

수술부위감염이 재원일수와 비용에 미치는 영향

장진희, 김경훈, 권순만*, 염선아, 박춘선†
건강보험심사평가원, 서울대학교 보건대학원*

<Abstract>

The effect of surgical site infection on the length of stay and health care costs

Jin-Hee Chang, Kyoung-Hoon Kim, Soon-Man Kwon*,
Seon-A Yeom, Choon-Seon Park†

*The Health Insurance Review and Assessment Service,
Graduate School of Public Health, Seoul National University**

Background : Surgical site infection(SSI) is one of the important nosocomial infections with pneumonia, urinary tract infection. SSI increases mortality, morbidity, length of stay, and costs for postoperative patients. The purpose of this study was to estimate length of stay(LOS) and health care costs from SSI using the large observational data. The ultimate objective was to show the effect of prevention of SSI.

Method : This study used antibiotic prophylaxis evaluation data and claims data of the HIRA(Health Insurance Review and Assessment Service). The study population included 18,361 patients who underwent gastric surgery, endoscopic cholecystectomy, colon surgery, hysterectomy, cesarean section in nationwide hospitals from August to October 2007. SSI group and non-SSI

* 접수 : 2010년 12월 1일, 최종수정 : 2011년 1월 28일, 게재확정 : 2011년 2월 11일

† 교신저자 : 박춘선, 건강보험심사평가원, 서울시 서초구 서초3동 1451-34평화빌딩 11층 건강보험심사평가원 의료평가연구팀, 전화번호 : 02-2182-2574, E-mail : parkcs@hiramail.net, 휴대폰 : 010-7576-3418

* 이 연구는 질병관리본부 연구사업 지원으로 수행되었음(과제번호: 2009-E00582-00).

group were matched according to propensity score resulted from logistic regression. The paired t-test was used to compare the difference of the LOS and health care costs between SSI group and non-SSI group.

Results : The 598 cases of SSI were detected of total subjects, and the crude SSI rate was 3.3%. For each surgery, SSI rates were 5.5% for gastric surgery, 4.7% for cholecystectomy, 6.6% for colon surgery, 2.6% for hysterectomy, and 1.6% for cesarean section. The 596 cases of SSI and the 596 cases of non-SSI were matched by propensity score. The LOS of SSI group was longer than that of non-SSI group, and the difference was statistically significant. Health care costs of SSI group was more than that of non-SSI group which was significant.

Conclusions : SSI increased apparently the LOS and healthcare costs. The economic loss might affect the cost of national healthcare as well as patients and hospitals. This study provided the evidence that the healthcare expenditure could be reduced by preventing SSI.

Keywords : *Surgical site infection, Length of stay, Health care costs, Propensity score matching*

I . 서 론

수술부위감염(surgical site infection, SSI)은 폐렴, 요로감염과 함께 중요한 병원감염 중의 하나이다. 수술실 환기, 수술기구의 소독, 수술기법 등의 발달과 항생제 사용 등 감염관리의 향상에도 불구하고 수술부위감염은 여전히 입원 환자에게 상당한 이환과 사망을 초래한다. 이것은 항생제 내성균의 발달, 노인이나 다양한 만성질환을 가진 수술환자 증가, 인공관절 삽입이나 장기이식과 같은 수술의 증가 등으로 설명될 수 있다(Mangram 등, 1999). 미국에서는 매년 약 290,000건의 수술부위감염이 발생하며, 이로 인해 약 8,000명의 환자가 사망하는 것으로 추정된다(CDC, 2001). 우리나라의 경우, 1996년 대한병원감염관리학회의 조사에 의하면 퇴원환자 100명당 병원감염의 발생률은 3.7%였으며, 외과환자의 수술 후 창상감염은 5.6%~9.8%로 보고되었다. 최근 김의석 등(2008)의 연구에서 고관절치환술 환자의 수술부위감염률은 1.75%, 슬관절치환술 1.10%, 위절제술 4.41%로 보고되었으며, 2007년 의료기관평가대상 의료기관 중 57개 병원을 대상으로 한 연구에서 수술부위감염률은 2.9%였다(사공필용, 2007).

수술부위감염은 수술 후 환자들의 사망률, 이환율, 재원기간 및 진료비용을 증가시키는 중요한 요인으로 알려져 있다. 미국의 한 연구에 따르면 수술부위감염으로 인한 사망위험은 2.2배, 중환자실 입원율은 1.6배 높았고, 재원기간은 6.5일, 입원비용은 \$3,089가 증가하였다(Kirkland 등, 1999). 박은숙 등(2005)의 연구에서 수술부위감염이 발생한 경우 재원일수는 5.2일, 입원진료비용은 2.2백만 원 증가하였다. 수술부위감염과 이로 인한 재원일수 증가는 보건의료자원의 낭비를 초래하며, 노동손실로 인해 환자의 소득을 감소시킨다(Yasunaga 등, 2007).

보건의료비의 급격한 증가로 전 세계적으로 비용절감에 대한 압박이 큰 상황에서 수술부위감염의 비용을 추정하는 것은 환자와 병원뿐만 아니라 전체 보건의료체계에서 중요하다. 수술부위감염으로 인한 재원일수와 병원진료비용의 증가를 추정하는 것은 그로 인한 사회의 경제적 손실을 계산하는 데 출발점이 되는 필수적 자료이며(한달선 등, 1997), 감염예방으로 인한 비용절감 효과를 보여줄 수 있다.

이 연구의 목적은 수술부위감염으로 인한 재원일수와 비용을 측정하여 적극적인 감염관리를 유도하기 위한 기초 자료를 제공하고, 궁극적으로는 수술부위감염 예방의 효과를 추정하는 것이었다.

II. 연구방법

1. 연구자료 및 대상

이 연구는 건강보험심사평가원(이하 ‘심평원’)의 요양급여적정성 평가 자료와 동일 기간의 건강보험 및 의료급여 청구 자료를 이용하였다. 평가 자료는 심평원의 ‘질 평가 자료수집 시스템’을 통해 전국 병원급 이상 의료기관에서 직접 입력하여 제출한 조사 자료이다. 이 자료를 건강보험 및 의료급여 청구 자료와 연계하여 해당 입원건의 진료비용을 추출하였다. 이 연구는 위수술, 복강경 하 담낭수술, 대장수술, 자궁적출술, 제왕절개술을 포함한 외과영역과 산부인과영역의 5개 수술을 대상으로 하였다. 연구대상자는 전국 병원급 이상 의료기관 중 2007년 8월부터 10월까지 평가대상 수술이 최소 10건 이상 발생한 기관에서 해당 수술을 받은 환자 37,996명이었다. 이 중에서 18세 미만, 주민번호 오류, 수술시간, 수술부위감염 여부, ASA(American Society of Anesthesiologists) 점수, 비용 등의 결측치를 제외한 18,361명을 최종 연구대상으로 선정하였다. 이 연구는 건강보험심사평가원의 연구윤리지침을 준수하였으며, 기관의 연구심의위원회의 심의를 거쳤다.

