신경외과 개두술 후 수술 부위 감염 발생의 위험 인자: 2008년 전국 다기관 수술 부위 감염 감시 결과

김효열[1,4] · 김영근[1] · 어 영[2] · 황 금[3] · 정혜란[4] · 최희정[5] · 손희정[6] · 진혜영[7] · 최순임[8]
김홍빈[9] · 김의석[10] · 박윤수[11] · 조용균[11] · 박신영[12] · 송영구[13] · 김준명[13]

연세대학교 원주의과대학 감염내과[1], 진단검사의학과[2], 신경외과[3], 원주기독병원 감염관리실[4],
이화여자대학교 의과대학 감염내과[5], 이대목동병원 감염관리실[6], 아주대병원 감염관리실[7], 계명대동산의료원 감염관리실[8],
서울대학교 의과대학 감염내과[9], 동국대학교 의과대학 감염내과[10], 가천대학교 의과대학 감염내과[11],
가천대학교 의과대학 길병원 감염관리실[12], 연세대학교 의과대학 감염내과[13]

Risk Factors for Neurosurgical Site Infections after Craniotomy: a Nationwide Prospective Multicenter Study in 2008

Hyo Youl Kim[1,4], Young Keun Kim[1], Young Uh[2], Kum Whang[3], Hye Ran Jeong[4], Hee Jung Choi[5], Hee Jung Son[6], Hye Young Jin[7], Soon Im Choi[8], Hong Bin Kim[9], Eu Suk Kim[10], Yoon Soo Park[11], Yong Kyun Cho[11], Shin Yong Park[12], Young Goo Song[13], and June Myung Kim[13]

Division of Infectious Diseases[1], Department of Laboratory Medicine[2], Department of Neurosurgery[3] and Infection Control Office[4], Wonju Christian Hospital, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju; Division of Infectious Diseases[5] and Infection Control Office[6], Ewha Womans University Mokdong Hospital, Seoul; Infection Control Office, Ajou University Hospital[7], Suwon; Infection Control Office, Keimyung University Dongsan Medical Center[8], Daegu; Division of Infectious Diseases, Seoul National University Bundang Hospital[9], Seongnam; Department of Infectious Diseases, Dongguk University International Hospital[10], Goyang; Division of Infectious Diseases[11] and Infection Control Unit[12], Gachon University Gil Medical Center, Incheon; Division of Infectious Diseases, Yonsei Medical Center[13], Seoul, Korea

Background: Neurosurgical site infection may have serious sequelae, especially that occurring after craniotomy. A nationwide prospective multicenter study was performed in Korea to determine the incidence and risk factors for surgical site infections (SSI) after craniotomy.

Methods: We collected demographic data, clinical and operative risk factors for SSI, and information regarding the antibiotics administered for the patients who underwent craniotomy in 17 hospitals between July and December of 2008. All the data were collected using a real-time web-based reporting system.

Results: Of the 1,020 patients who underwent craniotomy, 31 (3%) developed SSI, including 4 with superficial incisional SSI, 2 with deep incisional SSI, and 25 with organ/space SSI. The SSI rate was predicted on the basis of the National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) risk index. The SSI rate of 3.1%, 3.3%, and 1.8% were ascribed NNIS scores of 0, 1, and 2, respectively. The independent risk factors for SSI identified were postoperative cerebrospinal fluid leakage (odds ratio, 12.13; 95% confidence interval, 4.54-32.42) and preoperative Glasgow coma scales score ≤8 (odds ratio, 2.35; 95% confidence interval, 1.07-5.18). Third generation cephalosporins were the most frequently (in 65.6% of the cases) used for prophylaxis.

Conclusion: A multicenter SSI surveillance system for craniotomy was first established in Korea. The NNIS risk index was not effective in identifying the patients at risk. We required to further analyze a large number of SSI cases to correctly identify the risk factors for SSI after craniotomy.

Keywords: Surgical site infections, Craniotomy, Risk factors, Antibiotic prophylaxis

접수일: 2009년 11월 3일
게재승인일: 2009년 11월 18일
교신저자: 김효열, 220-701, 강원도 원주시 일산동 162번지
연세대학교 원주의과대학 감염내과
Tel: 033-748-1206, Fax: 033-741-1206,
E-mail: hyksos@yonsei.ac.kr
*이 연구는 2008년도 질병관리본부 학술연구용역사업의 지원을 받아 수행되었음.

서 론

개두술(craniotomy)은 수술부위 감염(surgical site infection) 발생으로 신경학적 장애 등 심각한 결과를 초래할 수 있어 수술부위 감염감시의 필요성이 높지만 이전까지는 국내에서 수술부위 감염감시가 이루어지지 않았으며, 외국의 기존 연구에서도 감염감시 방법이 표준화되어 있지 않아 감염의 정의와 감염률이 연구자마다 많은 차이를 보여 왔다[1].

