.0%, 위절제술 589건 중 70.5%, 고관절 및 슬관절 치환술 597건 중 57.6%의 비율로 나타났다. 전체 연구 대상 수술에 대해 부적절한 예방적 항생제 사용 여부에 따른 수술부위감염률을 비교·분석한 결과, 부적절한

예방적 항생제를 사용한 경우 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우보다 모델 I에서는 2.17배 (95% CI=1.09-4.34)로 높았고, 모델 II에서는 1.97배 (95% CI=0.96-4.03)로 경계역 수준의 유의성을 보였다 (Table 5). 각각의 수술 종류별로 분석한 결과 자궁적출술, 대장수술, 고관절 및 슬관절 치환술에서는 유의한 관련성을 나타내지 않았고, 심장수술의 경우 수술부위감염이 발생한 건수가 없었기 때문에 수술부위감염 발생의 비교위험도를 산출할 수 없었다.

3) 수술 종료 후 예방적 항생제 투여 기간과 수술부위감염률

전체 연구 대상 수술에서 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간과 수술부위감염률 간의 관련성을 분석하기 위해 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간을 오분위수 구간(1일 이하, 1일 초과 5일 이하, 5일 초과 7일 이하, 7일 초과 12일 이하, 12일 초과)으로 범주를 구성하여 분석하였다 (Table 6). 수술 종료 후 24시간 이내 예방적 항생제 투여를 종료한 경우는 2,924건 중 16건(0.5%)에 불과하였고, 이들 건수 중 수술부위감염이 발생한 건수가 없었기 때문에 1일 초과 5일 이하 구간을 기준으로 삼아 분석을 시행하였다. 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간의 양상은 전체 연구 대상 수술에서는 평균 9일(중앙값 7일) 동안 투여하였고, 1일 초과 5일 이하 투여기간 비율은 26.0%, 5일 초과 7일 이하 23.8%, 7일 초과 12일 이하 26.3%, 12일 초과는 23.4%로 나타났다. 개별 수술들 중 자궁적출술에서는 평균 6일(중앙값 6일) 동안 투여하였고, 1일 이하 투여기간 비율은 0.3%, 1일 초과 5일 이하 투여기간 비율은 48.6%, 5일 초과 7일 이하 33.6%, 7일 초과 12일 이하 13.2%, 12일 초과는 4.3%로 나타났다. 심장수술에서는 평균 9일(중앙값 8일) 동안 투여하였고, 1일 이하 투여한 건수는 없었고, 1일 초과 5일 이하 투여기간 비율은 18.8%, 5일 초과 7일 이하 21.7%, 7일 초과 12일 이하 36.2%, 12일 초과는 23.3%로 나타났다. 대장수술에서는 평균 10일(중앙값 9일) 동안 투여하였고, 1일 이하 투여기간 비율은 0.6%, 1일 초과 5일 이하 투여기

Table 6. Adjusted relative risks by Cox hazard proportional model for rate of surgical site infection according to duration of prophylactic antibiotic use after surgery in all operations

Duration of administration of postoperative antibiotics(days)	No. of subjects	No. of cases	Infection rate (%)	Model I*	Model II†
				cRR (95%CI)	aRR (95%CI)
1 <, ≤ 5	758	2	0.3	1.00	1.00
1 ≤	16	0	0.0	NA	NA
5 <, ≤ 7	699	3	0.4	1.64 (0.27-9.84)	1.12 (0.19-6.76)
7 <, ≤ 12	768	24	3.1	4.11 (1.02-18.23)	3.19 (0.75-13.64)
12 <	683	57	8.3	2.48 (0.60-10.26)	2.65 (0.64-11.12)
Total	2,924	86	2.9		

*Model I : univariate analysis
 †Model II : multivariate analysis adjusted for sex, age, preoperative hospital stay, duration of operation, operation type

Table 7. Relative risks by Cox hazard proportional model according to timing of administration of preoperative antibiotics and use of unrecommended antibiotics in all operations(interaction between timing of administration of preoperative antibiotics and use of unrecommended antibiotics)