2. 변수정의

수술부위감염은 CDC(Mangram 등, 1999) 정의를 토대로 하여 다음과 같이 정의하였다. i) 절개부위 또는 심부에 위치한 드레인에서 농성배액이 배출된 경우, ii) 절개부위 또는 심부, 기관에서 무균적으로 채취한 검체의 배양에서 균이 분리된 경우, iii) 38℃ 이상의 발열이나 국소동통, 압통, 발적 등 감염증상 중 하나이상의 증상이 있고, 수술창상의 심부가 저절로 파열되거나 외과의사가 개방한 경우, iv) 조직병리검사, 방사선검사 등에서 심부절개부위 또는 기관이나 강의 농양이나 감염 증거가 관찰된 경우, v) 수술의, 주치의 또는 감염내과에 의한 수술부위감염 진단을 받은 경우 중 하나 이상에 해당되는 경우 수술부위감염이라고 정의하였다. 재원일수는 해당 수술이 발생한 입원건의 재원일수를 말하며, 병원진료비용은 본인부담금을 포함하는 건강보험 및 의료급여 청구금액으로 비급여 비용은 포함되지 않았다.

의료기관 종별은 상급종합병원, 종합병원, 병원, ASA score는 1점, 2점, 3점 이상, 수술형태는 정규수술, 응급수술로 구분하였다. 피해야할 항생제는 aminoglycoside계 항생제, 3세대 이상 cephalosporin계 항생제, cephalosporin계 항생제 병용투여, cephalosporin계 항생제와 penicillin계 항생제 병용투여, cephalosporin계 항생제와 aminoglycoside계 항생제 병용투여, vancomycin과 다른 항생제 병용투여로 정의하였고, 병용투여는 투여시점을 고려하여 동일시점에 투여된 경우로 정의하였다.

3. 분석방법

이 연구에서는 수술부위감염이 발생한 집단과 발생하지 않은 집단의 평균 재원일수와 비용의 차이를 비교하였다. 재원일수와 비용에 영향을 주는 수술부위감염 이외의 요인들을 통제하기 위해 성향점수짜깁기(propensity score matching) 방법을 이용하였다. 성향점수짜깁기 방법은 개인들이 주어진 변수(특성)에서 치료군에 할당될 조건부 확률인 성향점수를 기준으로 짜깁기하여 두 집단의 결과를 비교하는 방법으로써, 무작위할당을 할 수 없는 관찰연구에서 두 그룹 간 치료(intervention)효과 이외의 특성으로 인한 편의(bias)를 감소시켜준다.

연구대상자들의 일반적 특성에 대한 빈도, 평균, 표준편차를 제시하였고, 일반적 특성에 따른 수술부위감염 발생의 차이를 연속형 변수는 student's t-test로, 범주형 변수는 카이제곱검정 또는 피셔의 정확성 검정으로 분석하였다. 성향점수는 수술부위감염 여부를 종속변수로 하는 다중 로지스틱 회귀분석으로 산출하였다. 심평원의 영양급여적 정성 평가 자료를 이용하여 예방적 항생제 사용과 수술부위감염 발생의 관련성을 분석한 연구(김경훈 등, 2010)에서 연령, ASA점수, 응급수술 여부, 수술 전 입원기간, 수술시간, 피부절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여, 피해야할 항생제 투여 여부가 수

술부위감염에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 연구에서는 수술부위감염의 위험요인으로 성, 연령, 의료기관 종별, ASA score, 수술형태, 수술 전 재원일수, 수술 시간, 동시수술 여부, 수술부위 피부절개 전 1시간 이내 항생제 투여, 피해야할 항생제 투여 여부를 고려하였다.

$$\text{logit}(Y) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{10} \beta_k x_{ik}$$

Y : (수술부위감염발생 여부)

I : 환자

x1 : 성

x2 : 연령

x3 : 수술형태

x4 : ASA score

x5 : 수술 전 재원일수

x6 : 수술시간

x7 : 의료기관 종별

x8 : 동시수술 여부

x9 : 수술부위절개 전 1시간 이내 예방적 항생제 투여 여부

x10 : 피해야할 예방적 항생제 투여 여부

모형의 적합도 검정은 Hosmer-Lemeshow 검정을 사용하였고, 모형의 변별력은 C-통계량을 사용하였다. 짝짓기는 Pearson(2001)이 개발한 Greedy 알고리즘을 사용하여 수술부위감염이 발생한 환자와 발생하지 않은 환자들을 1:1로 짝을 지었다. 짝지은 환자들을 대상으로 두 그룹 간 일반적 특성에서 차이가 있는지 재확인하기 위해 연속형 변수는 paired t-test, 범주형 변수는 McNemar's test 또는 marginal homogeneity test를 실시하였다. 최종적으로 수술부위감염이 발생한 집단과 발생하지 않은 집단의 평균 재원일수와 비용을 산출하고, paired t-test로 유의성 검정을 실시하였다. 모든 통계적 검정은 유의수준을 5%로 하여 양측검정을 하였고, 통계 프로그램은 SAS(ver 9.13)를 이용하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

전체 연구대상자 18,361명 중에서 수술부위감염이 발생한 환자는 598명(3.3%)이었고, 감염이 발생하지 않은 환자는 17,763명(96.7%)이었다. 수술별 환자 수는 위수술 1,731명, 담낭수술 3,899명, 대장수술 1,568명, 자궁적출술 4,149명, 제왕절개술 7,014명이었(표 1). 수술부위감염이 발생한 환자는 위수술 95명(5.5%), 담낭수술 183명(4.7%), 대장수술 104명(6.6%), 자궁적출술 107명(2.6%), 제왕절개술 109명(1.6%)으로 대장수술을 받은 환자들에서 수술부위감염이 가장 많이 발생하였고, 제왕절개술을 받은 환자들에서 감염이 가장 적게 발생하였다.