전향적 수술부위 감염감시를 통해 감염 위험에 대한 지식을 얻고, 감염 위험성이 높은 환자를 알아내는 것은 병원 차원에서나 환자 개개인에서 구체적인 예방대책을 세우는데 도움이 된다[2,3]. 그러나 개두술의 경우 수술부위 감염의 빈도가 낮아 위험 요인에 대한 연구를 위해서는 충분한 감염 예를 확보하기 위해 많은 환자를 등록해야만 한다. 단일 기관에서 시행하는 후향적 연구는 사례 수를 늘리기 위해 긴 연구 기간을 필요로 하고, 변수의 정확도에서도 문제가 있을 수 있다. 그러므로 짧은 기간에 많은 환자를 대상으로 신뢰성 있는 자료를 모으기 위해서는 수술 기법이 유사하다는 가정 하에 전국적인 규모의 다기관 공동연구를 진행하는 것이 가장 효과적이다[4].

다양한 수술에서 수술부위 감염 발생을 예측하는 수술 전 위험인자로 미국 병원감염 감시체계(National Nosocomial Infections Surveillance, NNIS)에서 제안한 위험지표 분류(NNIS risk index)를 가장 많이 사용하고 있다. 이 지표는 3가지 위험인자를 포함하는데 이는 각각 미국 마취과의사협회(American Society of Anesthesiologists, ASA)에서 정한 환자 상태에 따른 점수(ASA score)가 3, 4, 5인 경우 1점, 오염 상처이거나 불결 상처인 경우 1점, 수술 시간이 해당 수술 전체 시간의 75퍼센타일에 해당하는 기준시간(T시간)을 넘게 되면 1점 등으로 구성되고 이들의 합계 점수로 지표 값을 구하고 있다[5]. 이 지표에 포함된 위험인자 외에도 개두술의 수술부위 감염 발생에 관여하는 것으로 알려진 위험인자들은 많으며, 연구자 마다 많은 차이를 보이고 있다[1].

개두술에서 예방항생제 사용은 아직도 이견이 있지만 수술부위 감염을 예방하는데 효과가 있다는 연구보고가 많다[6,7]. 그러나 국내에서 개두술의 예방항생제 사용 행태에 대한 조사는 이루어진 적이 없다.

이에 국내에서 처음으로 신경외과의 개두술을 대상으로 인터넷 기반의 전산프로그램을 활용하여 전국적인 수술부위 감염 감시체계를 구축하고, 개두술 후 수술부위 감염의 감염률과 위험인자, 예방항생제 사용 행태를 알아보고자 전향적 다기관 연구를 수행하였다.

대상 및 방법

1. 참여병원과 감시대상

500병상 이상 규모의 종합병원과 대학병원 중에서 개두술을 시행하고 있고 신경외과와 협조체계가 잘 되고 있는 병원으로서 감염감시 경험이 1년 이상 된 감염관리간호사가 근무하는 17개 병원이 참여하였다. 참여병원의 지역적 분포는 서울 5개, 부산 1개, 대구 1개, 인천 1개, 대전 1개, 경기 5개, 충남 2개, 강원 1개 병원이었다. 감시기간은 2008년 7월부터 12월까지 6개월 동안 개두술을 시행 받은 환자를 대상으로 수술부위 감염 여부를 수술 후 30일까지 확인하였다.

2. 조사방법

이 연구를 위해 2008년 4월부터 6월까지 각 병원에서 시행할 조사항목을 표준화하고 조사 양식을 완성하였다. 또한 이 기간에 전산입력을 위한 웹 기반의 보고 체계인 전국 병원감염 감시체계(Korean Nosocomial Infection Surveillance, KONIS) 시스템의 수술부위 감염 감시체계(KONIS SSI Module)에 신경외과 개두술 부분을 추가로 개발하고 질병관리본부에 서버를 둔 웹 기반의 전산프로그램에 입력하여 입력과 함께 즉시 분석이 가능한 실시간 감시체계를 구축하였다.

수술부위 감염 발생 여부에 대한 조사는 병원감염 감시 경험이 있는 감염관리간호사가 직접 수행하거나 신경외과의 전담 간호사가 수행한 후 감염관리간호사가 검토하였다. 조사자는 신경외과에서 개두술을 받은 환자를 매일 파악하여

환자의 인적 사항 및 수술과 관련된 자료를 기록하였다. 이후 신경외과 의사와 협조하여 환자가 퇴원할 때까지 매일 수술부위를 직접 관찰하거나 의무기록 분석과 신경외과 의사 또는 감염내과 의사와 의사소통을 통해 수술부위 감염을 전향적으로 확인하였다. 수술부위 감시 기간은 수술 후 30일까지로 하고, 그 전에 퇴원할 경우는 수술 후 2주와 4주째 외래를 방문하게 하여 수술부위를 확인하였다. 병원에 내원하지 않는 환자는 감염관리간호사가 환자에게 전화를 해서 수술부위 감염 여부를 확인하였다.

수술부위 감염의 정의는 1992년 미국 질병관리통제센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)의 정의를 사용하여 표재성(superficial incisional) 수술부위 감염, 심부(deep incisional) 수술부위 감염, 기관/강(organ/space) 수술부위 감염으로 분류하였다[8]. 즉 개두술로 인한 수술부위 감염은 두피감염(scalp infection)을 표재성 수술부위 감염으로, 두개골피판 골염(bone flap osteitis)을 심부 수술부위 감염으로 분류하고, 수막염(meningitis)과 뇌 농양(brain abscess)/경막밑축농(subdural empyema)을 기관/강 수술부위 감염으로 분류하였다.