Timing of administration of preoperative antibiotics & use of unrecommended antibiotics	No. of subjects	No. of cases	Infection rate (%)	Model I*	Model II†	p interaction	p trend
				cRR (95%CI)	aRR (95%CI)		
≤ 1 hr & No	351	1	0.3	1.00	1.00	0.58	<0.05
≤ 1 hr & Yes	1,563	16	1.0	3.85(0.51-29.06)	3.43(0.45-26.06)		
> 1 hr & No	211	8	3.8	13.31(1.66-106.45)	14.81(1.85-118.69)		
> 1 hr & Yes	799	61	7.6	28.28(3.92-204.07)	26.60(3.66-193.18)		

*Model I : univariate analysis
 †Model II : multivariate analysis adjusted for sex, age, preoperative hospital stay, duration of operation, operation type

간 비율은 9.3%, 5일 초과 7일 이하 21.9%, 7일 초과 12일 이하 40.8%, 12일 초과는 27.4%로 나타났다. 위절체술에서는 평균 9일(중앙값 8일) 동안 투여하였고, 1일 이하 투여기간 비율은 0.3%, 1일 초과 5일 이하 투여기간 비율은 14.5%, 5일 초과 7일 이하 31.7%, 7일 초과 12일 이하 34.1%, 12일 초과는 19.4%로 나타났다. 고관절 및 슬관절 치환술에서는 평균 13일(중앙값 12일) 동안 투여하였고, 1일 이하 투여기간 비율은 1.3%, 1일 초과 5일 이하 투여기간 비율은 21.8%, 5일 초과 7일 이하 4.5%, 7일 초과 12일 이하 20.1%, 12일 초과는 52.3%로 나타났다.

전체 연구 대상 수술에서 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간이 길어질수록 수술부위감염률은 증가하는 양상을 보였으나 7일 초과 12일 이하 범주를 제외하고는 통계적으로 유의한 관련성을 보이지 않았다. 7일 초과 12일 이하 범주의 경우 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간과 수술부위감염률 두 변수만 대상으로 분석한 모델 I에서는 4.11배 (95% CI=1.02-18.23) 높았지만, 성, 연령, 수술 전 입원기간, 수술소요시간을 보정한 모델 II에서는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 전체 연구 대상 수술건수에서 1일 초과 5일 이하, 5일 초과 7일 이하 범주의 수술부

위감염 발생건수가 각각 2건, 3건에 불과하여 개별 수술에서 이들 범주의 수술부위감염 발생건수가 거의 없었기 때문에 수술별 수술부위감염 발생의 비교위험도는 산출할 수 없었다.

4) 예방적 항생제 사용 양상 간의 교호작용

이상의 연구 결과 전체 연구 대상 수술에서 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위감염률이 유의하게 높았다. 그리고 부적절한 예방적 항생제를 사용한 경우 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우보다 모델 I에서는 유의하게 감염률이 높았고, 모델 II에서는 경계역 수준의 유의성을 보였다. 따라서 이 두 가지 예방적 항생제 사용 양상을 나타내는 변수간의 교호작용 효과가 있는지를 분석하기 위해 교호변수를 생성하였고, 분석결과 교호작용 효과는 없는 것으로 나타났다 (p interaction=0.58). 추가적으로 교호변수와 수술부위감염률과의 관련성을 살펴보고 그 결과는 다음과 같았다. 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우에 비해서 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를

투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용한 경우 수술부위감염률이 모델 I에서는 3.85배 (95% CI=0.51-29.06), 모델 II에서는 3.43배 (95% CI=0.45-26.06)로 유의한 관련성을 나타내지 않았다. 그리고 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우는 수술부위감염률이 모델 I에서는 13.31배 (95% CI=1.66-106.45), 모델 II에서는 14.81배 (95% CI=1.85-118.69) 높게 나타났다. 마지막으로 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용한 경우는 수술부위감염률이 모델 I에서 28.28배 (95% CI=3.92-204.07), 모델 II에서 26.60배 (95% CI=3.66-193.18) 높은 것으로 나타났다 (Table 7). 수술부위 절개 전 예방적 항생제 투여 시간과 부적절한 예방적 항생제 투여 여부에 따른 수술부위감염 발생의 경향성을 분석하였는데 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용한 경우로 갈수록 수술부위감염이 유의하게 높게 나타났다 (p for trend<0.05).

