

고관절 및 슬관절 인공관절 전치환술에서 수술절개 1시간 이내 예방적 항생제 투여를 위한 프로토콜

송은규 · 윤택림 · 박상진 · 박경순 · 정우빈

전남대학교 의과대학 정형외과학교실, 화순전남대병원 관절센터

Protocol for Administration of Prophylactic Antibiotics within One Hour before the Surgical Incision in Total Hip and Knee Replacement

Eun Kyoo Song, M.D., Taek Rim Yoon, M.D., Sang Jin Park, M.D.,
Kyung Sun Park, M.D., and Woo Bin Jung, M.D.

Department of Orthopedics, Center for Joint Diseases,
Chonnam National University Hwasun Hospital, Jeonnam, Korea

Purpose: We aimed that compliance could be improved by new protocol ensuring the adequate timing of intravenous antibiotic delivery onto an already existing time out system used to ensure exact surgical site.

Materials and Methods: A group of 150 patients was administered prophylactic antibiotics just before entering operation room and performed only time-out protocol. Other group of 150 patients was administered prophylactic antibiotics directly after anesthetic induction and performed new protocol inclusive of checklist ensuring appropriate timing of antimicrobial prophylaxis. We compared mean time from prophylactic administration to surgical incision and compliance.

Results: The average time from administration of the antimicrobial prophylaxis to the surgical incision for patients who was performed only time-out protocol was 43 minutes and compliance was 60.6%. The average time from administration of the antimicrobial prophylaxis to the surgical incision for patients who was performed new protocol was 18 minutes and compliance was 100%. There was a significant difference in compliance of two groups.

Conclusion: New protocol ensuring the adequate timing of intravenous antibiotic delivery combined with administration of the antimicrobial prophylaxis directly after anesthetic induction were effective and easily adaptable method to ensure compliance with appropriate timing of prophylactic antibiotics.

Key Words: Total joint replacement, Prophylactic antibiotics, Compliance

서 론

수술부위 감염은 이환율, 사망률 및 의료비의 증가를 초래한다. Whitehouse 등¹⁶⁾은 정형외과 수술 후 발생한 수술 부위 감염이 입원 기간과 치료 비용의 현저한 증가 및 물리적 기능을 포함하는 삶의 질의 감소를 유발한다고 보고하였다.

수술부위 감염을 예방하기 위하여 수술 절개 직전에

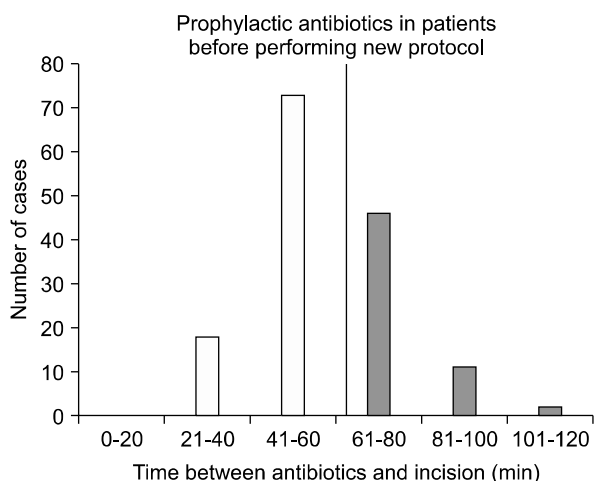
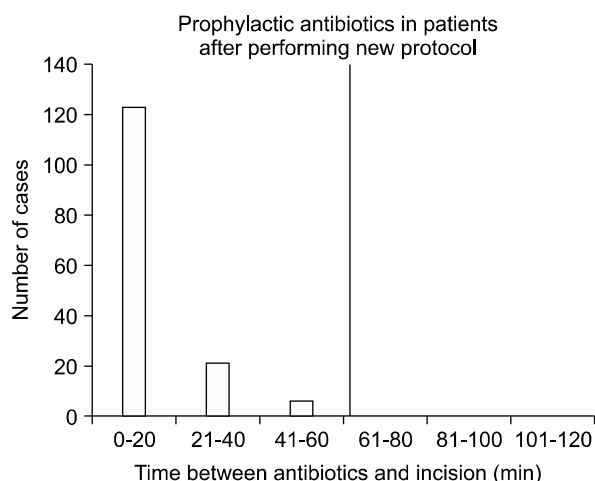
예방적 항생제의 정맥 내 투여는 1960년대 확립된 개념이며, 특히 수술 절개 1시간 이내에 예방적 항생제를 투여하는 것이 가장 효과적인 방법으로 추천되고 있다^{3,4,14)}. 그러나 그 지침이 최선적으로 지켜지지 못하고 있으며, 그 순응도에 관한 연구는 현저히 부족한 상태이다^{4,15)}. 최근 14,605명의 고관절 및 슬관절 인공관절 전치환술을 시행 받은 환자들을 대상으로 시행한 연구에서, Bratzler