감염여부는 환자의 의무기록 및 수술부위에서 임상적 감염 증세관찰, 미생물 검사 결과 확인, 영상의학과 자료 확인, 담당 의료진과의 면담 등을 통해 판단하도록 하였다. 조사자들에 대해 감시 방법에 대한 사전교육을 실시하였으며, 교육내용은 감염감시와 자료수집 방법, 병원감염의 정의, 기록지 작성법과 전산입력 방법, 감염 증례토의 등으로 구성하여 실시하였다. 조사자가 수집한 자료는 각 병원의 감염관리간호사 또는 감염내과 의사가 정기적으로 검토하도록 하였다.

3. 조사항목

개두술에서의 수술부위 감염의 특성과 위험인자를 알아보기 위해 다음과 같은 항목을 조사하고 분석하였다.

수술과 관련된 항목으로 상처 분류(wound class), 마취 방법(전신, 부분), 재수술 여부, 응급수술 여부, 중추신경계 이외의 다른 부위의 감염 여부, 수술 전 재원기간, 수술 전 30일 이내에 다른 신경외과수술(주로 수두증이 동반되어 시행하는 단락수술) 유무, 개두술을 시행하게 된 이유(종양, 혈관수술, 외상, 감염, 생검 등), 수술 부위(천막위-대뇌, 천막아래-소뇌), 개두술 시행 후 7일 이내 뇌척수액 누출(cerebrospinal fluid leakage) 유무, 수술 시간을 조사하였다. 수술 전 상처 분류는 신경외과수술에 맞게 수정하여 1) 대부분의 계획된 개두술을 청결상처로, 2) 부비동이나 꼭지돌기(mastoid)를 통한 수술, 두개골 기저부 골절의 복원 또는 무균수술법이 지켜지지 않은 수술을 청결-오염 상처로, 3) 개방 복잡성 두개골 골절 또는 4시간 이상 경과된 두피열상을 동반한 외상 환자에서의 수술을 오염 상처로, 4) 패혈증이 있으면서 뇌농양, 경막밑축농(subdural empyema), 골염(osteitis) 등을 치료하기 위한 수술을 불결 상처로 정의하였다[9]. NNIS 위험지표에서 위험도를 나누는 기준 수술 시간인 T시간은 개두술에 걸리는 수술 시간 전체 중 75퍼센타일에 해당하는 시간의 근사값으로 정하였다.

환자의 위험인자에 대한 항목으로 나이, 성별, 입원 시 신체 상태에 대한 ASA 점수[10], 수술 전 Glasgow Coma Scale (GCS) 점수, 당뇨, 비만(체질량지수 25 kg/m^2 이상), 흡연, 스테로이드 사용, 외상, 수혈 유무를 조사하였다

적절한 수술 전 예방약제의 향후 지침을 위한 기초 자료로 이용하기 위해 예방 항생제 사용 실태, 즉 예방항생제의 종류, 투여 시간, 사용기간을 조사하였다. 수술부위 감염과 관련된 항목으로 수술부위 감염의 정도(SSI degree), 균 배양검사 유무, 원인균 분포를 조사하였다.

4. 산출지표와 통계분석

개두술의 수술부위 감염률은 개두술 100건 수술 당 감염 건수를 백분율로 계산하였다. 통계분석은 SPSS 프로그램(version 12.0, Chicago, USA)을 이용하였다. 수술부위 감염이 발생한 군과 발생하지 않은 군 간의 비교는 범주형 변수들에서 카이제곱 검정 또는 Fisher's exact test를 시행하였고, 평균치 비교는 독립표본 T 검정을 시행하였다. 위험인자 분석은 먼저 단변량분석(univariate analysis)을 실시하고, 의미 있는 위험인자들에 대해 이분형 로지스틱 회귀분석으로 다변량

분석(multivariate analysis)을 시행하였다.

결 과

1. 조사 대상

17개 병원에서 2008년 7월부터 12월까지 6개월간 등록한 수술 건수는 총 1,233건이었다. 이 중 213건은 추적관찰기간인 1개월을 채우지 못하여 수술부위 감염 발생 여부를 알 수 없었는데 그 사유로는 감염과 무관한 사망(112건), 재수술(61건), 타병원으로 전원(26건), 기타 추적 소실이나 자료 불충분(14건) 등이었으며, 이들은 분석에서 제외하였고 최종적으로 1,020건을 대상으로 분석하였다.

2. 대상 환자의 특성

1,020건의 대상 환자는 남자가 522명(51.2%), 여자가 498명(48.8%)이었다. 연령분포는 3-89세이고, 평균 연령은 51.1±16.9세이었다. 18세 미만은 46명(4.5%)이었다. 수술 전 상처의 종류는 청결상처 969건(95%), 청결-오염 상처 32건(3.1%), 오염 상처 17건(1.7%), 불결 상처 2건(0.2%)이었다.