수술별로 일반적 특성에 따른 수술부위감염 발생률의 차이를 분석한 결과, 위수술에서는 성별, ASA score, 수술시간, 동시수술, 피해야할 항생제 투여 여부에 따라 감염 발생률에 유의한 차이가 있었다. 담낭수술에서는 성별을 제외한 모든 변수에서 유의한 차이를 보였고, 대장수술에서는 ASA score, 수술형태, 수술시간, 동시수술, 피해야할 항생제 투여 여부가 유의하였다. 자궁적출술에서는 기관종별, 수술시간, 동시수술, 피해야할 항생제 투여 여부가 유의하였고, 제왕절개술에서는 기관종별, ASA score, 수술형태가 유의하였다.

2. 성향점수로 짝지어진 대상자의 일반적 특성

수술별로 다중 로지스틱 회귀분석을 실시하여 성향점수를 산출하였고, 성향점수에 따라 수술부위감염이 발생한 환자와 발생하지 않은 환자를 1:1로 짝지었다. 위수술 환자들은 짝짓기 전 수술부위감염이 발생한 환자들의 성향점수는 0.007-0.567에 분포하였고, 감염이 발생하지 않은 환자들의 성향점수는 0.005-0.638에 분포하였다. 성향점수를 기준으로 짝지은 결과, 수술부위감염이 발생한 환자 95명 중 1명을 제외한 94명이 감염이 발생하지 않은 환자와 짝지어졌다. 짝짓기 후 두 집단 간 성향점수는 유사한 분포를 보였으며(그림 1), 두 집단 간 일반적 특성에 따른 수술부위감염 발생률은 유의한 차이가 없었다(표 2).

담낭수술 환자들은 짝짓기 전 수술부위감염이 발생한 환자들의 성향점수는 0.010-0.252에 분포하였고, 감염이 발생하지 않은 환자들의 성향점수는 0.000-0.370에 분포하였다. 성향점수 짝짓기 결과, 감염이 발생한 환자 183명 모두 감염이 발생하지 않은 환자와 짝지어졌다. 짝짓기 후 두 집단 간 성향점수는 유사한 분포를 보였으며(그림 1), 일반적 특성에 따른 수술부위감염 발생률의 차이는 유의하지 않았다(표 2).

표 1. 수술별 연구대상자의 일반적 특성

(단위:명(%))

번호	구분	위수술 (N=1,731)		담낭수술 (N=2,050)		대장수술 (N=1,569)		재정맥혈수술 (N=1,148)		제1차원기수술 (N=7,014)	
		Mean-SS1	SS1	Mean-SS1	SS1	Mean-SS1	SS1	Mean-SS1	SS1	Mean-SS1	SS1
성별	남	1,065(93.3)	771(7)	1,707(95.7)	774(3)	846(93.2)	62(6.8)	0.755	-	835(93.4)	1081(6)
	여	570(98.9)	18(3.1)	2,009(95.0)	106(5.0)	616(93.6)	42(6.4)	0.302	-	318(34.1)	374(4)
	비교상호연관성	53.0±12.0	80.1±12.2	51.2±14.7	56.8±14.8	61.3±12.0	82.4±13.1	0.298*	40.2±5.6	40.8±9.4	31.4±4.4
연령	19-29	18(90.5)	2(6.5)	268(97.1)	6(3.0)	23(92.0)	2(6.0)	0.000*	71(100.0)	0(0.0)	38(1.8)
	30-39	105(95.5)	5(4.5)	664(96.5)	24(3.5)	51(92.7)	4(7.3)	0.000*	539(98.3)	7(1.7)	4,624(98.6)
	40-49	288(97.8)	7(2.4)	812(96.4)	30(3.6)	177(93.2)	13(6.8)	0.000*	2,388(97.8)	58(2.4)	21,617(7)
	50-59	427(93.2)	31(6.8)	655(95.2)	42(4.8)	365(95.8)	16(4.2)	0.000*	773(95.9)	25(3.1)	-
	60-69	485(95.3)	24(4.7)	672(94.7)	38(5.4)	472(93.7)	32(6.4)	0.000*	311(97.2)	9(2.8)	-
	70+	311(92.3)	26(7.7)	460(92.1)	41(7.9)	376(91.0)	37(9.0)	0.000*	158(95.7)	7(4.3)	-
기관통제	상근환자	1,120(95.0)	59(5.0)	1,701(96.9)	54(3.1)	637(92.6)	75(7.4)	0.000*	1,451(97.2)	42(2.8)	0.000*
	환자병원	516(93.5)	36(6.5)	1,985(93.9)	126(6.1)	459(94.2)	29(5.8)	0.000*	1,847(97.0)	59(3.0)	0.000*
	병원	-	-	30(100.0)	0(0.0)	69(96.6)	1(1.4)	0.000*	74(100.0)	7(10.0)	0.000*
ASA score	class 1	637(98.4)	24(3.6)	1,812(98.4)	67(3.6)	441(93.2)	32(6.8)	0.000*	2,817(97.7)	63(2.4)	0.000*
	class 2	601(93.9)	58(6.2)	1,735(94.5)	102(5.5)	913(94.4)	54(5.6)	0.000*	1,381(93.9)	43(3.1)	0.000*
	class 3	681(98.1)	12(1.9)	178(92.8)	14(7.2)	110(95.9)	18(14.1)	0.000*	64(98.5)	1(1.5)	0.000*
수술형태	절구수술	1,513(94.6)	83(5.5)	3,524(95.6)	153(4.4)	1,426(93.6)	97(6.4)	0.000*	4,002(97.4)	106(2.6)	0.000*
	통근수술	3,342(9)	216(0)	192(80.6)	20(9.4)	36(94.4)	7(15.6)	0.000*	40(97.6)	1(2.4)	0.000*
수술 전 입원기간	평균상호연관성	3.3±2.2	3.9±3.4	2.8±3.2	3.6±3.7	4.1±3.2	4.3±4.1	0.000*	1.1±1.3	1.2±0.8	0.457*
	0-2일	946(94.6)	54(5.4)	2,617(96.3)	101(3.7)	549(92.7)	43(7.3)	0.000*	3,889(97.4)	128(2.6)	0.000*
	3일 이상	680(94.4)	41(5.6)	1,068(93.1)	62(6.9)	916(93.8)	61(6.2)	0.000*	153(93.6)	5(3.2)	0.000*
수술시간	평균상호연관성	3.3±1.2	3.7±1.2	1.1±0.7	1.3±1.0	3.2±1.5	3.7±1.5	0.000*	1.8±0.9	2.2±1.4	0.000*
	3시간 미만	439(97.3)	12(2.7)	3,585(95.6)	184(4.4)	479(95.4)	23(4.6)	0.000*	3,364(97.7)	78(2.3)	0.000*
	3시간 이상	1,197(93.5)	83(6.5)	151(98.6)	9(1.2)	691(92.4)	61(7.6)	0.000*	678(95.8)	28(4.1)	0.000*
복시수술	미니모	1,595(95.2)	87(4.8)	3,483(95.8)	155(4.3)	1,342(94.3)	61(5.7)	<0.001*	3,378(97.9)	77(2.2)	0.000*
	예	41(73.2)	15(26.8)	223(98.8)	28(11.2)	122(94.1)	23(15.9)	<0.001*	654(95.7)	30(4.3)	0.000*
피부절개 위치	상복	1,504(94.7)	84(5.3)	2,458(96.7)	53(3.3)	460(92.4)	38(7.6)	0.276*	3,135(97.4)	80(2.6)	0.000*
	미음복	132(92.3)	11(7.7)	1,268(92.6)	100(7.4)	1,004(93.8)	66(6.2)	<0.001*	1,007(97.4)	27(2.6)	0.000*
피복이탈 여부	무이탈	124(97.5)	8(2.5)	1,600(97.2)	48(2.8)	886(97.2)	20(2.8)	<0.001*	2,127(98.4)	34(1.6)	0.000*
	피복이탈	333(86.1)	83(3.9)	2,056(93.4)	135(6.2)	778(90.3)	84(9.7)	<0.001*	1,915(98.3)	73(3.7)	<0.001*
총계	평균상호연관성	1,536(94.5)	95(5.5)	3,716(95.3)	183(4.7)	1,494(93.4)	104(6.6)	0.000*	4,042(97.4)	107(2.6)	0.000*
	예	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