통신저자 : 박 상 진
전남 화순군 화순읍 일심리 160번지
화순전남대병원 관절센터
TEL: 061-379-7676 • FAX: 061-379-7681
E-mail: park5962@paran.com

Address reprint requests to
Sang Jin Park, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Chonnam National University Hwasun Hospital, 160 Ilsimri, Hwasun-eup, Hwasun-gun, Jeonnam 519-809, Korea
Tel: +82,61-379-7676, Fax: +82,61-379-7681
E-mail: park5962@paran.com

Table 1. Comparison of the Results before and after New Protocol in Preoperatively Prophylactic Antibiotics

	Before new protocol	After new protocol	p-value
Mean time from antibiotics administration to incision	43 minutes	18 minutes	<0.05
Compliance of prophylactic antibiotics	92/150 (60.6%)	150/150 (100%)	<0.05

**Fig. 2.** Distribution of timing of antibiotic administration in patients before performing new protocol by twenty-minute groupings.**Fig. 3.** Distribution of timing of antibiotic administration in patients after performing new protocol by fifteen-minute groupings.

포린 항생제에 알리지 과거력이 없으면 세파졸린 1 g을 투여 받았으며, 피부 반응 검사상 과민 반응을 보였던 경우에 하노마이신 1 g을 투여 받았다. 수술방 간호사는 타 임 아웃 관련 항목을 기입하고, 또한 마취 시작 시간 및 유도가 끝난 시간, 항생제 이름, 용량 및 투여 시간, 그리고 수술 절개 시간을 새 프로토콜에 정확히 기입하고 확인하였다. 이러한 확인 과정은 발생되고 기입되며, 수술 전 환자 평가라는 병원 진료 기록에 문서화 되었다.

인공 고관절 전치환술 및 인공 슬관절 전치환술을 시행 받은 환자에 대하여 예방적 항생제 주사와 수술 절개까지의 평균 시간 및 절개 1시간 이내 항생제 투여 비율을 조사하고, Chi-square 통계 분석법을 이용하여 두 그룹을 비교하였다. $p < 0.05$ 인 경우에 통계학적으로 의미 있는 것으로 판단하였으며, 두 그룹간의 시간적 분포를 도표화 하였다.

결 과

새로운 프로토콜 시행 전 3개월 동안, 병동에서 항생제 투여와 수술 절개까지의 시간은 평균 43분이었으며, 인공 고관절 및 슬관절 전치환술 환자 150명 중에서 91명

(60.6%)만이 수술절개 1시간 전에 예방적 항생제를 투여 받았다. 새로운 프로토콜 시행 후 3개월 동안, 마취 유도 직후 항생제 투여와 수술 절개까지의 시간은 평균 18분이었으며, 인공 고관절 및 슬관절 전치환술 환자 150명 전부(100%)가 수술절개 1시간 전에 예방적 항생제를 투여 받았다(Table 1). 시간 별로 비교하였을 때, 새로운 프로토콜 시행 전 환자들에서는 혈중 및 골 내 농도가 가장 높은 시점인 수술 절개 전 20분 이내에 항생제가 투여되는 경우는 없었으며, 대부분이 수술절개 전 40분에서 80분 사이에 항생제를 투여 받았고, 100분을 초과한 경우도 2예 있었다(Fig. 2). 새로운 프로토콜 시행 후 123예에서 수술 절개 전 20분 이내에 항생제가 투여되었으며, 21예에서 수술 절개 전 20분에서 40분 이내에 투여되었고, 1시간이 초과된 경우는 없었다(Fig. 3). 두 그룹간의 순응도의 차이는 통계적으로 의미가 있었다($p < 0.01$).