3. 개두술의 특성

개두술을 시행하게 된 이유는 혈관수술이 463건(45.4%)으로 제일 많았고, 다음으로 종양 300건(29.4%), 외상 146건(14.3%), 감염 13건(1.3%), 생검 8건(0.8%), 기타 90건(8.8%) 순이었다. 수술부위로는 대뇌수술이 985건(96.6%) 이었고, 소뇌수술은 35건(3.4%) 이었다.

4. 수술부위 감염

수술부위 감염은 전체 1,020건의 개두술 가운데 31건에서 발생하여 감염률은 3%이었다. 이 연구에서는 전체 수술 시간의 75 퍼센타일에 해당하는 시간은 375분으로 위험도를 나누는 T 시간은 6시간이었다. NNIS 위험지표 분류 별 수술부위 감염 발생률은 Table 1과 같다. 즉 NNIS 위험지표 분류 별로 0점의 경우 457건 중 14건(감염률 3.1%), 1점의 경우 454건 중 15건 (감염률 3.3%), 2점의 경우 109건 중 2건(감염률 1.8%)에서 수술부위 감염이 발생하였고, 3점의 경우는 대상 건이 없었다. NNIS 위험지표에 따라 수술부위 감염률의 차이를 관찰할 수 없었다. 수술 건수를 100건 이상 등록한 5개 병원과 100건 미만으로 등록한 12개 병원을 나누어 분석하였을 때는 수술 건 수가 많은 5개 병원들에서는 수술부위 감염률이 1.8%인 반면 수술 건 수가 상대적으로 적은 12개 병원들에서는 수술부위 감염률이 4.6%로 높았고(P=0.01), 오히려 NNIS 위험지표가 증가할수록 감염률이 낮아지는 경향을 보였다. 한편 천막아래접근법(infratentorial approach)으로 시행되는 소뇌수술은 35건 중 1건(2.9%)에서 감

Table 1. The incidence of surgical site infection in craniotomy according to NNIS risk index category by hospital groups

Groups of hospitals	NNIS risk index	No. of operations	No. of SSI	SSI rate*	P value
Total 17 hospitals	0	457	14	3.1	
	1	454	15	3.3	
	2	109	2	1.8	
	Total	1,020	31	3.0	
5 hospitals, enrolled ＞100 cases	0	225	2	0.9	
	1	261	7	2.7	
	2	73	1	1.4	
	Total	559	10	1.8	0.01
12 hospitals, enrolled ＜100 cases	0	232	12	5.2	
	1	193	8	4.1	
	2	36	1	2.8	
	Total	461	21	4.6	

*SSI rate: surgical site infection cases per 100 operations

염이 발생하였고, 천막위접근법(supratentorial approach)으로 시행되는 대뇌수술은 985건 중 30건(3%)에서 감염이 발생하였다.

감시기간 동안 수술부위 감염이 발생한 31건 중 25건(80.6%)은 기관/강 감염이었고, 2건(6.5%)은 심부감염, 4건(12.9%)은 표재성 감염이었다. 수술부위 감염은 진단일을 기준으로 수술 후 3일에서 29일 사이(중간 값 10일)에 발생하였다. 3건을 제외한 28건에서 균 배양검사를 시행하였고 13건에서 균이 동정되었다. 균이 동정된 검체는 기관/강으로부터의 배액이나 흡입액이 7건, 절개 배농액5건, 상처부위 1건이었다.

동정된 원인균은 2건에서 2개의 균이 동정되어 모두 15균주가 동정되었으며, 원인균으로는 coagulase-negative staphylococci (CNS) 4건(모두 methicillin 내성), *Staphylococcus aureus* 3건(모두 methicillin-resistant *S. aureus*, MRSA), *Enterobacter cloacae* 3건(모두 cefotaxime 내성), *Klebsiella pneumoniae* 2건(모두 cefotaxime 내성), *Pseudomonas aeruginosa* 1건, *Acinetobacter baumanii* 1건, *Stenotrophomonas maltophilia* 1건이었다.

5. 수술부위 감염의 위험인자 조사

수술부위 감염이 발생한 군과 발생하지 않은 군으로 나누어 감염발생의 위험인자를 분석한 결과 단변량분석에서는 수술 전 8점 이하의 GCS 점수, 재수술, 수술 후 뇌척수액 누출이 수술부위 감염과 관련된 위험요인으로 확인되었다(Table 2).

다변량분석에서는 수술 후 뇌척수액 누출(교차비: 12.13, 95% 신뢰구간: 4.54-32.42)과 수술 전 8점 이하의 GCS 점수(교차비: 2.35, 95% 신뢰구간: 1.07-5.18)만이 독립적인 위험인자로 확인되었다.