고 찰

연구 결과 우리나라 대형병원에서의 예방적 항생제 사용 양상은 전반적으로 부적절하게 나타났다. 첫째, 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여 비율의 경우 65.5%로 나타났는데 2005년 건강보험심사평가원에서 시행한 예방적 항생제 사용 실태 조사 결과인 11.2%보다는 증가하였다. 본 연구를 시작하기 전 연구 대상 병원들에 미리 지침을 공지하였고 따라서 병원들의 노력이 반영된 결과로 해석할 수 있겠다. 그러나 미국의 National Surgical Infection Prevention (NSIP) 프로젝트에 참여한 병원들의 경우 수술 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여율이 91% [26]인 것과 비교하면 아직 저조한 실정이라 할 수 있다. 둘째, 부적절한 예방적 항생제 사용

양상은 80.8%로 나타났다. 선행 연구에서 적용한 지침의 경우 수술별로 권고하는 적절한 예방적 항생제를 사용하는 비율을 나타내고 있는 반면, 본 연구에서는 국내에 마땅한 예방적 항생제 투여 지침이 없기 때문에 연구 대상 수술별 사용을 권장하는 예방적 항생제 목록을 정하지 못하고 대안으로 모든 연구 대상 수술에서 공통적으로 권고하는 부적절한 예방적 항생제 목록을 정하여 적용하였다. 따라서 직접적인 비교는 불가능하고 간접적인 비교를 통해 수준을 유추해 볼 수 있겠다. 미국의 NSIP 프로젝트에서 권고하는 지침에 맞는 예방적 항생제 투여 비율이 92.6%로 높은 충족률 [6]을 나타내는 것과 비교하면 우리나라의 적절한 예방적 항생제 사용 비율은 매우 저조할 것으로 유추 가능하다. 단, 본 연구에서 제시한 부적절한 예방적 항생제 목록 이외의 항생제가 곧 개별 수술들에서 사용에 적절한 예방적 항생제를 의미하지는 않는다는 점을 고려하여 해석하여야 한다. 셋째, 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간이 24시간 이내였던 비율은 0.5%로 나타났다. 2005년 건강보험심사평가원에서 시행한 예방적 항생제 사용 실태 조사의 0.2%와 유사한 결과인데 당시와 마찬가지로 여전히 예방적 항생제 투여기간에 대한 기준이 마련되지 않고 있기 때문에 나타난 결과로 해석할 수 있다. 미국의 경우 NSIP 프로젝트를 시행한 후 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간이 24시간 이내였던 비율이 70% [26]를 나타내고 있어 국내에서도 예방적 항생제 투여기간에 대한 근거를 마련하는 연구가 필요한 실정이다.

예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률 간의 관련성은 다음과 같이 나타났다. 첫째, 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여했을 경우보다 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여했을 경우 수술부위감염 발생 위험이 8.20배 (95% CI=4.81-13.99) 높았다. 따라서 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제를 사용하는 것이 수술부위감염률을 감소시키는 것으로 나타났다. 이것은 기존 연구와도 일치된 결과이다

[16,17,20,26,27]. Burke 등 [17]이 시행한 체계적 문헌고찰 연구 결과에서도 수술부위 절개 전 1시간 이내에 첫 예방적 항생제를 투여했을 때 수술부위감염률이 가장 낮았다. 이 연구에서는 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여한 경우 수술부위감염 발생 위험이 6.70배 (95% CI=2.90-14.70) 높았다. Bratzler 등 [20]이 시행한 수술의 예방적 항생제 투여시기에 대한 수술부위감염 관련 전문가 패널 연구에 의하면 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여하는 것이 수술부위감염률을 감소시킨다는 결과를 보고하였다. Kanter 등 [26]은 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여율을 이전의 11%에서 91%까지 증가시켰더니 수술부위감염률이 3.8%에서 1.4%까지 감소한 결과를 보고하였다.