고 찰

인공관절 전치환술 후 발생한 삽입물 주위 감염은 심각한 합병증으로 문헌에 따라 0.5%에서 7%로, 평균 1예

서 2%까지 다양하게 보고되고 있으며, 합병증으로 수개 월간의 병적 상태, 하지 단축, 환측의 불안정성 및 심각한 육체장애를 일으킬 수 있다^{12,13)}. 특히 광범위한 골소실, 관절주위 섬유화, 괴사된 골 및 연부조직 등으로 수술적 치료 또한 어려운 실정이며, 막대한 의료비용이 요구된다^{10,18)}. 따라서 인공관절 전치환술 후 발생하는 감염을 줄이기 위한 연구가 활발히 이루어져 왔으며, 수술장의 공기 정화, 무균적 수술 방법 및 술기, 항생제의 사용 등의 방법들이 모색되어 왔고, 그 중 하나가 적절한 예방적 항생제의 투여이다.

Wiggins 등¹⁷⁾은 항생제 정맥 투여 20분 이내에 항생제의 혈청 및 골 농도가 최고에 도달한다고 하였으며, 따라서 수술절개 30분에서 1시간 이내에 예방적 항생제를 정맥 내로 투여하는 것이 가장 추천되고 있는 방법이라 하였다. Bratzler 등²⁾은 고관절 및 인공관절 전치환술의 경우, 예방적 항생제를 마취 유도 시점에 투여하는 것이 안전하며, 항생제가 수술 절개 시에 적절한 혈청 및 조직 내 농도를 유지할 수 있다고 보고하였다. 또한 근위부 지혈대를 필요로 하는 수술에서는 지혈대를 팽창시키기 전에 항생제를 투여해야 한다고 하였다. 항생제 선택에 있어, 1세대 세팔로스포린 계열 약물인 세파졸린은 긴 혈청 내 반감기, 적은 독성, 상대적으로 저렴하여 예방적 항생제 투여 목적으로 가장 바람직한 것으로 보고되어 왔다. 과민 반응이 있는 환자의 경우 반코마이신이 좋은 것으로 알려져 있으나 반코마이신 저항 포도상 구균의 출현을 조장하고 저혈압, 협심증과 유사한 흉통 등의 증상과 관련하여 일상적인 사용은 추천되지 않는다⁷⁾. 또한 몇몇 연구들에서 장기간의 항생제 투여는 이득이 없다고 보고하였으며, 예방적 항생제 투여는 수술 후 24시간 이내에 중단할 것을 권유하고 있다^{8,9)}. 이러한 많은 연구와 확립된 적용 방침에도 불구하고, 많은 연구들에서 적절한 예방적 항생제 투여와 관련하여 불량한 순응도를 보고 하고 있으며, 이를 높이기 위한 정립된 프로토콜은 없는 실정이다.

Bhattacharyya와 Hooper¹⁾는 인공 고관절 및 슬관절 인공관절 전치환술을 시행 받은 환자에서 수술절개 1시간 이내에 예방적 항생제의 투여에 영향을 미치는 임상적 요인들을 분석하였다. 고관절 인공관절 전치환술의 경우에 슬관절 인공관절 전치환술의 경우보다 예방적 항생제를 수술절개 1시간 이내보다 더 일찍 투여한 경우가 의미

있게 많았으며, 그 이유를 환자 위치 조정 및 침습적 시술 등의 수술 준비 측면에서 더 많은 시간이 필요했기 때문이라고 설명하였다. 따라서 수술 방에서 마취유도 시점이 아닌 병실에서 예방적 항생제를 미리 투여 받았던 환자의 대다수에서 예방적 항생제 투여는 마취 유도 시간 및 수술 준비 시간으로 인해 적정 투여 시점을 초과하였다. 복잡하고 치명적인 내과적 질환을 가지고 있는 환자에서 추가적으로 침습적 시술 및 수액 라인이 필요하고, 천천히 마취 유도를 함으로써 마취 유도 시간이 오래 걸렸으며, 그로 인하여 적절 항생제 투여 시간을 초과한 경우가 많았다.

우리 연구에서, 새로운 프로토콜을 시행하기 전 환자들의 경우, 첫번째 수술환자는 예방적 항생제를 수술실로 전실 되기 10분 전에 병실에서 투여 받았으며, 다음 수술부터는 이전 수술이 끝나고 세척 후 봉합하는 시점에 투여 받았다. 이 환자 군에서 예방적 항생제 적절한 투여에 있어 낮은 순응도를 보였으며, 여러 인자들이 영향을 미쳤다. 이전 수술 환자와 관련하여, 상처 봉합시간이 길어지거나 마취 회복 시간이 연장되는 경우가 있었다. 또한 항생제 투여 시점에 마취 관련 요소가 가장 크게 작용할 수 밖에 없으며, 일반적으로 마취 시간이 연장된 경우에 적절한 항생제 투여 시기를 초과한 경우가 많았다. 전신마취 환자에서 보다 경막 외 마취 환자에서 많은 시간이 소요되었으며, 경막 외 마취가 실패하여 전신마취를 재시행 하였던 경우와 수술 후 통증을 감소시키기 위하여 전신 마취 후 경막 외 마취를 추가로 시행했던 경우에서 적정 시간을 초과하였다.