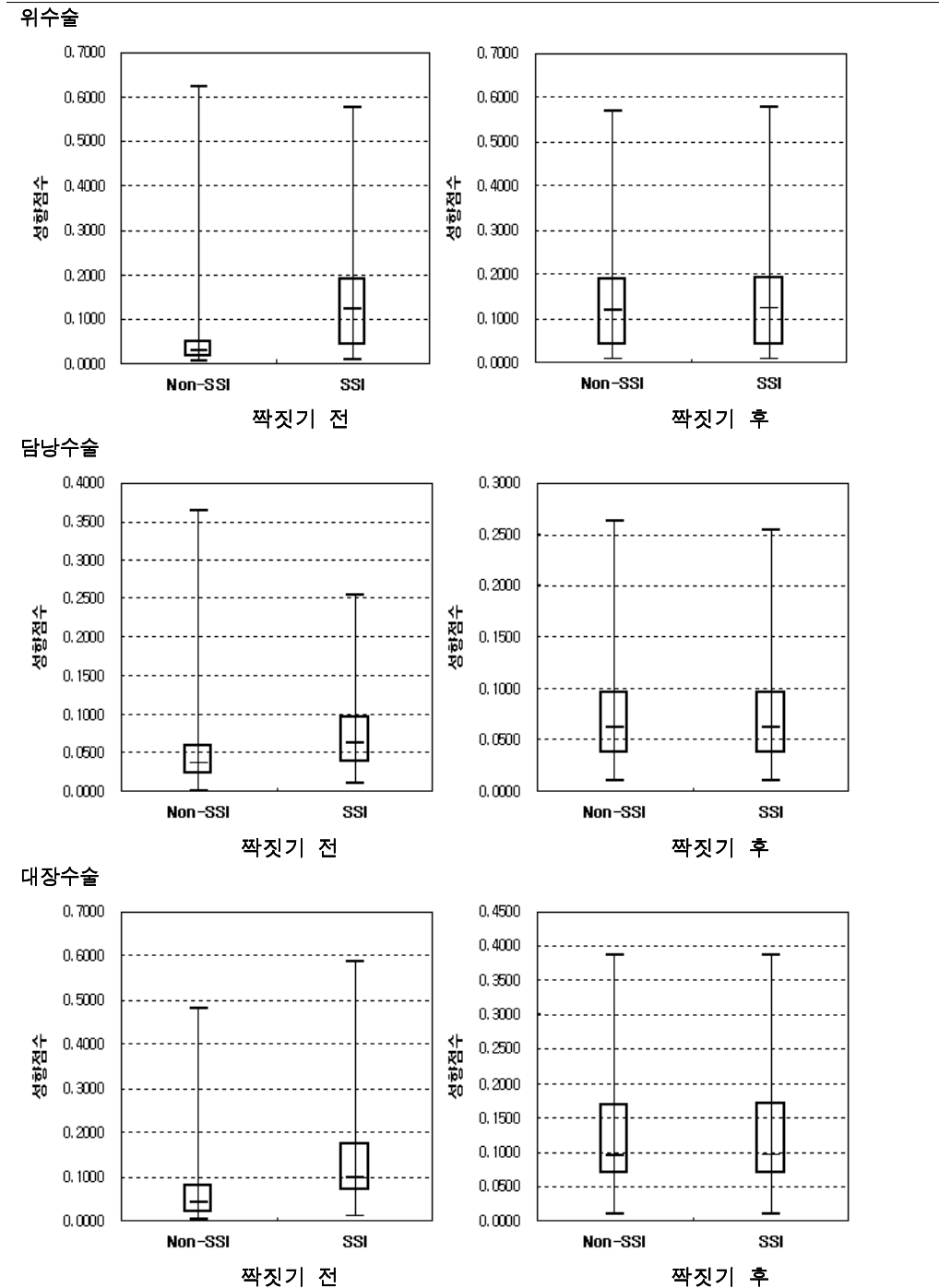
* P 값은 카이제곱검정의 결과임.
 † 퍼시의 정확성 검정 결과임.
 ‡ Student's t-test 결과임.