둘째, 각각의 연구 대상 수술에 대해 부적절한 항생제 사용 여부에 따른 수술부위감염률을 비교·분석한 결과(심장수술의 경우 수술부위감염 발생 건수가 없어 수술부위감염 발생의 비교위험도를 산출하지 못함), 부적절한 예방적 항생제를 사용한 경우 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우보다 수술부위감염률이 경계역 수준의 유의성으로 높게 나타났다 (RR=1.97, 95% CI=0.96-4.03). Bratzler 등 [20]은 수술부위감염 관련 전문가 패널 연구를 통해서 지침에 맞지 않는 항생제를 사용할 경우 수술부위감염률을 감소시키는데 효과가 없을 뿐만 아니라 불필요하게 넓은 항균 범위의 항생제를 사용함으로써 인해 수술부위감염균 외의 다른 균들에 대한 내성을 키워서 중복감염(superinfection)이 발생할 위험성이 커진다는 경고를 한 바 있다. Barie 등 [21]은 적절한 예방적 항생제 선택의 기준으로 안전하고 효과적이고 적용 대상 수술부위의 감염균에 선택적인 항균 범위를 지녀야 한다는 원칙을 제시하였고, 이 원칙에 어긋나는 부적절한 예방적 항생제를 사용한 증례들에서 수술부위감염률 감소에 효과가 없었다는 결과를 보고하였다.

셋째, 수술 종료 후 예방적 항생제 투여기간은 수술부위감염률과 유의한 관련성

을 보이지 않았다. 따라서 수술 종료 후 예방적 항생제를 오래 쓴다고 해서 수술부위감염률이 감소하지 않는 것으로 나타났다. Nelson 등 [22]은 수술 종료 후 예방적 항생제를 24시간만 사용한 환자군과 일주일 동안 사용한 환자군의 수술부위감염률을 비교했는데 유의한 감염률의 차이가 없는 것으로 보고하였다. Scher [23]도 마찬가지로 수술 종료 후 항생제를 더 오랜 기간 동안 쓴다고 해서 수술부위감염률을 낮추지는 못하며 특히, 수술 종료 후 3시간 이내에 단 한 번의 예방적 항생제 투여로 수술부위감염 예방에 충분하다는 결과를 보고하였다. Bratzler 등 [6]이 최근 시행한 체계적 문헌고찰 연구에서는 수술 종료 후 24시간 동안만 예방적 항생제를 사용하는 것과 24시간 이상 예방적 항생제를 사용하는 경우 수술부위감염률 감소에 유의한 차이가 없는 것으로 보고하였고, 이 결과를 토대로 미국의 National Surgical Infection Prevention Project에서는 수술 종료 후 24시간 동안만 예방적 항생제를 사용할 것을 지침으로 규정하고 있다. 다만, 본 연구에서 수술 후 예방적 항생제 투여 기간이 길어질수록 수술부위감염률이 증가하는 양상을 보였으나 7일 초과 12일 이하 범주를 제외하고는 유의한 관련성을 보이지는 않았다. 7일 초과 12일 이하 범주에서 수술 종료 후 예방적 항생제 투여 기간과 수술부위감염률 두 변수만 대상으로 분석한 모델 I에서만 유의하게 높게 나타났고, 다른 변수들을 보정한 모델 II에서는 유의하지 않은 것으로 나타났는데 그 이유는 앞서 단변량 분석 결과 수술소요 시간이 길수록 수술부위감염률이 높게 나타난 것과 연관이 있는 것으로 파악된다. 수술 종료 후 예방적 항생제 투여 기간이 7일 초과 12일 이하 범주에 해당하는 수술들의 41%가 수술소요 시간이 4시간을 초과하고 있었다. 나머지 수술 종료 후 투여 기간의 범주에 해당하는 수술들은 수술소요 시간 범주별(2시간 이하/2시간 초과 3시간 이하/3시간 초과 4시간 이하/4시간 초과)로 20-30%의 분포를 보이고 4시간 초과 범주에 40% 이상인 것은 수술 종료 후 투여 기간이 7일 초과 12일 이하 범주에 해당

하는 수술들뿐이었다. 따라서 수술소요 시간을 보정한 모델 II에서 수술 종료 후 예방적 항생제 투여 기간에 따른 수술부위감염률의 차이가 유의하게 나타나지 않는 것은 다른 범주의 수술들과 일관성을 보이는 결과라 할 수 있다.

