

소아환자의 의료관련감염 관리

Infection Control for Healthcare-Associated Infections in Pediatric Patients

오성희

한양대학교 의과대학 소아청소년과

Sung Hee Oh, M.D., Ph.D.

Department of Pediatrics, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

책임저자 주소: 133-791, 서울시 성동구 왕십리로 222

한양대학교 의과대학 소아청소년과

Tel: 02-2290-8388, Fax: 02-2297-2380

E-mail: sungheeo@hanyang.ac.kr

투고일자: 2011년 6월 20일, 심사일자: 2011년 6월 21일, 게재확정일자: 2011년 7월 28일

Abstract

The history of healthcare-associated infections in children is tied closely to the progress of medicine itself. With the advent of crucial invasive procedures and new therapies, longer survival from conditions formerly causing early death are noticed and at the same time have also increased the numbers of immunocompromised children with impaired host defenses resulting in healthcare-associated infections as the leading causes of mortality and morbidity in pediatric and neonatal intensive care units. Widespread use of new broad-spectrum antimicrobial agents has caused the rise of antibiotic resistant microorganisms and fungi as the etiologies of healthcare-associated infections. A number of pediatric collaborative studies have thus been done to attain optimal practices that result in decreasing rates of healthcare-associated

infections. Furthermore, emerging evidence about risk factors for various healthcare-associated infections in children is guiding us in targeting adjunctive preventive intervention. Prevention of healthcare-associated infections is based on infection control strategies that aim to limit susceptibility to infections by enhancing host defenses, interrupting transmission of organisms by healthcare workers and by promoting the judicious use of antimicrobials. With changes in the risk factors for healthcare-associated infections, more studies on Korean children are needed to provide the optimal tools for better outcome.

Key Words: Infection Control; Child; Infant; Risk Factors

서론

국내에서의 의료관련감염에 대한 관심은 다른 나라에 비해 뒤늦은 감이 있지만 사회적인 주목도 받기 시작하고 있다. 소아 환자들에게 발생하는 의료관련감염은 성인에 비해 숙주의 특징 및 환경적인 차이 등이 있어 이를 인지하고 적절히 대처하는 것이 필요하다. 입원한 소아 환자들에서 발생한 감염에 대한 체계적인 조사는 유럽에서 1930년대에 미국에서는 1940년대에 처음 시작된 이후 의료관련감염의 발생을 줄이기 위한 노력은 지속되어 왔다. 소아 중환자실에서 발생하는 의료관련감염 중 정맥주사관련혈류감염(Central line-associated bloodstream infections)이 가장 흔하며 호흡기관련 폐렴과 도뇨관 관련 요로감염이 그 뒤를 따른다. 환자의 나이에 따라 2개월 이하의 어린 소아에게는 혈류 감염이 더 많으며 요로감염은 적게 발생한다. 고위험

신생아실에서 의료관련 감염의 분포는 혈류감염, 폐렴, 안구 감염, 중이염, 비염, 인후염, 위장관염, 피부 및 연조직 감염의 순서를 보인다. 소아 및 신생아에서 발생하는 의료관련 감염의 부위별 분포는 성인에서와는 사뭇 달라, 혈류감염은 더 많은 비중을 차지하고 요로감염, 폐렴 및 수술부위 감염은 적게 발생한다. 소아에서는 또한 지역사회에서 유행하는 호흡기 감염을 일으키는 RSV, 인플루엔자 바이러스 및 위장관염을 일으키는 로타바이러스가 의료관련 호흡기 및 위장관 감염의 중요한 원인이 되고 있다. 소아 중환자실 및 신생아 중환자실에서 의료관련 감염 발생의 전체적인 분포는 성인 중환자실에 비해 더 높는데(특히 1000 g 미만에서 더욱 높다), 폐렴의 발생 빈도는 성인 중환자실에 비해 더 낮고, 요로감염은 성인 중환자실에서와 유사하다. 또한 출생체중이 낮을수록 도관관련 혈류감염 발생률 및 호흡기관 관련 폐렴 발생률이 높았다[1].

국내에서의 소아환자들의 의료관련 감염에 대한 연구 조사 및 보고는 점점 늘고 있으며[2-4] 최근 국내에서도 빠른 속도로 최첨단 장비를 갖춘 소아 중환자실이 갖추어지고 있다. 소아 중환자실의 필요성이 대두되기 시작하고 있어 앞으로 소아 및 신생아 환자들의 의료관련 감염에 대한 연구 조사가 절실히 필요하다고 본다. 이에 지금까지 보고된 자료를 바탕으로 신생아를 포함한 소아환자에서의 의료관련 감염에 대한 최신지견을 기술하고자 한다.

본론

1. 원인균

소아 중환자실 및 고위험군 신생아실에서 발생하는 의료관련감염의 중요한 원인에는 *Staphyococcus aureus* (*S. aureus*), coagulase 음성 포도구균, *Enterococcus* spp., 다양한 그람음성균 및 *Candida* spp.가 있다. 과거 20년간 coagulase 음성 포도구균에 의한 혈류 감염이 증가하였으며 이는 입원 기간 증가, 혈관 내 도관사용 증가 및 비경구 영양 공급 증가로 인한 생존기간이 연장된 초극소 저체중 출생아에서 두드러지게 관찰되고 있는 상황이다[5,6]. 분자 역학 조사에서 coagulase 음성 포도구균 중 특정한 균주가 일부 신생아중환자실에 풍토화되어 있어 의료진의 손에 의해 전파될 수 있는 것이 보고된 바 있다. *Candida* spp.

의 빈도 특히 *C. albicans* 감염은 각 부위에서 증가하고 있으며 특히 미숙아 및 면역이 결핍된 환자에게 큰 타격을 주고 있다. *S. aureus*, *Enterococcus* spp., *P. aeruginosa* 및 *Enterobacter* spp.에 의한 감염도 증가하고 있다.

의료관련감염을 일으키는 흔한 원인균의 항생제 내성이 큰 폭으로 증가하고 있는데, *S. aureus*의 methicillin 내성률, enterococci의 vancomycin 내성률, coagulase 음성 포도구균의 methicillin 내성률, *P. aeruginosa*를 포함한 그람 음성 간균의 3세대 cephalosporins 및 imipenem과 quinolones에 대한 내성률이 급격히 빠른 속도로 증가하고 있다[1].