표 2. 성향점수를 기준으로 짝지어진 연구대상자의 일반적 특성

(단위:명(%))

변수	구분	취수술 (N=188)		담낭수술 (N=300)		대장수술 (N=200)		자궁적출술 (N=214)		폐경절거술 (N=218)	
		Non-SSI	SSI	Non-SSI	SSI	Non-SSI	SSI	Non-SSI	SSI	Non-SSI	SSI
성별	남	73(46.0)	78(51.0)	80(51.0)	77(49.0)	80(49.2)	82(50.8)	-	-	-	-
	여	21(53.9)	19(46.2)	108(49.3)	109(50.7)	43(51.2)	41(48.8)	0.763 [†]	-	109(50.3)	109(50.0)
연령	평균±표준편차	59.6±10.7	59.1±12.2	57.2±14.2	55.8±14.8	63.1±11.1	62.3±13.1	0.804 [†]	51.8±10.9	46.8±9.4	0.1314
	범위	59(50.4)	59(49.6)	55(50.5)	54(49.5)	72(49.3)	74(50.7)		42(50.0)	42(50.0)	
기관종별	종합병원	35(46.3)	39(50.7)	128(49.8)	129(50.2)	30(51.7)	28(48.3)	0.850 [†]	58(50.0)	58(50.0)	1.000 [†]
	병실	-	-	-	-	1(50.0)	1(50.0)		7(50.0)	7(50.0)	
ASA score	class 1	20(45.5)	24(54.6)	75(62.8)	87(47.2)	28(46.7)	32(53.3)		84(50.4)	83(49.6)	
	class 2	67(53.6)	59(46.4)	94(48.0)	102(52.0)	59(50.9)	54(49.1)	0.784 [†]	43(50.0)	43(50.0)	0.832 [†]
	class 3	7(33.8)	12(53.2)	14(50.0)	14(50.0)	19(52.8)	17(47.2)		0(0.0)	11(100.0)	
수술형태	절구수술	92(50.0)	92(50.0)	168(50.5)	163(49.5)	99(50.8)	86(49.2)	0.317 [‡]	107(50.2)	108(49.8)	
	총절구수술	2(50.0)	2(50.0)	17(48.0)	20(54.1)	4(36.4)	7(63.6)		0(0.0)	11(100.0)	
수술 전 입원기간	평균±표준편차	3.6±2.7	3.9±3.4	3.8±4.8	3.6±3.7	4.0±3.4	4.3±4.1	0.5740	1.3±1.8	1.2±0.8	0.3537
	범위	3.7±1.3	3.7±1.2	1.9±0.6	1.3±1.0	3.7±2.7	3.7±1.5	0.5740	2.1±1.3	2.2±1.4	0.1839
수술시간	평균±표준편차	82(50.8)	80(48.4)	158(50.0)	156(50.0)	79(49.4)	81(50.6)	0.894 [†]	72(48.3)	77(51.7)	0.2371 [†]
	범위	12(48.2)	14(53.0)	28(50.0)	29(50.0)	24(52.2)	22(47.8)		26(53.9)	30(46.2)	
퇴원비용	전 1	80(49.1)	89(50.9)	80(48.1)	83(50.9)	37(49.3)	38(50.7)	0.681 [§]	83(50.8)	80(49.1)	0.4688 [†]
	시간이내 의 환성제 투여	14(56.0)	11(44.0)	108(50.7)	100(49.3)	66(50.4)	65(49.6)		24(47.1)	27(52.9)	
퇴원비용 의 환성제 투여	전 1	30(48.4)	32(51.6)	55(53.4)	48(46.6)	21(51.2)	20(48.8)	0.788 [‡]	36(51.4)	34(48.6)	
	시간이내 의 환성제 투여	54(50.8)	52(49.2)	128(48.7)	135(51.3)	82(48.7)	83(50.3)	0.5637 [†]	71(49.3)	73(50.7)	0.5637 [†]
계		94	94	183	183	103	103		107	107	

† P 값은 paired t-test의 결과임.
‡ McNemar's test 결과임.
§ marginal homogeneity test 결과임.



[그림 1] 짜집기 전·후 성향점수 분포(자궁적출술, 제왕절개술 생략)

대장수술 환자들은 짝짓기 전 수술부위감염이 발생한 환자들의 성향점수는 0.011-0.550에 분포하였고, 감염이 발생하지 않은 환자들의 성향점수는 0.003-0.510에 분포하였다. 성향점수 짝짓기 결과, 감염이 발생한 환자 104명 중 1명을 제외한 103명이 감염이 발생하지 않은 환자와 짝지어졌다. 짝짓기 후 두 집단 간 성향점수는 유사한 분포를 보였으며(그림 1), 일반적 특성에 따른 수술부위감염 발생의 차이는 유의하지 않았다(표 2).

자궁적출술 환자들은 짝짓기 전 수술부위감염이 발생한 환자들의 성향점수는 0.004-0.479에 분포하였고, 감염이 발생하지 않은 환자들의 성향점수는 0.002-0.520에 분포하였다. 성향점수 짝짓기 결과, 감염이 발생한 환자 107명 모두 감염이 발생하지 않은 환자와 짝지어졌다. 짝짓기 후 두 집단 간 성향점수는 유사한 분포를 보였으며, 일반적 특성에 따른 수술부위감염 발생의 차이는 유의하지 않았다(표 2).

제왕절개술 환자들은 짝짓기 전 수술부위감염이 발생한 환자들의 성향점수는 0.004-0.123에 분포하였고, 감염이 발생하지 않은 환자들의 성향점수는 0.003-0.311에 분포하였다. 성향점수 짝짓기 결과, 감염이 발생한 환자 109명 모두 감염이 발생하지 않은 환자와 짝지어졌다. 짝짓기 후 두 집단 간 성향점수는 유사한 분포를 보였으며, 일반적 특성에 따른 수술부위감염 발생의 차이는 유의하지 않았다(표 2).

3. 수술부위감염이 재원일수에 미치는 영향

성향점수 짝짓기 후 두 집단 간 평균 재원일수를 비교한 결과, 모든 수술에서 감염이 발생하지 않은 환자에 비해 감염이 발생한 환자의 재원일수가 더 길었으며, 통계적으로 유의하였다. 수술별로 보면, 위수술은 5.4일, 담낭수술은 1.1일, 대장수술은 5.2일, 자궁적출술은 2.0일, 제왕절개술은 1.4일 유의하게 길었다(표 4).