NNIS 위험지표에 포함되는 지표 중 상처의 종

Table 2. Risk factors of surgical site infections in craniotomy (univariate analysis)

Risk factor	SSI developed (N=31)	SSI not developed (N=989)	*P* value	Odds ratio (95% CI)
Female sex	16 (51.6%)	482 (48.7%)	0.752	
Age, yr	55.9±18	51±16.8	0.107	
Hospitalization before operation, day	17.3±64.6	4.3±9	0.270	
Contaminated or dirty wound class	0 (0%)	19 (1.9%)	1.000	
ASA score	2.32±0.87	2.22±0.8	0.491	
ASA score of 3-5	14 (45.2%)	365 (36.9%)	0.349	1.41 (0.69-2.89)
Operation time, min	285±149	297±153	0.673	
Operation time ＞75 percentile	5 (16.1%)	269 (27.2%)	0.171	0.52 (0.20-1.35)
NNIS risk index			0.724	
0	14 (45.2%)	443 (44.8%)		
1	15 (48.4%)	439 (44.4%)		
2	2 (6.5%)	107 (10.8%)		
GCS before operation	10.7±4.6	12.6±3.4	0.037	
GCS ≤8 point	11 (35.5%)	160 (16.2%)	0.005	2.85 (1.34-6.06)
General anesthesia	31 (100%)	984 (99.5%)	1.000	
Reoperation	9 (29.0%)	142 (14.4%)	0.036	2.44 (1.10-5.41)
Emergency operation	17 (54.8%)	457 (46.2%)	0.343	1.41 (0.69-2.90)
Trauma	4 (12.9%)	168 (17%)	0.550	0.72 (0.25-2.10)
Transfusion	15 (48.4%)	411 (41.6%)	0.448	1.32 (0.65-2.70)
Diabetes mellitus	3 (9.7%)	99 (10%)	1.000	
Obesity, BMI ≥25	8 (26.7%)	233 (26%)	0.938	
Smoking	4 (12.9%)	214 (21.6%)	0.243	
Steroid use	8 (25.8%)	258 (26.1%)	0.969	
Infections of other site	1 (3.2%)	63 (6.4%)	0.716	
CSF leakage after operation	7 (22.6%)	19 (1.9%)	0.001	4.86 (5.71-38.68)

Abbreviations: SSI, surgical site infection; CI, confidence interval; ASA, American Society of Anesthesiology; GCS, Glasgow coma scale; BMI, body mass index; CSF, cerebrospinal fluid.

류(오염 또는 불결 상처), 수술 시간, ASA 점수 3-5점에 해당하는 경우 모두 감염군과 비감염군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 개두술의 T시간은 6시간이었고, 6시간을 초과하는 수술 시간도 감염군과 비감염군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 그 외에 성별, 나이, 수술 전 재원기간, 전신마취, 응급수술, 외상, 수혈, 당뇨병, 비만, 흡연, 스테로이드 사용, 다른 부위의 감염도 감염군과 비감염군간의 유의한 차이를 보이지 않았다.

6. 예방항생제 사용 행태

감시대상 1,020건의 수술 가운데 총 892건(87.5%)에서 예방항생제 투여가 이루어졌다. 122건(12%)은 수술 전에 발견된 감염증으로 인해 치료항생제를 사용하였고, 6명은 항생제를 사용하지 않았다. 항생제 사용 형태에 따른 수술부위 감염의 발생 건수는 예방항생제를 사용한 경우는 25건(감염률 2.8%), 치료항생제를 사용한 경우는 6건(감염률 4.9%), 항생제를 사용하지 않은 경우는 감염 건수가 없었으나 통계적 유의성은 없었다(P=0.403).

예방항생제를 투여한 892건 중 324건(36.3%)에서 피부절개를 하기 60분 이내에 투여가 이루어졌고, 35건(3.9%)은 절개 후에 투여가 이루어졌다.

예방항생제의 종류는 1세대 cephalosporin이 221건(24.7%), 2세대 cephalosporin이 32건(3.6%), 3세대 cephalosporin이 585건(65.6%)에서 사용되었다. Aminoglycoside는 모두 318건(35.7%)에서 사용되었다. Aminoglycoside 단독으로 사용된 경우는 37건(11.6%)이었고, 나머지는 다른 항생제와 병합하여 사용되었는데 3세대 cephalosporin과 병합이 198건(62.3%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 1세대 cephalosporin이 79건(24.8%)으로 많았다. 그 밖에도 glycopeptide 28건(3.1%), quinolone 6건(0.7%), β-lactam/β-lactamase 억제제 6건(0.7%) 등이 사용되었다. 예방항생제의 투여기간은 매우 다양하였으며(중간 값 10일), 56건(6.3%)만이 수술 3일 이내에 예방항생제를 중단하였다.

수술부위 감염이 발생한 군과 발생하지 않은 군에서 투여한 예방항생제를 살펴보면 항생제의 종류에 따른 감염률의 차이를 관찰할 수 있었던 경우는 유일하게 glycopeptide 항생제 사용으로 감염군이 비감염군에 비해 더 많이 사용되었다(12% vs 2.9%, P＜0.05). 예방항생제의 투여기간은 감염군과 비감염군 간에 의미 있는 차이는 없었다(Table 3).