소아들을 치료하고 있는 병원에서도 의료관련감염의 원인균 분포 및 내성 빈도는 성인 중환자실에서와는 다소 다르나 전체적인 판도는 예외가 아니다. 소아 환자들에서 methicillin resistant *S. aureus* (MRSA)에 의한 감염은 1980년대부터 확인되었으나, 소아 및 신생아 중환자실에서 MRSA 빈도는 성인 중환자실에 비해 현저히 낮았다는 보고가 있었다[7]. 항생제 내성균에 의한 집락화 빈도는 성인 중환자실에 비해 흔하지 않은 것으로 보고되었는데, 아마도 성인 중환자실 환자들은 집락화가 흔한 장기 요양기관에서부터 전원되는 반면, 소아 및 신생아 중환자실에서는 MRSA 근절 감염 관리 프로그램이 더 효과적이기 때문이라고 여겨지고 있다[8]. 최근 지역사회에 널리 퍼져있는 Pulsed-field type USA300 MRSA 균주가 소아에서의 의료관련감염의 중요한 원인으로 확인되었다[9,10]. 또한 Vancomycin에 낮은 감수성을 보이는 *S. aureus*에 의한 감염은 일본에서 심장 수술을 받은 소아에서 수술 부위 감염으로 처음 보고되었으며 이와 같은 경험은 미국에서 성인 환자에서 보고된 바 있다[11,12]. 입원 환자에서 발생하는 coagulase 음성 포도구균은 거의 전부 methicillin 내성을 가지고 있으며, 성인에서는 vancomycin에 대해 낮은 감수성을 가진 coagulase 음성 포도구균에 의한 감염이 보고되고 있다[13]. *Viridans streptococci*는 백혈구 감소증 환자에서 혈류 감염의 주요 원인이며 penicillin 및 cephalosporins에 대한 내성이 증가하고 있다.

Cephalosporins, clindamycin 및 trimethoprim-sulfamethoxazole 등의 많은 항생제에 대해 내재적인 내성을 지니고 있는 enterococci가 증가하고 있는 상황은 의료관련감염의 빈도가 증가하고 있는 사실을 비추어 볼 때 큰 문제이다. 1970년대에 출현한 aminoglycosides에 대한 고도 내성

이 1980년대에 들어서면서 널리 퍼졌고, 1990년대부터는 vancomycin-resistant enterococci (VRE)에 의한 집락 및 감염이 급격히 증가하고 있다. VRE로 집락화된 성인에 항 혐기성세균 항생제를 투여하면 VRE의 집락 정도가 심화되어 장기들로 파급되었다. 다행히도 소아 환자들에서의 VRE의 파급 정도는 성인에 비해 덜 심하다.

반대로 소아에서의 항생제내성 그람 음성간균의 빈도나 위험성은 성인에서와 비슷하다. 1980년대에 3세대 cephalosporins가 소개된 이후 광범위하게 사용되어 오면서 염색체 AmpC β -lactamases와 플라스미드 유래 extended-spectrum β -lactamases를 생성하는 그람 음성 간균의 변이주가 출현하여 널리 퍼지게 되어 aminoglycoside와 cephalosporins 등 항생제에 내성을 보이게 되었다. 이러한 AmpC β -lactamases 또는 extended-spectrum β -lactamases를 생산하는 그람 음성간균은 소아환자에서 수많은 집단 감염을 일으켜 왔으며, 특히 *Enterobacter* spp.는 소아 및 신생아 중환자실에서 광범위한 집락을 일으키는 중요한 문제가 되고 있다[14,15]. Quinolone을 포함한 다양한 항생제에 내성을 초래하는 CTX-M extended-spectrum β -lactamases은 *E. coli*와 *Klebsiella*에 폭 넓게 퍼져있어 지역사회감염 및 병원 감염을 일으키고 있다[16].

2. 지역사회감염에서 기인하는 의료관련 감염

소아를 다루는 의료기관에서는 지역사회 감염이 병원 내로 유입되면서 의료관련감염으로 이어지는 것에 관심을 가져야 하며, 이러한 감염의 역학에 대한 몇 가지 원칙은 다음과 같다. 지역사회감염에서 기인하는 의료관련 감염의 출현 및 전파는 지역사회에서와 평행을 이루며, 기저 질환이나 특수 치료에 관계없이 특정 병원균에 대한 면역이 없는 환자에서 감염을 일으키고, 지역사회에서보다 기저 질환을 가지고 있는 입원환자에서 더 심한 감염을 일으키며, 지역사회 감염(예: 백일해, RSV)으로 입원한 소아는 증상이 없거나 미약하지만 성인 및 의료진 등에게 균을 매개할 수 있고, 예방은 미생물의 전파를 차단할 수 있도록 격리 지침을 준수하는 것이다. 최근에 관심이 더해지고 있는 백일해는 그 전파를 차단하기 위해 백일해 환자에게 항생제를 투여하거나 수두에 노출된 고위험군을 보호하기 위하여 수두 면역글로불린으로 수두 면역을 고려할 수 있다. 입원 기간이 단축되면 잠복기가 지나기 전 퇴원을 하게 되므로 이러

한 감염률의 빈도가 과소평가 될 수 있다.

RSV 감염은 특히 2세 미만의 소아에서 가장 흔한 의료관련 호흡기바이러스감염이다. RSV 감염은 그 유행 시기에 입원을 요하는 어린 소아 환자의 상당한 부분을 차지하며 특히 기저 질환을 소유하고 있는 소아에서 더욱 그렇다. 지역사회에서 이환된 RSV 감염을 가지고 입원한 소아가 차후 다른 입원 환자에 대하여 RSV의 병원소 역할을 하며, 한 조사에서는 RSV 집단 발생이 있을 때에 1주 이상 입원한 소아의 45%에서 그리고 의료진의 40%에서 RSV 감염을 획득하였다고 밝힌 바 있다[17]. 또한 여러 병원에서 조사된 자료에 의하면 의료관련감염으로 발생한 RSV 감염은 전체 RSV 감염의 2.8-13.0%를 차지하였다. 의료관련감염의 위험 인자에는 미숙아, 심 및 폐 질환, 면역 결핍 등이 있으며 신생아 중환자실 집단발생이 보고된 바 있다[18,19].