넷째, 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여 여부와 부적절한 항생제 사용 여부 변수 간에 교호작용이 있는지 분석한 결과 p interaction=0.58로 교호작용 효과는 없는 것으로 나타났다. 그러나 두 가지 변수를 이용해서 생성한 교호변수의 범주별 수술부위감염률과의 관련성 여부 분석 결과 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우에 비해서 수술부위 절개 전 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용한 경우에 수술부위감염률이 유의한 관련성을 나타내지 않은 반면, 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용하지 않은 경우 14.81배 (95% CI=1.85-118.69), 수술부위 절개 전 1시간 이전부터 예방적 항생제를 투여하고 부적절한 예방적 항생제를 사용한 경우로 갈수록 수술부위감염의 위험도가 26.60배 (95% CI=3.66-193.18) 높은 것으로 나타났다. 이것은 수술부위감염률에 대해서 두 가지 예방적 항생제 사용 양상 변수가 복합적으로 영향을 미치는데 그 중에서도 수술부위 절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여가 중요하다라는 것을 의미하는 결과라 할 수 있다. 예방적 항생제 투여 시간 기준의 경우 수술부위감염률에 대한 근거가 비교적 명확한 반면 부적절한 예방적 항생제 사용의 경우 수술부위감염률에 대해 직접적인 영향을 미치기 보다는 내성균의 발현을 증가시킬 위험성이 크고 불필요한 비용의 증가로 인한 피해를 방지하는 것이 주목적이므로 상대적으로 수술부위감염률과의 관련성이 낮은 것으로 해석할 수 있다.

본 연구에서는 자료 구득의 한계로 연구 대상 병원이 500명상 이상의 일부 병원에 국한되어 있다는 제한점이 있다. 500명상 미만 병원의 경우 예방적 항생제 사용 양

상에 따른 수술부위감염률의 관련성에 대한 결과가 이 연구와 다를 가능성도 배제할 수 없을 것이다. 따라서 향후 연구에서는 연구 대상을 확대하여 추가 조사가 필요할 것으로 생각된다. 또한 대상 병원 모집을 500명상 규모 병원 전체를 대상으로 하지 않고, 자료수집기간 및 조사 가능한 병원 수의 제한으로 연구 참여 신청을 받아 그 중 20개소만을 선정하였다. 이 점에서 이 연구결과는 전국 500명상 이상 병원의 대표성을 보장하지는 못한다. 그러나 연구 참여를 신청한 57개 병원에 대해 병원의 지역 분포와 병상 규모를 고려하여 비례층화 무작위 표본추출법을 적용하여 표본의 선택 바이어스를 최대한 줄이고자 하였다. CDC 정의에 따르면 수술부위감염은 일반적인 수술의 경우 수술 후 30일 이내, 임플란트를 삽입하는 수술의 경우 수술 후 1년 이내 발생한다. 하지만 본 연구에서는 자료 구득의 한계로 추적관찰이 퇴원일까지만 이루어졌다는 제한점이 있다. 그리고 수술 후 감염 발생의 빈도가 가장 높은 것이 위절제술의 4.9%로, 이러한 낮은 발생률의 차이를 검증하기 위해서는 개별 수술 대상 환자가 1,000명 이상 되어야 좋다. 전체 대상 환자는 1,000건이 넘었지만 개별 수술의 대상 환자는 1,000명이 넘지 못한 한계를 지니고 있다. 향후 추가 연구에서는 퇴원 이후까지 추적관찰할 수 있는 연구설계와 함께 충분한 대상 환자의 확보가 필요할 것으로 생각된다.