새로운 프로토콜을 시행 받은 환자에서 정맥 투여 20분 이내에 항생제의 혈청 및 골 농도가 최고에 도달한다는 개념을 근거로 마취 유도 직후, 즉 수술 준비 직전에 항생제를 투여하였다. 여러 연구들은 병실 또는 수술실 간호사에서 직접 마취를 유도하는 마취과 의사에게 예방적 항생제 투여의 책임을 지음으로써, 순응도의 현저한 증가가 있었으며, 이 방식이 비용 면에서 효과적이라고 보고 하였다^{5,6,11,15)}. 그러나 Bhattacharyya 등¹⁾은 내과적으로 복잡한 환자를 대하면서 발생하는 심리적인 혼란이 마취과 의사로 하여금 정확한 시간에 예방적 항생제를 투여하는 것을 어렵게 만든다고 설명하였으며, 또한 예방적 항생제 투여는 정형외과적 수술 결과와 관련되며 마취 의사는 그 결과에 직접적인 책임이 없다는 점 등을 고

려하여 정형외과 담당의가 직접 투여하도록 하였다. 마취 유도 직후 예방적 항생제를 투여함으로써, 모든 환자에서 수술 절개 전 1시간 이내의 적정 투여 시기가 지켜졌으며, 혈중 및 골 내 항생제 농도가 가장 높은 시점인 수술 절개 전 40분 이내에 투여되는 비율이 96%에 이르렀다. 이처럼 예방적 항생제 투여 시기를 마취 유도 직후로 변경함으로써 높은 순응도를 보였지만 항생제 투여 확인란이 없고 항생제 투여의 책임이 명확히 구분되지 않았던 초기 연구 단계에서는 항생제 투여가 누락되거나 수술 시작 후에 투여되는 문제점이 있었다. 20명의 환자 중 2례에서 슬관절 수술 시 지혈대를 팽창시킨 후에 누락 사실을 알게 되거나, 고관절 수술 시 절개 후에 항생제를 투여한 경우가 발생하였다. 따라서 새 프로토콜에 항생제 투여 확인란을 첨가하여, 항생제 투여를 확인하고 기입하게 됨으로써, 항생제를 투여하지 않게 되는 경우가 발생하지 않았으며, 수술 의사는 항생제가 적절한 방식으로 투여되었음을 확인할 수 있었다. 잘못된 부위 수술 방지에 대한 타임 아웃 프로토콜은 전세계적으로 이미 이용되고 있기 때문에, 항생제 투여 주체와 시기를 명확히 한 후, 이 프로토콜에 항생제 투여 확인 항목을 첨가하는 것이 예방적 항생제가 수술절개 전 1시간 이내에 적절한 시기에 투여되었음을 보장할 수 있었다.

결론

마취 유도 직후에 항생제를 투여하고, 잘못된 부위 수술을 막기 위한 타임 아웃 프로토콜에 예방적 항생제 투여를 확인하는 항목을 추가한 새 프로토콜의 시행은 수술 절개 전 1시간 이내에 정맥내 예방적 항생제 투여를 보장하는데 효과적이고 쉽게 적용할 수 있는 방법이다.