고 찰

수술부위 감염은 적극적인 감염관리 활동을 통해 약 35%까지 예방할 수 있어 감염관리의 우선대상 중 하나이다[11]. 수술부위 감염은 대개 수술 전후 및 수술 중의 각종 환경적 요인과 환자 측 인자는 물론 외과의사의 수술기법도 중요

Table 3. Relationship of prophylactic antibiotics and surgical site infection in craniotomy

Antibiotics	Infected (N=25)	Not infected (N=867)	*P* value
Classes of antibiotics			
1st generation cephalosporins	8 (32%)	213 (24.6%)	0.396
2nd generation cephalosporins	1 (4%)	31 (3.6%)	0.604
3rd generation cephalosporins	13 (52%)	572 (66%)	0.147
Aminoglycosides	5 (20%)	313 (36.1%)	0.097
Glycopeptides	3 (12%)	25 (2.9%)	0.040
Antibiotic administration time before surgical incision, min	93±142	176±343	0.229
Duration of prophylactic antibiotics, day	14.2±10.5	12.1±9.6	0.327
Antibiotics administration within 1 hr before skin incision	14 (56%)	310 (35.8%)	0.038
Antibiotics administration within 2 hr before skin incision	21 (84%)	637 (73.5%)	0.238

한 인자가 되므로, 수술부위 감염에 대한 감시활동을 시행하고, 그 결과를 외과의에게 알려주는 것이 수술부위 감염을 줄이는데 중요하다[12,13]. 그러나 국내에서 수술부위 감염에 대한 전향적 감시 자료는 매우 부족하다. 국내에서 본격적인 전향적 수술부위 감염 감시가 이루어지게 된 것은 2006년에 질병관리본부의 학술용역사업으로 시행한 “전국 중환자실 병원감염 감시체계 구축 연구”의 한 세부과제로 정형외과 인공관절 삽입술을 대상으로 수술부위 감염감시체계 연구를 시작하면서부터이다[13]. 이후 2007년도에는 개별 용역과제로 분리되어 시행된 “전국 수술부위 감염 감시체계 구축 연구”에서 외과의 위절제술이 감시에 추가되었고, 인터넷 기반의 전산프로그램 구축으로 대상 의료기관의 감시자료를 정확하고 효율적으로 수집하고 분석할 수 있게 되었다[14]. 하지만 2개 진료과의 3개 수술만 감시에 포함되어 감시 수술을 확대할 필요성이 대두되었고, 전국을 대표하는 감시체계 구축을 위해 참여 의료기관 수도 늘려야 할 필요성이 제기 되었다. 이에 2008년도에는 기존 인공관절술과 위절제술 외에 신경외과 개두술과 뇌실 단락술을 감시에 추가하였고, 참여기관도 전국으로 확대하였다. 뇌실 단락술의 경우 수술 후 6개월까지 감염 감시를 하고 수술 건 수가 개두술에 비해 상대적으로 적어 결과 분석이 가능한 자료가 모이는데 시간이 더 소요될 예정이다. 이 연구를 통하여 국내에서 17개 의료기관이 참여하는 신경외과 개두술의 전향적 수술부위 감시체계를 구축할 수 있었다.

개두술의 수술부위 감염률은 1950년부터 약 5% (0-17%)로 보고되어 왔으며[1], 미국 NNIS의 2004년 보고에서 1992년부터 2004년까지 조사한 개두술의 감염률은 NNIS위험지표 분류에 따라 0.9-2.4% (전체 1.7%)이었고[15], 새롭게 National Healthcare Safety network (NHSN)으로 명칭이 변경된 이후 처음 보고된 2008년 결과에서는 2006년부터 2007년에 시행된 개두술의 감염률은 NNIS 위험지표 분류 0, 1에서는 2.15%, 위험지표 분류 2, 3에서는 4.68%이었다[16]. 이 연구에서 개두술의 수술부위 감염률은 3%로 최근 미국 NHSN 결과와 유사하였지만 NNIS 위험 분류에 따른 감염률의 증가 경향은 관찰되지 않아 NNIS 위험지표 분류가 수술부위 감염의 발생 위험이 높은 환자를 예측하는데 효과적이지 않는 것으로 나타났다. 수술 건 수를 100건 이상 등록한 5개 병원과 100건 미만으로 등록한 12개 병원을 나누어 분석하였을 때는 수술 건 수가 많은 5개 병원들에서는 수술부위 감염률이 낮고 NNIS 위험지표가 0점일 때보다 1점일 때 감염률이 높았으나, 수술 건 수가 적은 12개 병원에서는 수술부위 감염률이 높고, NNIS 위험지표가 높을수록 감염률은 감소하는 경향을 보여, 이 연구에서 NNIS 위험지표가 수술부위 감염 발생을 예측하는데 유용하지 못한 이유는 수술 건 수가 적은 12개 병원의 요인이 크기 때문으로 추정된다. 어떤 요인이 관여하였는지는 확인할 수 없었으나 다른 수술에 비해 개두술이 기관별로 수술환경과 시술방법에 차이가 많고, 여러 가지 요인에 의해 감염률이 영향을 받을 수 있기 때문일 것으로 생각되며, NNIS 위험지표가 개두술에서 감염을 예측하는데 효과적인지를 판단하기 위해서는 기관별 시술방법의 차이에 대한 조사와 함께 더 많은 수술 건수가 축적된 후에 분석할 필요가 있겠다.