RSV 바이러스는 코나 안구에 들어가면 감염으로 쉽게 이행되고, 환경에 오래 생존해 있을 수 있으며, 감염된 소아에서 분비물을 통해 고농도로 배출되어, RSV 바이러스 감염의 효과적인 관리대책은 없는 실정이다. 의료진이 환자나 환자 인근 환경과 접촉할 때, 손 위생 수칙과 장갑 및 가운 착용을 철저히 하면 RSV 전파를 상당히 감소시킬 수 있다. 보안경이나 마스크 착용은 의료진이 감염되는 것을 막아 주는데 효과가 크지 않아 그 사용이 추천되고 있지 않다.

Ribavirin 치료는 RSV 분비를 감소시켜 전파를 줄일 수 있으나 실제 임상에서 효과가 입증되지 않아 그 사용이 제한적이다. 단세포군 항체인 Palivizumab는 고위험군 환자에 사용하면 RSV 감염을 예방하거나 감염의 중증도를 감소시키는 효과가 확인 된 바 있으나 원내 전파를 효과적으로 막을 것 같지는 않으나, 신생아실에서는 RSV 유행을 관리하기 위하여 palivizumab를 사용해 오고 있다[20].

인플루엔자로 입원하는 경우는 RSV보다는 그 정도가 상당히 적지만, 유행기간 동안 의료관련 인플루엔자 바이러스의 전파는 적지 않게 발생하며, 신생아 중환자실에서도 집단 발생이 보고된 바 있다. 인플루엔자 바이러스의 전파 양식은 정확히 밝혀지지 않았지만 의료 시설에서는 직접 접촉, 간접 접촉, 분비물 접촉으로 전파될 것이며 공기 매개 전파도 가능하다. 장갑과 가운을 착용하는 것은 물론 밀착 접촉을 해야 하는 경우 분비물을 통한 전파를 막기 위해 마스크 착용이 필요하다. 음압시설을 갖춘 격리실은 필요하지 않으나 일인실 혹은 코호트 격리가 필요하다. 고위험군

환자와 의료진에게 매년 적시에 인플루엔자 백신을 접종하는 것이 병원 내에 인플루엔자의 집단 발생을 제한시킬 수 있다. 백신 접종과 더불어 oseltamivir 와 zanamivir를 사용하여 치료할 수 있다.

의료관련 adenovirus 감염은 연중 내내 발생하며 입원한 환자에서 호흡기 질환, 인두결막염이 집단 발생할 수 있고, 중환자실에서도 사망까지 이르는 중증 질환이 집단적으로 발생한다. 간 이식 소아환자에서 중증 질환이 발생하며 밀접한 접촉이 필요한 경우 마스크 착용이 필요하다.

병원과 장기 요양 시설에서 백일해의 집단 발생은 잘 알려진 사실이다. 많은 경우 의료진이 백일해균을 소아 환자에게 전파시키는데 결정적인 역할을 하며, 집단 발생이 없는 상황에서도 의료진이 감염된 경우가 확인된 바 있다[21]. 의료관련 백일해 발생을 예방하려면 감염이 의심되는 환자를 격리해야 하며 마스크를 착용해야 하고 전파를 줄이기 위해 확인된 환자에게 항생제 투여와 노출된 사람에게 예방적 치료를 해야 한다. 최근 7세 이상의 소아 및 청소년 그리고 성인에게 백일해를 예방할 수 있는 Tdap 혼합백신이 개발되어있다.

3. 침습성 기구 및 시술과 관련된 의료관련 감염

1) 도관관련 혈류감염

성인에서와 마찬가지로 소아 환자에서의 도관관련 혈류감염은 대부분 중심정맥도관과 연관되어 있는데, 소아중환자실과 신생아중환자실에서 사용하는 중심정맥도관 및 신생아 중환자실에서 사용하는 배꼽도관과 관련된 혈류감염률은 성인 중환자실에서 보다 더 높다[22]. 출산 시 체중이 가벼울수록 감염률은 더 높다. 말초 부착 중심 정맥 도관이 신생아 및 소아 중환자실에서 흔히 사용되고 있는데, 초극소 저체중 출생아를 대상으로 한 무작위 대조 연구에서 보면 말초 정맥도관과 비교하여 말초에서 삽입한 중심정맥도관은 혈류감염의 빈도에는 차이가 없는 것으로 보고되었다[23]. 신생아에서 사용하고 있는 배꼽 도관에 대해서는 배꼽 동맥도관에서는 혈류감염률이 5%이었고 배꼽 정맥도관인 경우 3%이었다. 도관 연관 혈류 감염의 발생은 도관의 종류 외에 다른 요인과 관련이 있는데, 신생아 중환자실에서 candida 혈증의 집단 발생은 정맥관으로 약물을 투여할 때에 역방향으로 투여하는 것과 연관이 있음이 확인된 바 있다.

소아 및 신생아에서 발생하는 도관 연관 혈류 감염의 위험 인자에 대한 정보는 성인에 비해 매우 제한적이다. 소아 환자에서 말초정맥도관은 삽입 후 기간이 길어지면 도관의 표면에 집락이 증가되나 혈류 감염 발생은 극히 드물다. 신생아 중환자실에서 말초 정맥도관이나 배꼽 도관 삽입 후 3일이 지나면 도관 집락이 증가한다. 소아 중환자실에서 동맥도관의 유지 기간이 길수록, 적혈구 주입에 사용된 경우일수록, 유전학적인 기저 질환이 동반된 경우일수록, 혈류 감염을 일으키는 위험인자로 인정받고 있다. 질환의 중증도, 기저 질환, 치료제는 독자적인 위험인자는 아니다. 성인에서와 마찬가지로 lumen의 수가 많은 도관일수록 위험도가 증가한다.

특정 병원균에 대한 위험 인자를 보면 신생아 중환자실에서 coagulase 음성 포도구균 혈류감염에 대해서는 입원 기간, 출생체중, 지방 현탁액 투여가 있다. Candida혈증에 대한 위험인자로는 출생체중, 혈관 내 도관사용, 사전 세균성 혈류감염, 위장관 질환력, 체태 연령 26주 미만, 자연 분만, 복부 수술, cephalosporin 투여, 남자, 경구 투여가 있다. 신생아 중환자실 및 소아 중환자실에서 도관 연관 혈류감염을 일으키는 원인균으로는 coagulase 음성 포도구균, *S. aureus*, *Enterococcus* spp., 및 다양한 streptococci가 있다. 10-20%에서는 *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *Acinetobacter* spp., *Serratia marcescens*, *Citrobacter* spp., 등 그람 음성 세균에 의한다. *C. albicans* 등 *Candida* spp. 및 기타 진균은 5-10%를 차지한다.