이 연구에서는 수술부위감염에 영향을 미치는 교란 요인을 모두 통제하지는 못했다. 수술부위감염에 영향을 미치는 요인으로 근거가 비교적 확립된 것들로는 환자 요인에 성, 연령, 수술 전 입원기간, 기저질환, 영양상태, 면역수준, 흡연 여부, 비만도 등이 있고, 수술 요인으로 수술소요 시간, 수술 창상의 오염도, 응급수술 여부, 수술장의 환경, 수술 숙련도 등이 보고되고 있다 [2,4,15]. 본 연구는 이들 요인 중 환자의 성, 연령, 수술 전 입원기간, 수술소요 시간만을 교란 요인에 포함하여 분석하였다. 또한 이 연구에서는 대상 병원들의 병원별 특성을 고려하기 위해 20개 병원들의 병상규모와 수

수술 개설연한, 수술 예방 항생제 관련 지침 보유 여부, 감염관리전담의사 및 감염관리전담부서 보유 여부를 조사하였으나 병상규모와 수술장 개설연한에 따른 수술부위감염률의 차이는 없었다. 그러나 병원의 구조적 요인에만 치우쳤을 뿐, 실제 질적 수준에 대한 변수 설계를 하지 못했다는 한계를 지니고 있다. 병원 별로 수술부위감염률의 차이를 야기하는 원인 중 수술 예방적 항생제 관련 지침이라든지 감염관리전담부서나 감염관리전담의사에 대한 조사에서 더욱 중요한 것은 지침의 활용 정도, 준수 여부나 감염관리전담의사와 부서의 실제 활동 수준일 것이다. 본 연구에서는 단지 지침이나 전담부서 등의 보유현황에 대한 비교를 시도하였기 때문에 통계적으로 유의하지 않은 결과가 나왔던 것으로 판단되고, 질적인 수준에 따라 수술부위감염률에 영향을 줄 것으로 예상할 수 있다. 향후에는 상기한 수술부위감염에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인들을 폭넓게 포함한 추가 조사가 필요할 것으로 생각된다. 마지막으로 이 연구는 퇴원한 환자들의 의무기록을 이용하여 후향적으로 추적 관찰하였기 때문에 추적관찰 종료 시점 이전에 퇴원한 경우는 퇴원일까지 밖에 조사하지 못했다는 한계를 가지고 있어 관찰기간을 확대하여 연구를 수행할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

이 연구는 전국 500 병상 이상 의료기관 20곳에서 심장수술, 자궁적출술, 위절제술, 대장수술, 고관절 및 슬관절 치환술을 받고 2006년 9월부터 11월 사이에 퇴원한 18세 이상 성인들의 의무기록을 후향적으로 조사하여 예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률의 관련성을 분석하였다.

연구 결과를 요약하면 우리나라에서 수술의 예방적 항생제를 적절하게 사용하는 비율이 낮게 나타났다. 또한, 본 연구에서는 수술 절개 전 적절한 시점에 예방적 항생제를 사용하면 수술부위감염률을 낮출 수 있고, 부적절한 예방적 항생제 선택과 수술 종료 후 예방적 항생제를 오래 쓰는 것은 수술부위감염률 감소

에 효과가 없고 오히려 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다. 이 연구는 연구 대상의 선택 비뚤림의 가능성과 추적 관찰기간이 짧은 한계, 그리고 수술부위감염률에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인들을 포함하여 보정하지 못했다는 제한점을 가지고 있다. 그러나 이러한 한계에도 불구하고 예방적 항생제 사용 양상과 수술부위감염률의 관련성을 처음으로 분석하였다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있겠다.