개두술에서 수술부위 감염의 위험인자를 분석한 결과 다변량분석에서 수술 후 뇌척수액 누출과 수술 전 8점 이하의 GCS 점수만이 독립적인 위험인자로 확인되었다. 가장 의미 있는 위험인자로 확인된 수술 후 뇌척추액 누출은 이미 다른 여러 연구들에서도 가장 중요한 위험인자로 밝혀져 있다[4,6,17]. 수술 후 7일 이내 뇌척수액 누출은 뇌수막염의 주요 원인이 되기 때문에 이를 예방하기 위해서는 수술 중에 주의 깊은 지혈과 봉합과 같은 세심한 수술기법과 함께 수술 전 후 수두증을 더 잘 치료하는 것이 강조된다.

이 연구에서 재수술은 단변량분석에서 수술부위 감염의 위험인자로 포함되었으나 다변량 분석에서는 제외되었다. 프랑스에서 시행된 대규모 전향적 다기관 연구에서도 조기 재수술이 독립적 위험인자로 확인되었다[4,6].

외국의 다른 연구에서 위험인자로 알려져 있던 수술 전 재원기간, 응급수술, 수술 전 상처의 종류, 수술 시간, 다른 부위의 감염, 당뇨, 수혈 등 대부분의 인자들이 이 연구에서는 통계적으

로 유의한 차이가 없었다.

오래 전부터 다른 수술과 마찬가지로 개두술에서도 긴 수술 시간이 수술부위 감염의 가장 중요한 위험인자의 하나로 알려져 있고, 수술 시간이 4시간 이상이면 감염률이 의미있게 증가하는 것으로 알려져 있다[18]. 개두술에서 위험도를 나누는 기준시간인 T시간은 미국 NNIS의 2004년 보고에서는 4시간이었고, 2008년 NHSN보고에서는 219분이었으나 이 연구에서는 6시간으로 2시간 이상 길었다[15,16]. 이 연구에서는 긴 수술 시간과 감염발생 간의 관련성이 관찰되지 않았고, T시간이 늘어났음에도 불구하고 감염률이 NNIS나 NHSN 보다 크게 증가하지는 않았다.

예방항생제는 3세대 cephalosporin이 가장 많이 사용되었고, 이 연구에서 예방항생제가 수술부위 감염에 미치는 영향을 평가하기 위한 항목으로 항생제 사용 행태를 지표로 도입하였으나 수술부위 감염에는 숙주 인자, 수술장 인자 등의 다른 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하고 항생제의 영향만을 평가하기 위한 항생제의 종류, 투여기간, 투여시기 등에 대한 각 기관의 표준화가 이루어지지 않은 연구이기 때문에 이 연구 결과만으로 예방항생제의 효과를 평가하기는 어려웠다.

이 연구에서 항생제 병합투여, aminoglycoside 투여, 3세대 cephalosporin 투여가 매우 흔하였다. 이는 연구 기간 중에 보건복지부 주관 의료기관 평가의 일환으로 일어진 임상질지표 평가와 건강보험심사평가원의 예방항생제의 사용 적정성 평가에 개두술이 포함되어 있지 않은 점도 크게 작용한 것으로 보인다.

개두술 후 감염부위에서 동정된 원인균은 methicillin 내성인 CNS와 *S. aureus*와 같은 그람양성알균이 가장 많은 것으로 알려져 있다[1]. 이 연구에서는 그람양성알균 외에도 cefotaxime에 내성인 *Enterobacter, K. pnemoniae* 등의 그람음성막대균이 더 흔하게 동정된 것이 이전 연구들과 차이를 보였다.

이 연구의 제한점으로는 감시대상 수술 건수와 감염 건수가 적어 위험인자 분석에서 통계학적 유의성을 찾기 어려운 경우가 많았다는 것과 수술환경에 대한 영향을 고려하지 않았다는 점이다. 더 정확한 위험인자 분석을 위해서는 더 많은 수술 건수가 등록된 후 다시 분석할 필요가 있겠다.

결론적으로 이 연구를 통해 국내에서 신경외과의 개두술에 대한 전향적이고 전국적인 수술부위 감시체계를 처음으로 구축하였고, 모든 자료를 전산시스템(KONIS SSI module)으로 입력, 관리, 분석할 수 있게 되어 향후 궁극적으로는 수술부위 감염감시를 시행한 결과를 각 해당 외과의에게 알려줌으로써 점차적으로 감염률을 줄이는데 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

요 약

배경: 신경외과 개두술 후 수술부위 감염의 발생은 신경학적 장애 등 심각한 결과를 초래할 수 있다. 전국적인 규모의 전향적 다기관 조사를 통해 개두술 후 발생하는 수술부위 감염의 발생률과 위험인자를 알아보고자 이 연구를 수행하였다.