성인에서의 연구 결과에서는 감염 발생 기전으로 미생물의 집락이 도관 거치기간이 10일 이내인 경우에는 도관 외면에서 시작되고 도관 거치기간이 30일이 지난 경우에는 도관 내면에서 시작되는 것으로 밝혀진 바 있으나, 신생아를 대상으로 한 연구에서는 도관 내면에 오염된 미생물이 혈류 감염을 일으키는 것이 가장 흔하다고 밝혀졌다[24].

도관관련 혈류감염의 진단 기준은 성인을 대상으로 한 기준이 소아 환자에도 적용되고 있다[25]. 실제로 도관 연관 혈류 감염을 진단하는데 있어서 몇 가지 어려움이 있다. 혈액 배양 검사에서 배양된 세균을 원인균으로 판단할지 아니면 오염된 균으로 판단할 지에 환자의 나이, 기저 질환 그리고 도관의 존재 여부에 의해 영향을 받게 된다. 예를 들어 심한 저체중 영유아의 혈액배양 검사에서 coagulase 음성

포도구균이 배양된 경우 임상적으로 중요하다고 판단을 내리게 된다. 그리고 이러한 환자들에서 정맥천자를 한다는 것이 어렵기 때문에 한 개 이상의 혈액 배양 검사를 시행하는 것을 꺼리게 된다. 그리고 새로운 자리에 삽관을 하기가 쉽지 않고 또한 많은 경우 도관을 제거하지 않고도 성공적으로 치료할 수 있기 때문에 중심 정맥 도관은 제거하지 않은 경우가 많다.

혈관 내 도관 주입은 꼭 필요한 경우에 꼭 필요한 기간 동안만 사용해야 하고 국소 및 전신 감염이 발생했는지를 모니터링해야 한다. 도관 삽입 시 철저한 손씻기 완벽한 무균 조작, 방부제로 chlorhexidine-based agents를 사용하는 등 오염을 줄이기 위한 노력을 해야 한다. 이러한 “insertion bundle” 도입과 check list로 모니터를 하면서 혈류감염의 빈도를 줄일 수 있었다는 보고들이 나오고 있다[26]. 소아 환자들에 대한 이러한 조사는 앞으로 이루어져야 하나, 실제 QI 차원에서 소아 병원들에서 사용되고 있다.

몇몇 조사에서 도관 삽관 부위에 chlorhexidine-impregnated sponge를 사용하면 삽관부위와 도관 끝부분에 오염이 감소되었는데 대부분 혈류감염 감소를 이끌어 내지는 못하였다. 1,000 g 미만의 신생아에서는 15%에서 국소부위에 접촉성 피부염이 발생하였으며 따라서 일반적인 사용은 권장되지 않는다[27]. 저체중 출산아에 fluconazole를 투여하면 candida 집락화 또는 혈증을 예방하는데 효과적이라는 보고들이 있으며, 그러나 아직 보편적으로 사용되고 있지는 않다.

2) 호흡치료와 연관된 감염

기계환기와 연관된 의료관련 폐렴은 대부분 세균에 의하며, 바이러스성 폐렴은 지역사회 감염이 병원내에서 전파되어 발생하게 된다. Legionella와 filamentous fungi에 의한 폐렴은 거의 대부분 면역이 결핍된 환자에서 호흡치료가 아닌 오염된 분비물이나 진균 아포를 흡입하여 발생한다. 의료관련감염 중 폐렴이 차지하는 비율은 소아 및 신생아 중환자실에서 성인 중환자실에 비해 낮다. 기계적 환기는 비기관(nasotracheal) 튜브가 부비동과 귀관의 정상 흐름을 방해하기 때문에 부비동염과 중이염의 위험 인자이기도 하다. 이러한 부비동염과 중이염은 발열 이외에 다른 증상이 없이 지나갈 수 있어 의료관련감염의 가능성을 염두에 두어야 한다.

소아에서도 의미가 부여될 수 있는 기계 호흡관련 폐렴의 위험인자에는 숙주 인자로 만성 폐질환과 면역 결핍이 있고, 구인두와 위에 세균 집락을 증진시키는 인자로는 항생제 투여, 위산도 증가제(제산제, H₂ 차단제)가 있다. 위역류를 유발하여 하기도로 흡인을 증가시키는 인자로는 의식 저하, 누운 자세, 비위 튜브, 장관 영양, 기계호흡 기간을 연장시키는 조건이 있고, 충분한 폐 환기를 방해하는 인자에는 흉부 및 복부 수술, 부동이 있다[28]. 소아 중환자실 및 신생아 중환자실에서 발생하는 ventilator기계 호흡관련 폐렴의 원인은 관련된 대부분이 다발세균성이고 어떤 경우에는 그람양성균과 그람음성균이 같이 배양되는 경우도 있다. 기계 호흡관련 폐렴의 병인론은 위 및 구인두에 집락된 균이 흡인(aspiration)되는 것과 오염된 aerosol을 흡입(inhalation)하는 것이다. 소아 환자에게는 부풀리지 않는 기관내 튜브를 사용하기 때문에 흡인의 위험성은 항상 존재하게 된다. 하기도에 미생물이 감염을 일으키는 데는 낭섬유증이나 만성폐질환과 같이 점액섬모청소에 이상이 있거나 항암요법, HIV감염 등 미생물을 비활성화시키는 면역 체계에 이상이 있는 경우에 감염의 위험률이 급격히 증가한다. 지역사회 획득 폐렴을 진단하는데 사용하는 방법인 청진, 가래 검사 흉부방사선 검사 등은 기계호흡관련 폐렴을 진단하는 데는 유용성이 많이 떨어진다.

기계호흡관련 폐렴의 경험적 항생제 치료는 환자 질병의 중증도, 기저질환, 각 병원에 유행하고 있는 병원균의 항생제 감수성 등에 기초해야 한다. *P. aeruginosa*을 포함한 그람음성간균과 MRSA에 대한 광범위한 항균력을 지닌 항생제를 사용하여야 하며 환자의 임상 상태와 배양 검사 결과에 따라 치료 약제가 조정되어야 한다. 진단이 의심스러울 때에는 치료를 연장시키는 것은 삼가야 하며 항생제 내성균으로의 기관내 집락화가 발생할 수 있기 때문이다. 적절한 치료기간은 소아에서는 조사된 바 없다. 합병증을 동반하지 않은 경우 7-10일 동안 치료가 필요하며 소아환자에는 드물지만 괴사성 그람 음성 세균에 의한 폐렴일 때에는 적어도 14일 동안의 치료가 필요하다[29].