표 3. 수술부위감염에 따른 재원일수의 차이(평균(중앙값))

(단위: 일(day))

수술종류	전체	Non-SSI (A)	SSI (B)	Difference (B-A)	P-value*
위수술 (n=188)	19.2(17.0)	16.5(15.0)	21.9(20.0)	5.4(5.0)	<.0001
담낭수술 (n=366)	9.9(8.0)	9.4(8.0)	10.5(9.0)	1.1(1.0)	0.0442
대장수술 (n=206)	19.0(17.0)	16.4(15.0)	21.6(20.0)	5.2(5.0)	<.0001
자궁적출술 (n=214)	9.1(8.5)	8.1(8.0)	10.1(9.0)	2.0(1.0)	<.0001
제왕절개술 (n=218)	8.2(7.0)	7.5(7.0)	8.9(7.0)	1.4(0)	0.0103

* P값은 paired t-test 결과임.

4. 수술부위감염이 비용에 미치는 영향

성향점수 짝짓기(propensity score matching) 후 두 집단 간 비용을 비교한 결과, 모든 수술에서 수술부위감염이 발생하지 않은 환자에 비해 감염이 발생한 환자의 평균 비용이 더 많았다. 수술별로 보면, 위수술 1,311,000원, 담낭수술 243,000원, 대장수술 1,068,000원, 자궁적출술 260,000원, 제왕절개술 271,000원정도 차이가 있었으며, 통계적으로 유의하였다(표 5).

표 4. 수술부위감염에 따른 비용의 차이(평균(중앙값))

(단위: 원(won))

수술종류	전체	Non-SSI (A)	SSI (B)	Difference (B-A)	P-value*
위수술	5,853,471 (5,401,125)	5,197,880 (5,062,130)	6,509,062 (5,854,865)	1,311,182 (792,735)	0.0003
담낭수술	3,194,620 (2,828,660)	3,073,012 (2,706,610)	3,316,227 (2,901,020)	243,215 (194,410)	0.0410
대장수술	5,723,185 (5,357,225)	5,188,867 (4,973,800)	6,257,503 (5,987,110)	1,068,636 (1,013,310)	<.0001
자궁적출술	2,104,827 (1,961,280)	1,974,390 (1,858,800)	2,235,263 (2,038,520)	260,873 (179,720)	0.0208
제왕절개술	1,313,142 (1,185,750)	1,177,532 (1,152,560)	1,448,751 (1,235,070)	271,219 (82,510)	<.0001

* P값은 paired t-test 결과임.

IV. 고찰 및 결론

1. 연구방법 및 결과에 대한 고찰

이 연구는 심평원의 영양급여적정성 평가 자료와 건강보험 및 의료급여 진료비 청구자료를 이용하여 수술부위감염이 재원일수와 비용에 미치는 영향을 알아보았다. 평가 자료에는 영양기관, 환자의 수술에 대한 정보와 입원기간, 수술부위감염 여부 등이 포함되었고, 비용은 건강보험 및 의료급여 청구자료에서 추출하여 병합하였다. 수술부위감염에 따른 의료이용 차이에 대해 박은숙 등(2005)의 연구에서는 성, 연령(±5), 수술종류, NNIS 위험지수를 기준으로 짝짓기를 하였고, 국외연구에서는 성, 연령, NNIS 위험지수, 수술시점, 동반질환 수, 의과 의사, 수술종류, 진단명, ASA 점수를 기준으로 짝짓기 하였다(Kirkland 등, 1999 ; Jenney 등, 2001 ; Whitehouse 등, 2002 ; Perencevich 등,

2003 ; Kasatpibal 등, 2005 ; Coello 등, 2005 ; Monge 등, 2006 ; Eagye 등, 2009). 그러나 이 연구에서는 수술부위감염의 위험요인으로 성, 연령, 의료기관 종별, ASA score, 수술형태, 수술 전 재원일수, 수술시간, 동시수술 여부, 수술부위 피부절개 전 1시간 이내 항생제 투여, 피해야할 항생제 투여 여부를 사용하여 성향점수를 산출하고, 이를 기준으로 짝짓기하여 재원일수와 비용을 비교하였기 때문에 수술부위감염 이외에 다른 요인의 영향을 최소화하였다.

연구결과, 수술부위감염 발생은 5개 수술 모두에서 재원일수와 비용을 유의하게 증가시켰다. 감염이 발생한 환자와 발생하지 않은 환자의 평균 재원일수의 차이는 위수술 5.4일, 담낭수술 1.1일, 대장수술 5.2일, 자궁적출술 2.0일, 제왕절개술 1.4일이었다. 비용은 위수술 1,311,000원, 담낭수술 243,000원, 대장수술 1,068,000원, 자궁적출술 260,000원, 제왕절개술 271,000원정도 차이가 있었다. 이 연구결과를 이용하여 5개 수술의 수술부위감염으로 인한 연간 재원일수와 비용의 증가를 추정하였다. 2007년 5개 수술의 청구건수와 감염발생률을 이용하여 연간 감염발생건수를 산출하고, 수술별 추가 재원일수와 비용을 산출하였다. 그 결과, 재원일수는 위수술은 8,631일, 담낭수술 1,406일, 대장수술 6,177일, 자궁적출술 1,913일, 제왕절개술 3,704일 증가하였고, 비용은 위수술 21억원, 담낭수술 3억원, 대장수술 13억원, 자궁적출술 2억원, 제왕절개술 7억원 증가하였다. 따라서 수술부위감염으로 총 2만여 일의 재원일수와 46억원의 비용이 추가 발생하였다.

박은숙 등(2005)의 연구에서 수술부위감염으로 인해 재원일수는 5.2일, 입원진료비용은 2.2백만 원 증가한 것과 비교하면 이 연구에서 재원일수와 비용의 증가 정도는 적었다. 이것은 연구에 포함된 의료기관, 수술종류 등의 차이로 인한 것으로 보인다. 기존 연구에서는 1개 대학병원 외과수술 환자만을 대상으로 한 데 반해, 여기에서는 전국의 병원급 이상 의료기관을 포함하였다. 또한 이 연구에서는 외과와 산부인과를 포함한 5개 수술을 대상으로 하였는데, 산부인과 수술은 외과 수술에 비해 상대적으로 재원일수가 짧고, 비용도 적어 감염군과 비감염군 간에 차이가 작게 나타난 것으로 보인다. 그리고 박은숙 등의 연구에서 비용은 비급여 비용을 포함한 병원비 전체이지만, 이 연구에서는 비급여비용을 제외한 급여비용이므로 상대적으로 비용이 적게 측정된 것으로 보인다.