참고문헌

- Kim JM, Park ES, Jeong JS, Kim KM, Kim JM, Oh HS, et al. 1996 national nosocomial infection surveillance in Korea. *Korean J Nosocomial Infect Control* 1997; 2(2): 157-176. (Korean)
- Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control* 1999; 27(2): 97-132.
- Lee SY, Kim SD, Lee JS, Lee KH. Risk factor for surgical site infection among patients in a general hospital. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2007; 12(1): 9-20. (Korean)
- Barie PS. Surgical site infections: Epidemiology and prevention. *Surg Infect* 2002; 3(Suppl 1): S9-21.
- Oliveira AC, Carvalho DV. Postdischarge surveillance: The impact on surgical site infection incidence in a Brazilian university hospital. *Am J Infect Control* 2004; 32(6): 358-361.
- Bratzler DW, Houck PM, Richard C, Steele L, Dellinger E, Fry DE, et al. Use of antimicrobial prophylaxis for major surgery: Baseline results from the National Surgical Infection Prevention Project. *Arch Surg* 2005; 140(2): 174-182.
- Fry DE. The surgical infection prevention project: Processes, outcomes, and future impact. *Surg Infect* 2006; 7(Suppl 3): S17-26.
- Park ES, Kim KS, Lee WJ, Jang SY, Choi JY, Kim JM. The economic impacts of surgical site infections. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2005; 10(2): 57-64. (Korean)
- Zoutma D, McDonald S, Vethanayagan D. Total and attributable costs of surgical wound infections at a Canadian tertiary-care center. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998; 19(4): 254-259.
- Wenzel RP. Preoperative antibiotic prophylaxis. *N Engl J Med* 1992; 326(5): 337-339.
- Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SJ, Wilkinson WE, Sexton DJ. The impact of surgical infection in 1990s: Attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20(11): 725-730.
- Merle V, Germain JM, Chamouni P, Daubert H, Froment L, Michot F. Assessment of prolonged hospital stay attributable to surgical site infection using appropriateness evaluation protocol. *Am J Infect Control* 2000; 28(2): 109-115.
- Engemann JJ, Carmeli Y, Cosgrove SE, Fowler VG, Bronstein MZ, Trivette SL, et al. Adverse clinical and economic outcomes attributable to methicillin resistance among patients with *Staphylococcus aureus* surgical site infection. *Clin Infect Dis* 2003; 36(5): 592-598.
- Khan NA, Quan H, Bugar JM, Lemaire JB, Brant R, Ghali WA. Association of postoperative complications with hospital costs and length of stay in a tertiary care center. *J Gen Intern Med* 2006; 21(2): 177-180.
- Yoshida M, Nabeshima T, Gomi H, Lefor AT. Technology and the prevention surgical site infections. *J Surg Educ* 2007; 64(5): 302-310.
- Classen DC, Evans RS, Pestotnik SL, Horn SD, Menlove RL, Burke JP. Timing of prophylactic administration of antibiotics and risk of surgical wound infection. *N Engl J Med* 1992; 326(5): 281-286.
- Burke JP. Maximizing appropriate antibiotic prophylaxis for surgical patients: An update from LDS hospital, Salt Lake City. *Clin Infect Dis* 2001; 33(Suppl 2): S78-83.
- Page CP, Bohnen JM, Fletcher JR, McManus AT, Solomkin JS, Wittmann DH. Antimicrobial prophylaxis for surgical wounds. *Arch Surg* 1993; 128(4): 79-88.
- Fukatsu K, Saito H, Matsuda T, Ikeda S, Furukawa S, Muto T. Influences of type and duration of antimicrobial prophylaxis on an outbreak of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* and on the incidence of wound infection. *Arch Surg* 1997; 132(12): 1320-1325.
- Bratzler DW, Houck PM; Surgical Infection Prevention Guidelines Writers Workgroup; American Academy of Orthopaedic Surgeons; American Association of Critical Care Nurses; American Association of Nurse Anesthetists, et al. Antimicrobial prophylaxis for surgery: An advisory statement from the National Surgical Infection Prevention Project. *Clin Infect Dis* 2004; 38(12): 1706-

- 1715.
21. Barie PS, Eachempati SR. Surgical site infections. *Surg Clin North Am* 2005; 85(6): 1115-1135.
22. Nelson CL, Green TG, Porter RA, Warren RD. One day versus seven days of preventive antibiotic therapy in orthopedic surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1983; (176): 258-263.
23. Scher KS. Studies on the duration of antibiotic administration for surgical prophylaxis. *Am Surg* 1997; 63(1): 59-62.
24. Kim CK, Kim YS, Bae NY, Choi BR, Kim NS. *Pilot Study of Surgical Site Infection Prevention*. Seoul: Korea Institute of Health and Social Affairs; 2006.
25. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site definitions 1992: A modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992; 13(10): 606-608.
26. Kanter G, Connelly NR, Fitzgerald J. A system and process redesign to improve perioperative antibiotic administration. *Anesth Analg* 2006; 103(6): 1517-1521.
27. Stone HH, Hooper CA, Kolb LD, Geheber CE, Dawkins EJ. Antibiotic prophylaxis in gastric, biliary and colonic surgery. *Ann Surg* 1976; 184(4): 443-452.