미국 Centers for Disease Control and Prevention 및 의료관련 감염관리 대책위원회에서 수립한 의료관련 폐렴 예방을 위한 가이드라인을 보면 가능한 한 기계 호흡을 사용하는 것을 줄이고, 일단 기계 호흡을 사용하게 되는 경우에는 우발적으로 관이 빠지는 것을 발생하지 않도록 하며 의료

진은 폐렴, 중이염, 및 부비동염의 증상이 있는지 세밀히 관찰하여야 한다고 되어 있다[30].

기관내 튜브와 호흡기기의 회로들은 자주 바꾸어 준다 해도 감염 발생의 위험도를 낮추지 못하는 것으로 되어 있으며 48시간 보다 더 자주 교환하지 말아야 한다. 회로를 이루고 있는 튜브에는 잔존하여 응축되어 있는 다량의 미생물로 오염되어 있을 수 있기 때문에 응축 물질이 기관내 튜브로 이동되지 않도록 회로 튜브는 기관내 튜브 보다 낮게 위치시켜야 한다.

3) 요로 기구 사용과 관련된 감염

성인에서는 모든 의료관련 감염의 가장 흔한 감염으로 40%를 차지하지만 입원한 소아 환자들에서는 10% 미만으로 차지하는 비중이 낮다. 이러한 차이는 도관을 빼지 않고 유지시키는 것이 소아 중환자실에서는 성인중환자실에서의 반 정도이기 때문이다. 신생아 중환자실에서는 도관 유지를 사용하는 경우는 드물다. 도관이 유지되는 상황에서는 도관관련 요로감염의 빈도는 소아 중환자실에서 성인 중환자실에 비해 약간 낮다. 감염이 발생하기 전 도관의 유지 기간은 평균 7일로 2일에서 77일까지로 다양하다. 75%에서 증상이 나타나며 이차 균혈증을 일으키는 경우는 거의 없다. 소아 환자에서 도관의 종류에 따른 요로감염의 빈도는 조사된 바 없으며, 도관의 종류에 관계없이 도관이 1-2주 이상 유지되면 요로감염에 걸리게 된다는 주장이 있다.

소아 중환자실에서 도관관련 요로감염을 일으키는 원인균은 대략 1/5에서 *E. coli* 단독, 25%에서는 다른 그람 음성균, 10%는 *Enterococcus* spp., 14%는 다양한 종류의 *Candida* spp.이다. 신생아중환자실에서 coagulase 음성 포도구균 감염이 30%를 넘는다[31,32]. 도관이 미생물로 집락화되어 감염을 일으키는데, 약 2/3에서는 미생물이 도관 외면을 따라 방광으로 이동하며, 1/3에서는 도관의 내면을 따라 방광으로 이동한다. 요도 구멍에 집락하고 있는 미생물이 감염을 일으키는 균과 일치하며 이는 도관을 방광으로 삽입할 때 들어가거나 아니면 더 흔하게는 삽관되어 있는 상태에서 외면을 타고 방광내로 들어갈 수 있다.

미생물이 도관이나 채집계 내면에 이르면 빠르게 증식하여 며칠 내에 10^5 CFU/mL을 넘는다. 요로계에 장기간 집락화되어 있어도 감염을 일으키지 않을 수 있다. 어린 소아에서는 방광요관역류를 가지고 있는 경우가 많아 신장까지 상

행 감염이 우려될 수 있으나 도관관련 요로감염에서는 신우신염과 이차성균혈증은 흔한 문제가 아니다. 도관을 가지고 있는 환자에서 배양검사를 위한 소변 채취는 흡인 포트에서 채취해야 하며 채집용기에서 소변을 채취하면 감염을 확인할 수 있는 것이 아니라 집락 여부를 확인하는 것 밖에는 안 된다.

도관관련 요로감염의 진단 기준을 보면 발열, 급뇨, 빈뇨, 배뇨통, 혹은 치골위압통을 동반하면서 소변 배양검사에서의 한 가지 또는 두 가지의 세균이 10^5 CFU/mL 이상 배양되는 경우 증상을 동반한 요로감염으로 정의한다. 위에 언급한 증상은 동반하지 않으면서 소변 배양 검사에서 한 가지 또는 두 가지의 세균이 10^5 CFU/mL 이상 배양되는 경우를 무증상 균뇨증이라고 하는데 학동기 및 사춘기 여아의 5%는 무증상 균뇨증을 가질 수 있는데 이것이 단지 입원 후에 발견될 수 있기 때문에 의료관련 무증상 균뇨증을 진단하는데 문제가 있다. 소변 검사에서 농도는 상당한 농도의 그람 음성 간균이 존재함을 시사하나 enterococci나 candida가 존재함을 시사하지는 않는다.

도관을 가지고 있는 환자에서 증상이 있는 요로감염을 진단하는 것이 어려운데, 이는 환자들이 급박뇨빈뇨 배뇨통 등의 증상을 가지고 있지 않거나, 중환자실에 있는 신생아나 소아에서는 복통이나 복부 압통을 확인하기가 어렵기 때문이다. 따라서 이러한 환자들에서 흔히 확인되는 감염 증세는 발열이므로 입원한 소아 환자에서 발열이 새로 발생하였을 때에 정량적인 소변 배양 검사를 하는 것은 매우 중요하다.

가능하면 유지되고 있는 도관은 제거해야 하며 증상을 동반하지 않는 세균뇨 및 candida뇨는 도관제거 만으로도 흔히 호전된다. 의료관련 요로감염의 치료에서 항생제 선택은 지역사회 획득 감염에서와 유사하며 신독성을 참고하여 *P. aeruginosa*와 enterococci에 대한 항생제 및 그람 음성간균에 대한 광범위 항생제를 선택하여 적절히 치료한다. 항진균제는 소변 검사에서 효모가 보이지 않으면 경험적으로 사용하지 않고, 임상 경과와 배양 검사 결과에 따라 치료 약물을 조정한다.