참고문헌

1. Bhattacharyya T, Hooper DC: Antibiotic dosing before primary hip and knee replacement as a pay-for-performance measure. *J Bone Joint Surg Am*, 89: 287-291, 2007.
2. Bratzler DW, Houck PM, Richards C, et al: Use of antimicrobial prophylaxis for major surgery: baseline results from the National Surgical Infection Prevention Project. *Arch Surg*, 140: 174-182, 2005.
3. Burke JF: The effective period of preventive antibiotic action in experimental incisions and dermal lesions. *Surgery*, 50: 161-168, 1961.
4. Classen DC, Evans RS, Pestotnik SL, Horn SD, Menlove RL, Burke JP: The timing of prophylactic administration of antibiotics and the risk of surgical-wound infection. *N Engl J Med*, 326: 281-286, 1992.
5. Gyssens IC, Geerligs IE, Nannini-Bergman MG, Knape JT, Hekster YA, van der Meer JW: Optimizing the timing of antimicrobial prophylaxis in surgery: an intervention study. *J Antimicrob Chemother*, 38: 301-308, 1996.
6. Gyssens IC, Knape JT, Van Hal G, ver der Meer JW: The anaesthetist as determinant factor of quality of surgical antimicrobial prophylaxis. A survey in a university hospital. *Pharm World Sci*, 19: 89-92, 1997.
7. Hanssen AD, Osmon DR: The use of prophylactic antimicrobial agents during and after hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 369: 124-138, 1999.
8. Harbarth S, Samore MH, Lichtenberg D, Carmeli Y: Prolonged antibiotic prophylaxis after cardiovascular surgery and its effect on surgical site infections and antimicrobial resistance. *Circulation*, 27: 2916-2921, 2000.
9. Hecker MT, Aron DC, Patel NP, Lehmann MK, Donskey CJ: Unnecessary use of antimicrobials in hospitalized patients: current patterns of misuse with an emphasis on the antianaerobic spectrum of activity. *Arch Intern Med*, 163: 972-978, 2003.
10. Insall JN, Thompson FM, Brause BD: Two-stage reimplantation for the salvage of infected total knee arthroplasty. 1983. *J Bone Joint Surg Am*, 84: 490, 2002.
11. Matuschka PR, Cheadle WG, Burke JD, Garrison RN: A new standard of care: administration of preoperative antibiotics in the operating room. *Am Surg*, 63: 500-503, 1997.
12. Mauerhan DR, Nelson CL, Smith DL, et al: Prophylaxis against infection in total joint arthroplasty. One day of cefuroxime compared with three days of cefazolin. *J Bone Joint Surg Am*, 76: 39-45, 1994.
13. Pavel A, Smith RL, Ballard A, Larsen IJ: Prophylactic antibiotics in clean orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am*, 56: 777-782, 1974.
14. Polk HC Jr, Trachtenberg L, Finn MP: Antibiotic activity in surgical incisions. The basis for prophylaxis in selected

operations. *JAMA*, 244: 1353-1354, 1980.

15. **Silver A, Eichorn A, Kral J, et al:** *Timeliness and use of antibiotic prophylaxis in selected inpatient surgical procedures.* The Antibiotic Prophylaxis Study Group. *Am J Surg*, 171: 548-552, 1996.
16. **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. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 23: 183-189, 2002.

17. **Wiggins CE, Nelson CL, Clarke R, Thompson CH:** *Concentration of antibiotics in normal bone after intravenous injection.* *J Bone Joint Surg Am*, 60: 93-96, 1978.
18. **Windsor RE:** *Management of total knee arthroplasty infection.* *Orthop Clin North Am*, 22: 531-538, 1991.

= 국문초록 =

목 적: 마취 유도 직후에 항생제를 투여하고, 잘못된 부위 수술을 막기 위한 타임 아웃 프로토콜에 추가적으로 수술절개 1시간 이내에 예방적 항생제 투여를 확인하는 항목을 첨가하여, 적절한 예방적 항생제 투여의 순응도를 높이고자 하였다.

대상 및 방법: 고관절 및 슬관절에 인공관절 전치환술을 시행 받은 환자 중 수술방으로 전실 직전에 예방적 항생제를 투여 받고 타임아웃 프로토콜만 시행 받은 150명의 환자(A 군)와, 마취 유도 직후에 예방적 항생제를 투여 받고 항생제 투여 확인란이 첨가된 프로토콜을 시행받은 150명의 환자(B 군)를 대상으로 하였으며, 예방적 항생제 주사와 수술 절개까지의 평균 시간 및 절개 1시간 이내 항생제 투여 비율을 조사하고 비교하였다.

결 과: 항생제 투여와 수술 절개까지의 시간 및 순응도는 A군에서 평균 43분과 60.6%였으며, B군에서 평균 18분과 100%였다. 두 군간의 순응도는 의미있는 차이를 보였다($p < 0.01$).

결 론: 마취 유도 직후에 항생제 투여와, 잘못된 부위 수술을 막기 위한 타임 아웃 프로토콜에 예방적 항생제 투여를 확인하는 항목을 추가한 새 프로토콜은 수술절개 1시간 이내에 정맥내 예방적 항생제 투여를 보장하는데 효과적이고 쉽게 적용할 수 있는 방법이다.

색인 단어: 인공관절 전치환술, 예방적 항생제 투여, 순응도