국외 연구에서 수술부위감염에 따른 재원일수의 차이는 1-21일, 비용은 \$3,089-\$17,708였다(Kirkland 등, 1999 ; Jenney 등, 2001 ; Whitehouse 등, 2002 ; Perencevich 등, 2003 ; Kasatpibal 등, 2005 ; Coello 등, 2005 ; Monge 등, 2006 ; Eagye 등, 2009). 이것은 나라마다 지불제도와 수가체계가 다르고, 연구에 포함된 수술의 종류가 다르기 때문인 것으로 보인다. 그러나 기존 연구에서 수술부위감염이 발생한 경우 재원일수, 비용 등이 증가하는 경향을 보여 이 연구의 결과와 일치한다.

이 연구는 몇 가지 제한점을 갖는다. 첫째, 연구에서 사용한 수술부위감염에 대한 자료는 의료기관이 자가 입력하여 보고한 것이므로 감염 발생률이 과소 추정되었을 가능성이 있다. 일반적으로 수술부위감염은 수술 후 30일까지 관찰해야하며, 인공관절치환술 등은 수술 후 1년까지 추적관찰이 필요하다(전국병원감염감시체계, 2008). 이 연구에서는 해당수술 입원기간 내에 발생한 감염만을 조사하였으므로 퇴원 후 발생한 수술부위감염은 조사하지 못하였으므로 감염 발생률이 과소 추정되었을 수 있다. 그러나 연구결과, 수술부위감염 발생률은 5.3%로 기존의 국내연구에서 수술부위감염 발생률이 2.9%에서 9.8%로 보고된 것(김준명, 1999 ; 사공필용, 2007 ; 김의석 등, 2008)과 큰 차이가 없었다.

둘째, 이 연구는 건강보험 및 의료급여 청구자료를 이용하였으므로 비급여 비용은 포함되지 않았다. 우리나라에서 비급여 비용이 13-16%정도임을 감안하면(국민건강보험공단, 2007), 실제 수술부위감염으로 인한 비용은 더욱 증가할 것이다.

셋째, 이 연구에서는 수술부위감염이 발생한 환자와 발생하지 않은 환자들을 성향점수를 기준으로 1:1로 짝을 지어 비교하였다. 성향점수는 관측된 변수만을 가지고 수술부위감염이 발생할 확률을 추정하는 것이므로 관측되지 않은 변수에 의한 차이는 보정하지 못한다. 따라서 수술부위감염에 있어서 중요한 요인인 개별 의료기관, 수술을 시행한 의사(surgeon) 등을 고려하지 못하였다. 또한 짝짓기(matching)는 고려할 변수가 많은 경우 짝짓기하기 어려울 뿐만 아니라 충분한 자료의 수가 필요하다는 제한점이 있다. 이러한 제한점 때문에 성, 연령, 의료기관 종별, ASA score, 수술형태, 수술 전 재원일수, 수술시간, 동시수술 여부, 수술부위 피부절개 전 1시간 이내 항생제 투여, 피해야할 항생제 투여 여부, 수술부위감염 여부를 독립변수로 하는 다중회귀분석을 실시하여 성향점수 짝짓기를 이용한 분석결과와 비교하였다. 분석 결과, 수술부위감염은 연구 대상수술 모두에서 재원일수와 비용에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 위수술 환자는 수술부위감염으로 재원일수 26.8%, 비용 22.1% 증가하였고, 담낭수술은 각각 10.2%, 7.1% 증가하였다. 대장수술 환자는 수술부위감염으로 재원일수 25.9%, 비용 12.3% 증가하였고, 자궁적출술은 각각 21.2%, 13.2%, 제왕절개술은 10.4%, 14.6% 증가하여 성향점수 짝짓기를 이용한 결과와 비슷하였다.

2. 결론

이 연구는 전국 규모의 자료를 이용하여 수술부위감염이 재원일수와 비용에 미치는 영향을 보았다. 전체 수술부위감염률은 3.3%였고, 수술별 감염률은 위수술 5.5%, 담낭수술 4.7%, 대장수술 6.6%, 자궁적출술 2.6%, 제왕절개술 1.6%였다. 수술부위감염이 발생한 환자의 평균 재원일수는 감염이 발생하지 않은 환자에 비해 유의하게 길었는데,

그 차이는 위수술 5.4일, 담낭수술 1.1일, 대장수술 5.2일, 자궁적출술 2.0일, 제왕절개술 1.4일이었다. 그리고 감염이 발생한 환자의 비용은 수술부위감염이 발생하지 않은 환자에 비해 유의하게 더 많았다. 그 차이는 위수술 1,311,000원, 담낭수술 243,000원, 대장수술 1,068,000원, 자궁적출술 260,000원, 제왕절개술 271,000원 정도였다. 그리고 5개 수술의 수술부위감염으로 인한 연간 재원일수와 비용의 증가를 추정할 결과, 수술부위감염으로 총 2만여 일의 재원일수와 46억원의 비용이 추가 발생하였다. 이것은 보건의료체계의 자원의 낭비일 뿐만 아니라 환자 측면에서 노동손실로 인한 소득 감소에도 영향을 미칠 수 있다. 또한 재원일수의 증가는 입원치료를 통해 건강이 향상될 수 있는 다른 환자의 진료시점을 지연시켜 예방 가능한 손실을 초래했을 수 있다. 이러한 기회비용과 간접적 편익까지 고려한다면 사회적으로 수술부위 감염을 예방하기 위한 노력은 그 중요성이 더욱 커질 것으로 판단된다.

이 연구는 수술부위감염이 재원일수와 비용을 증가시킨다는 것을 보여 주었으며, 이것은 환자뿐만 아니라 병원, 나아가 사회의 손실이라고 할 수 있다. 이러한 손실은 다시 말하면 수술부위감염을 예방함으로써 절감할 수 있는 비용이라고 할 수 있다. 수술부위감염은 치료를 위해 의료서비스를 이용한 환자가 오히려 해를 입게 되는 환자안전의 주요 영역이다. 이러한 영역들은 의료서비스의 가장 기본적인 조건임에도 불구하고 자료의 정확도와 보고체계의 미비 등으로 질 향상 정책이 적극적으로 수립되지 못하고 있다. 향후 전향적 임상연구 및 정확한 자료수집을 위한 시스템 구축 등을 통해 정확한 수술부위감염률과 예방의 중요성 및 효과 분석이 이루어져야 할 것이다. 더불어 수술부위 감염 예방을 위해 보다 적극적이고 실제적인 실행방안이 개발되어 의료서비스제공의 바람직한 변화를 추구해야 할 것이다.