의료관련 요로감염의 적절한 항생제 투여기간에 대한 자료는 거의 없다. 나이 든 소아 및 사춘기 소아에서의 지역사회 획득 방광염은 경구용 항생제를 1-3일 투여로 치료하지만 합병증을 동반하지 않는 의료관련 요로감염은 적어도 7일

간 투여해야 하며, 합병증을 동반하지 않고 치료에 잘 반응을 보이면 경구용 항생제로 치료할 수 있다. 신우신염이라도 원인균이 감수성을 보이면 경구치료가 가능하나 적어도 14일 동안 치료해야 한다. 이차성균혈증이 동반된 경우에는 비경구적으로 치료한다. 증상을 동반하지 않는 candida뇨는 5일 동안의 짧은 기간 치료로 충분하나 도관을 제거하지 않으면 재발 된다. 불필요한 요로 도관 사용을 줄이는 것이 의료관련 요로감염의 예방에 가장 효과적인 방법이다. 의사의 도관이 계속 필요하다는 별도의 지시가 없는 한 간호사가 도관 삽입 후 48-72시간 후에 도관을 제거하도록 하는 규칙을 지침으로 의료관련 요로감염을 90% 감소시켰다는 보고가 있었다[33].

4. 수술관련 감염

한 조사 보고에 의하면 수술을 받은 소아 환자에서 수술 부위 감염의 발생(3.5%)이 혈류 감염의 발생(2.3%) 보다 더 많았고, 폐렴(1.6%), 요로감염(0.8%), 로타바이러스에 의한 위장관염(0.3%), 괴사소장대장염(0.2%)이었다[34]. 상처의 분류로 수술부위 감염의 발생 가능성을 예측할 수 있는데, 소아 환자를 다룬 연구에서는 동일한 상처 분류군 내에서 다양한 감염률이 보고되고 있어, 감염 발생 가능성에 대한 다른 위험 인자가 있을 것으로 고려되어 왔다. 수술 부위 감염의 다른 위험 인자로는 긴 수술 시간, 어린 나이, 긴 수술 전 입원 기간, 응급 수술, 긴 절개 길이, 기저 질환이 있다. 심혈관 수술을 받았던 300명 어린이에 대한 전향적 조사에서 감염률은 7.1%였는데, 통계학적 유의성은 없었으나 심폐우회로 개방심장수술 환자에서 감염률이 6.7%로 심폐우회가 없는 밀폐심장수술환자에서 감염률 8.1% 보다 낮았다. 흉골이 열린 상태로 수술을 마친 경우(27.6%)에서 흉골이 닫힌 상태로 수술을 마친 경우(5.0%)보다 감염율이 훨씬 높았다[35].

수술관련 감염은 그람 양성균이 거의 반을 차지하고 *S. aureus*가 가장 흔하며 coagulase 음성 포도구균 및 *Enterococcus* spp.도 흔하다. 그람 음성간균은 약 40%를 차지한다. *Bacteroides fragilis* 및 다른 혐기성 세균은 드물게 분리되는데 혐기성 배양이 얼마나 흔하게 시행되었는지는 확실하지 않다. *C. albicans* 및 다른 *Candida* spp.는 4%에서 분리되며 이러한 미생물의 분포는 소아 수술 환자에서도 유사하다. 뇌척수액 셉트 감염의 원인으로는 그람 양성 세균

이 75%로 가장 흔한데, coagulase 음성 포도구균이 40%를 차지한다[36].

수술 부위가 절개로 열렸을 때 수술 부위가 미생물로 오염되어 감염이 발생하며, 절개 부위가 일단 닫히면 외부로부터 부가되는 오염은 좀처럼 일어나지 않는다. 오염을 일으키는 미생물은 환자의 피부, 호흡기, 위장관 및 비뇨기계에 집락하고 있는 균들이다. 드물게 수술실에 출입하는 의료진들이 매개하는 *S. aureus*, group A streptococci, group C streptococci 등이 수술부위 감염의 집단 발생을 일으키기도 한다. 수술실 환경(벽, 마루, 다른 표면, 수술 기기)은 수술 부위 감염을 일으키는 흔하지 않은 원인이다. 수술 후 혈액형성 수술부위 감염은 거의 일어나지 않는다. 면역이 결핍된 환자에서 공기를 타고 오는 곰팡이 포자가 수술 후 감염을 일으킬 수 있으며 심혈관 수술이나 신경외과 수술에서 드물게 일어난다.

수술 부위 감염 치료에 있어서 화농액이 고인 경우 배액을 해주어야 한다. 최근 방사선 중재 배액술은 혁명적인 발전이다. 배액이 불가능하거나 환자의 상태를 더 위태롭게 할 때에는 항생제 단독 치료가 고려되며 환부에 잘 침투할 수 있는 특성을 가진 항생제를 선택하여야 한다. 항생제 단독 치료는 내성균 유발의 문제가 있지만 이런 경우 유일한 치료 방법이기도 하다. 죽은 조직은 절제해 내야하며 폐쇄나 압박은 풀어주어야 배액이 되고 충분한 혈류가 통할 수 있다. 이물질은 제거해야 하며 뇌척수액 셉트 감염에서는 셉트를 제거하지 않으면 치료될 확률이 높지 않다. 정형외과 수술에 사용되는 동판이나 나사들은 항생제 치료로 제거하지 않고 감염을 억제할 수 있으나 완치하려면 이물질들을 제거하여야 한다. 심한 감염에는 전신적인 항생제 치료가 필요하나 표면 감염은 국소적 치료와 항생제 도포로 회복할 수 있다.

수술 부위 미생물 오염을 줄이기 위한 수술 전 조치는 큰 효과를 거둔다. 수술 전 입원 기간을 최소화하여 MRSA 등 병원 미생물 총으로 오염되는 것을 줄이고 이미 존재하는 감염을 치료하여 수술 부위를 오염시키지 않도록 하며 그러나 불필요한 치료는 하지 않아 항생제 내성균으로의 오염을 증가시키지 말아야 한다.

수술 전 항균력을 지닌 제제로 목욕을 하면 피부에 세균의 집락 수를 감소시키지만 수술부위 감염을 줄이지는 못한다[37]. 외과, 부인과, 신경외과 및 심흉곽 외과 수술을 시

행하기 전 mupirocin을 콧구멍에 도포함으로써 수술 부위 감염을 줄일 수 있는지를 수행한 한 무작위 조사 연구에서 전반적인 수술 부위 감염률은 감소하지 않았으나 코에 *S. aureus*를 가지고 있는 환자들 중 *S. aureus*에 의한 감염은 mupirocin을 바른 군에서 대조군에 비해 의미 있게 낮았다 [38].