방법: 2008년 7월부터 12월까지 6개월간 전국 17개 병원의 신경외과에서 개두술을 시행 받은 환자를 대상으로 인구통계학적 자료, 임상 정보, 수술 정보, 예방항생제 사용 행태를 조사하였고, 수술부위 감염 여부를 수술 후 1개월까지 감시하였다. 모든 자료는 웹 기반 전산시스템(KONIS SSI module)을 통해 실시간으로 입력하고 분석하였다.

결과: 전체 1,020건의 개두술 가운데 31건(3%)에서 수술부위 감염이 발생하였고, 25건(80.6%)은 기관/강 감염이었고, 2건(6.5%)은 심부감염, 4건(12.9%)은 표재성 감염이었다. NNIS (National Nosocomial Infections Surveillance) 위험지표 분류별로 수술부위 감염 발생률은 0점인 경우 3.1%, 1점인 경우 3.3%, 2점인 경우 1.8%이었다. 수술 후 뇌척수액 누출(교차비, 12.13; 95% 신뢰구간, 4.54-32.42)과 수술 전 8점 이하의 Glasgow 혼수척도 점수(교차비, 2.35; 95% 신뢰구간, 1.07-5.18)만이 수술부위 감염의 독립적인 위험인자로 확인되었다. 예방항생제로는 3세대 cephalosporin이 65.6%로 가장 많이 사용되었다.

결론: 개두술의 수술부위 감염에 대한 전국적

인 규모의 전향적 다기관 감시체계를 성공적으로 구축하였다. 이 연구에서는 NNIS 위험지표 분류가 수술부위 감염의 위험이 높은 환자를 예측하는데 효과적이지 못하였다. 감염 건수가 적어 위험인자 분석은 더 많은 환자가 등록 된 후에 다시 분석할 필요가 있겠다.

참 고 문 헌

1. Lal S and McCutcheon IE. Infections after craniotomy. In: Hall WA and McCutcheon IE, ed. Infections in neurosurgery. Illinois; The American Association of Neurological Surgeons, 2000:125-40.
2. Narotam PK, van Dellen JR, Du Trevou MD, Gouws E. Operative sepsis in neurosurgery: a method of classifying surgical cases. Neurosurgery 1994;34:409-16.
3. Vlahov D, Montgomery E, Tenney JH, Kahn-Eisenberg S. Neurosurgical wound infections: methodological and clinical factors affecting calculation of infection rates. J Neurosurg Nurs 1984;16:128-33.
4. Korinek AM. Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: a prospective multicenter study of 2944 patients. Neurosurgery 1997;41:1073-81.
5. Culver DH, Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG, et al. Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. Am J Med 1991;91(3B):152S-7S.
6. Korinek AM, Golmard JL, Elcheick A, Bismuth R, van Effenterre R, Coriat P, et al. Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: a critical reappraisal of antibiotic prophylaxis on 4,578 patients. Br J Neurosurg 2005;19:155-62.
7. Barker FG. Efficacy of prophylactic antibiotics for craniotomy: a meta-analysis. Neurosurgery 1994;35:484-92.
8. Horan TC, Ganes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial neurosurgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. Infect Control Hosp Epidemiol 1992;13:606-8.
9. British Society for Antimicrobial Chemotherapy. Antimicrobial prophylaxis in neurosurgery and after head injury: Infection in Neurosurgery Working Party of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy. Lancet 1994;344:1547-51.
10. Keats AS. The ASA classification of physical status: a recapitulation. Anesthesiology 1978;49:233-6.
11. Haley RW, Culver DH, Morgan WM, White JW, Emori TG, Hooton TM. Identifying patients at high risk of surgical wound infection. A simple multivariate index of patient susceptibility and wound contamination. Am J Epidemiol 1985;121:206-15.
12. Haley RW. The scientific basis for using surveillance and risk factor data to reduce nosocomial infection rates. J Hosp Infect 1995;30(Suppl):3-14.
13. Choi HJ, Park JY, Jung SY, Park YS, Cho YK, Park SY, et al. Multicenter surgical site infection surveillance study about prosthetic joint replacement surgery in 2006. Korean J Nosocomial Infect Control 2008;13:42-50.
14. Kim ES, Chang YJ, Park YS, Kang JH, Park SY, Kim JY, et al. Multicenter surgical site infections surveillance system report, 2007: in total hip and total knee arthroplasties and gastrectomies. Korean J Nosocomial Infect Control 2008;13:32-41.
15. National Nosocomial Infections Surveillance System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System Report, data summary from January 1992 through June 2004, issued October 2004. Am J Infect Control 2004;32:470-85.
16. Edwards JR, Peterson KD, Andrus ML, Dudeck

MA, Pollock DA, Horan TC. National Healthcare Safety Network (NHSN) Report, data summary for 2006 through 2007, issued November 2008. Am J Infect Control 2008;36:609-26.
17. Mollman HD and Haines SJ. Risk factors for postoperative neurosurgical wound infection. A case-control study. J Neurosurg 1986;64:902-6.
18. Wright RL. A survey of possible etiological agents in postoperative craniotomy infections. J Neurosurg 1966;25:125-32.