참고문헌

- 국민건강보험공단. 비급여 진료비 실태와 관리방안. 2007.
- 김경훈, 박춘선, 장진희, 김남순, 이진서, 최보람 등. 요양급여적정성 평가자료를 이용한 예방적 항생제 사용과 수술부위감염 발생의 관련성 연구. 예방의학회지 2010;43(3):235-244.
- 김의석, 장윤정, 박윤수, 강지혜, 박신영, 김정연 등. 2007년 다기관 수술부위감염감시 체계 결과보고: 인공관절치환술과 위절제술. 병원감염관리 2008;13(1):32-41.
- 김준명. 병원감염의 국내 발생현황. 대한내과학회지 1999;57(4):572-577.
- 박은숙, 김경식, 이우정, 장선영, 최준용, 김준명. 수술부위감염에 따른 경제적 손실. 병원감염관리 2005;10(2):57-64.

- 사공필용. 예방적 항생제 사용양상과 수술부위감염률의 관련성[석사학위논문]. 서울: 서울대학교 대학원;2007.
- 이신영. 일개 종합병원의 수술부위감염에 영향을 미치는 요인[석사학위논문]. 서울: 고려대학교 대학원;2004.
- 이재혁, 한호성, 민석기, 이현국, 이주호, 김영우 등. 외과 환자의 수술창감염에 대한 전향적인 연구. 대한외과학회지 2004;66(2):133-137.
- 이혜령. 일반외과 환자의 수술 후 창상감염에 영향을 미치는 요인[석사학위논문]. 강원도: 강원대학교 대학원;2002.
- 전국병원감시체계. 전국병원감염감시체계(KONIS) 매뉴얼 2008.
- 한달선, 김병익, 배상수, 김동현, 최영호, 이상일 등. 병원감염이 진료비용에 미치는 영향에 대한 연구. 보건경제연구 1997;3:84-106.
- 5 Million Lives Campaign. Getting Started Kit: Prevent Surgical Site Infections How-to Guide. Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement; 2008.
- Anderson DJ, Kaye KS, Classen D, Arias KM, Podgorny K, Burstin H, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals. Infection Control and Hospital Epidemiology 2008;29 Suppl 1:S51-61.
- Coello R, Charlett A, Wilson J, Wardc V, Pearsona A, Borriello P, et al. Adverse impact of surgical site infections in English hospitals. Journal of Hospital Infection 2005;60(2):93-103.
- Connors AF Jr, Speroff T, Dawson NV, Thomas C, Harrell FE Jr, Wagner D, et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. the Journal of the American Medical Association 1996;276(11):889-897.
- D'Agostino RB Jr. Propensity score methods for bias reduction in the comparison of a treatment to a non-randomized control group. Statistics in medicine 1998;17(19):2265-2281.
- Eagye KJ, Nicolau DP. Deep and organ/space infections in patients undergoing elective colorectal surgery: incidence and impact on hospital length of stay and costs. American Journal of Surgery 2009;198(3):359-367.
- Graves N, Nicholls TM, Morris AJ. Modeling the costs of hospital-acquired infections in New Zealand. Infection Control and Hospital Epidemiology

2003;24(3):214-223.

Gum PA, Thamilarasan M, Watanabe J, Blackstone EH, Lauer MS. Aspirin use and all-cause mortality among patients being evaluated for known or suspected coronary artery disease: A propensity analysis. *the Journal of the American Medical Association* 2001;286(10):1187-1194.

Hollenbeak CS, Murphy D, Dunagan WC, Fraser VJ. Nonrandom selection and the attributable cost of surgical-site infections. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2002;23(4):177-182.

Jenney AW, Harrington GA, Russo PL, Spelman DW. Cost of surgical site infections following coronary artery bypass surgery. *ANZ Journal of Surgery* 2001;71(11):662-664.

Kaltenbach L. How to use propensity score analysis. 2008.

Kasatpibal N, Thongpiyapoom S, Narong MN, Suwalak N, Jamulitrat S. Extra charge and extra length of postoperative stay attributable to surgical site infection in six selected operations. *Journal of The Medical Association of Thailand* 2005;88(8):1083-1091.

Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL, Wilkinson WE, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 1999;20(11):725-730.

Love TE. Using propensity score methods effectively. *Cleveland Chapter of the American Statistical Association Fall Workshop*;2004.

Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. *Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Infection Control and Hospital Epidemiology* 1999;20(4):247-278.

Monge Jodra V, Sainz de Los Terreros Soler L, Diaz-Agero Perez C, Saa Requejo CM, Plana Farras N. Excess length of stay attributable to surgical site infection following hip replacement: a nested case-control study. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2006;27(12):1299-1303.

Murray PK, Singer M, Dawson NV, Thomas CL, Cebul RD. Outcomes of rehabilitation services for nursing home residents. *Archives of Physical*

Medicine and Rehabilitation 2003;84(8):1129-1136.

Parsons LS. Reducing bias in a propensity score matched-pair sample using greedy matching techniques. SAS SUGI 2001;214-226.

Perencevich EN, Sands KE, Cosgrove SE, Guadagnoli E, Meara E, Platt R. Health and economic impact of surgical site infections diagnosed after hospital discharge. Emerging Infectious Diseases 2003;9(2):196-203.

Seung KB, Park DW, Kim YH, Lee SW, Lee CW, Hong MK, et al. Stents versus coronary-artery bypass grafting for left main coronary artery disease. The New England Journal of Medicine 2008;358(17):1781-1792.

Thuny F, Beurtheret S, Mancini J. The timing of surgery influences mortality and morbidity in adults with severe complicated infective endocarditis: a propensity analysis. European Heart Journal 2009;26.

Whitehouse JD, Friedman ND, Kirkland KB, Richardson WJ, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections following orthopedic surgery at a community hospital and a university hospital: adverse quality of life, excess length of stay, and extra cost. Infection Control and Hospital Epidemiology 2002;23(4):183-189.

Xuezheng S, Zhao Y. Generalized McNemar's test for homogeneity of the marginal distributions. SAS Global Forum 2008 paper 382-2008.

Yang G, Stemkowski S, Saunders W. A review of propensity score application in healthcare outcome and epidemiology. PharmaSUG Conference Denver, CO. 2007.

Yasunaga H, Ide H, Imamura T, Ohe K. Accuracy of economic studies on surgical site infection. Journal of Hospital Infection 2007;65(2):102-107.