수술 전 *S. aureus*나 MRSA가 집락되어 있는지를 스크리닝하는 것은 논란의 대상이지만 일부 전문가들은 지역사회 MRSA 빈도가 높은 지역에서는 보형물질을 넣는 수술을 하는 환자에서는 MRSA 스크리닝을 권장하고 있다. MRSA가 확인되면 수술 전 MRSA 박멸을 시도할 수 있으며 예방적 항생제도 MRSA에 항균력이 있는 것으로 대처해 볼 수 있다.

머리카락을 제거하는 것이 더 깨끗한 수술 시야를 만드는 것 같지만 수술 전날 피부를 면도하는 것은 역설적으로 깊은 피부 조직에 상재하는 피부 균총을 유리시키고 피부에 현미경학적인 손상을 초래하여 세균의 증식을 확장시켜 피부 집락을 더 늘리는 효과가 있다. 그래서 피부 제거가 필요하다면 머리카락은 면도를 하지 말고 가위로 잘라내어야 한다. 만약 면도가 필요하다면 수술 직전에 하여야 한다.

적절한 수술 시점에서의 예방적 화학요법은 수술 부위에 접근할 수 있는 세균을 박멸하거나 그 증식을 늦출 수 있다. 성인에서는 다양한 종류의 수술에 대해 항생제 예방요법이 조사된 바 있으나 소아 환자에 대해서는 조사된 바 거의 없어 성인에서의 대책을 적용한다. 예방을 위한 항생제 투여는 수술 절개가 들어가기 전 1시간 이내(vancomycin은 2시간 이내) 투여해야 한다. 수술 시간이 긴 경우에는 투여된 항생제의 반감기의 두 배가 지나는 시점에 한 번 더 투여한다(예: cefazoline은 4-6시간). 그러나 수술이 완료된 후 추가 투여는 필요하지 않다[39].

수술에 참여하는 의료진이 알코올, iodophors, chlorhexidine 등의 방부제를 사용하여 손을 씻는 것은 손에 존재하는 세균을 줄이고 장갑에 균열이 있는 경우에 수술 부위를 오염시킬 위험성을 줄인다. 정기적으로 수술실을 환기시켜 공기에 있는 세균 수를 최소화할 수 있다. 적당한 환기를 위해 95% 효과를 가진 필터를 사용하여 시간당 외부 공기를 3회, 내부 공기는 15회 바꾸는 것이 좋다. 적당한 수술 시술법은 수술 부위 감염을 예방하는데 중요하다. 많은 연구에서 외과 의사 별 감염률을 알려줌으로써 감염률을 줄일 수 있음을 보고하고 있다.

보스턴소아병원 소아심장중환자실에서 직원 교육, 인지도 향상, 수기 상황 등을 포함한 감염관리 실시에 대한 중심도 관련관 혈류감염 발생률 조사에서 1000도관일 당 중심도관 관련 혈류감염은 감염관리 실시 전에는 7.8건, 부분적 감염관리 실시 후에는 4.7건, 전반적 감염관리 실시 후에는 2.3건으로 총체적인 감염관리가 효과가 있음을 보여주었다 [40].

5. 신생아에서의 의료관련감염

건강하게 태어난 신생아들은 산모로부터 그리고 주변 환경에 노출되면서, 수일 이내에 피부, 배꼽, 코에 coagulase 음성 포도구균, 구강에 알파용혈성 연쇄구균이 집락을 이루게 된다. 위장관계의 집락화는 복잡한데, 모유 수유아에서는 *Lactobacilli*가 주로 집락하게 되며 분유 수유아에는 성인에서의 집락균인 *Bacteroides* spp.를 포함하는 혐기성 세균과 대장균이 주로 집락한다. 이들 공생균(commensals)들은 병원균이 집락화하는 것을 막아주며 병원균은 밀집해 있는 신생아실에 빠르게 퍼질 수 있기 때문에 모자동실과 조기 퇴원은 신생아에게 병원균이 전파되는 위험을 줄여준다. 그러나 조기 퇴원은 중요한 문제를 발견할 수 없게 할 수 있으며, 예를 들면 포도구균 감염의 잠복기가 신생아 입원 기간 보다 길므로 엄격한 보고 절차가 정립되어 있지 않으면 집단발생이 인지되지 않을 수 있다.

건강하게 출산된 만삭아와는 달리 신생아 중환자실에서 치료를 받는 미숙아와 만삭아들은 아주 다른 운명을 맞게 되는데, 이는 아마도 제한적인 모체와의 접촉, 경구 수유 지연 및 비경구적 항생제 투여로 집락화가 상당히 지연되기 때문일 것이다.

집락 미생물 균총도 상당히 다른데, 피부, 배꼽 및 코에 coagulase 음성 포도구균이 분포하게 되나, 분자생물학적 조사에서 특정 coagulase 음성 포도구균 균주는 신생아 중환자실에 상당 기간 존재할 수 있어 의료진의 손을 통해 전파되어 혈류 감염을 일으킬 수 있다.

장관에는 *Lactobacilli*와 혐기성세균이 집락되나 *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *P. aeruginosa*, *S. marcescens*, and *Citrobacter* spp. 들이 정상 분만아에 비해 상당히 많이 분포하게 된다. 이러한 세균들 중 항생제 내성 균주들이 많은 신생아 중환자실에서 문제를 일으키고 있는데, 대변 1g 당 10^6 - 10^8 CFU으로 포진해 있어 의료진의 손을 쉽게 오염

시켜 중요한 전파 경로가 되는 것이다. 항생제 사용으로 인하여 *Enterococcus*와 *Candida*도 피부 배꼽 및 장관에 집락할 수 있으며 의료진의 손을 오염시키게 된다. 그밖에도 혈관내 도관, 호흡 기기들과 같은 의료기구들은 무균 부위에 이러한 세균들의 침입을 유도하여 감염을 일으키게 된다. 1950년대와 1960년대에 중요한 의료관련감염의 원인이었던 *Staphylococcus*는 그 정도는 약하지만 아직도 중요한 원인균이다. 피부 및 연조직 감염으로는 표재성 피부감염, 유방염, 배꼽염이 있고 심한 폐렴은 지금은 드물다. 신생아실 및 신생아중환자실에서 의료관련감염의 집단발생을 일으키는 지역사회 감염의 원인균에는 RSV, 다른 호흡기 바이러스, 로타바이러스, *Salmonella* 및 다른 장내세균, herpes simplex virus, cytomegalovirus, hepatitis A virus, enteroviruses 등이 있고, 신생아에서 기구관련 감염을 일으키는 것이 있다. 포도구균으로 감염되었거나 집락화된 아기에게 간접적으로 접촉하여 전파되는 것 보다 오염된 의료진을 통한 직접 접촉에 의한 전파가 더 흔하다. 집락화와 감염 발생률 간에 상관관계는 크지 않기 때문에, 집락화된 영아를 찾아내기 위한 관리차원에서의 배양 검사는 집단 발생이 있지 않는 한 권장되고 있지 않다.

신생아 중환자실에서 MRSA 감염의 집단 발생은 점점 증가하고 있다. 지역사회에서 흔히 발생하는 유전학적으로 특징적인 MRSA에 의한 중증 감염도 정상 신생아 및 모체에서 증가하고 있다. 이들 감염의 위험 인자에는 제왕절개술, 출산 후 입원 기간 연장, 남아, 포경수술관련 부적절한 감염관리, 감염된 의료진과의 접촉 등이 있다.

이러한 집단 발생을 관리하기 위하여 손 씻기, 격리, 장비 멸균 등을 포함한 감염관리 프로그램을 운영하는 것이 중요하며 집락화된 환자를 찾아내기 위한 검사는 집단 발생이 아닌 평상시에는 그 유용 가치가 인정받고 있지 않다. 집단 발생이 있을 때 hexachlorophene을 희석하여 목욕시키는 것을 선택할 수 있으나, 미숙아들의 뇌의 백색질에 낭종성 퇴행성 병변을 초래하는 것으로 알려져 있어 초극소 저체중 출생아들에서는 사용하지 못하도록 하고 있다. 포도구균 살균 능력을 가지고 있으며 목욕이나 배꼽 관리 후 흡수량이 거의 없고 독성이 나타나지 않는 것으로 알려진 chlorhexidine이 대체품으로 사용될 수 있으나 신생아에 대한 사용은 미국 식약청에서 인가되지 않았고 혈관내 도관 삽입 시 항균제로의 사용도 인가되지 않은 상태이다.

Iodophors의 사용은 요드가 흡수되는 것이 문제이고, 알코올은 화학적 열상을 줄 수 있어 사용하면 안된다.

산도를 통해 신생아에게 전파되는 B군 연쇄구균 및 다른 감염들도 의료관련감염에 포함시킬 수 있다. 산도가 B군 연쇄구균으로 집락화된 경우 출생한 신생아의 50-75%에 B군 연쇄구균이 전파되며 집락화된 신생아의 1-2%에서 감염이 발생한다.

생후 7일 이내에 발생하는 조발형(early onset) B군 연쇄구균 감염에 대한 감염관리의 효과는 제한적이며, 임신부에 분만 중 예방을 하는 것이 신생아에서의 감염률을 감소시키는데 더 효과적이다. B군 연쇄구균은 의료관련감염을 일으킬 수 있으며 신생아실에서 간접 접촉으로 인한 집단발생이 보고된 바 있다.

미숙아들은 각종 효모 및 사상 진균에 의한 감염에 걸리기 쉬운데, *Candida*가 가장 흔하다. *Candida*에 집락화 되는 위험 인자에는 H₂ blocker 및 3세대 cephalosporins 치료와 지연된 경구 섭취가 있다. 수중 분만과 같은 새로운 산과 시술이 신생아에게 감염에 걸리게 하는 위험을 내포하고 있으며 오염된 물에서 장시간에 걸친 분만 과정을 가졌던 신생아에서 *Legionella pneumonia* 감염이 발생하였던 것이 보고된 바 있다.

손 세척이 병원균의 전파를 막는 가장 효과적인 방법이다. 그러나 일부 의료진의 손은 철저한 손 세척을 하여도 오랜 기간 미생물로 집락화된 상태로 남아 있는 경우가 있다. 그리고 인공 손톱 혹은 손톱 덮개를 사용하는 의료진은 손에 *P. aeruginosa*가 집락화되어 있을 수 있으므로 신생아 중환자실에서는 사용을 금지하여야 한다. 알코올 손 세척제가 손에 병원균이 집락화되는 것을 감소시키는 데 가장 효과적이며 육안적으로 오염되지 않은 손세척에 선호되고 있는 방법이다.

신생아 의료관련감염예방 증진방안을 도입한 신생아실에서의 의료관련감염 및 coagulase 음성 포도구균 균혈증의 발생률은 증진 방안을 도입하지 않은 신생아실에서보다 더 빨리 감소하였다[41]. *Lactobacillus* 및 viridans streptococci 등을 포함한 비병원성 미생물을 의도적으로 집락화 시켜 병원균의 집락화를 방해해 보자는 시도가 있어 왔으나 좋지 않은 결과를 초래할 수 있다는 우려로 그 연구가 중단된 상태이며 *Lactobacillus*를 사용한 연구에서는 유익한 결과를 보이지 못하고 있다[42-44].

저체중 출산아의 피부는 쉽게 건조되어 터지게 되며 집락화된 세균의 침투를 막는 장벽의 역할을 못하게 된다. 저체중 출산아 피부벽의 기능을 증진시키기 위하여 표피를 통한 수액 손실을 감소시키기 위하여 지방산을 포함하는 완화제 제품들이 개발되어 무작위 대조 연구가 시행되었는데 후발형 세균 패혈증의 빈도 및 사망률에 대한 효과는 일치하지 않았다.

옴소닌 항체가 충분하지 않은 미숙아들에 대해 면역글로불린의 정맥 투여가 의료관련감염을 예방할 수 있는지를 알아보기 위한 조사가 몇 차례 수행된 바 있으며 이들을 리뷰한 자료에서 보면 37주 미만 또는 2,500 g 미만의 미숙아에서 정맥 면역글로불린의 효과는 패혈증의 빈도를 3%, 중증 감염의 빈도를 4% 감소시키는 결과였고 피사소장대장염, 뇌실내 출혈, 생존기간 및 사망률 등의 다른 예후에는 차이가 없었음을 보여 주었다[45].

미숙아가 가지고 있는 백혈구는 양적으로 그리고 기능적으로 제한적이기 때문에, granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF) 및 granulocyte colony-stimulating factor (G-CSF)의 예방적 및 치료적 투여가 의료관련감염에 미치는 영향을 조사한 바 있는데, GM-CSF나 G-CSF를 투여 받은 미숙아에서 대조군에 비해 말초 혈액 내 백혈구 수가 높았으나, 감염을 예방 및 치료하는 효과는 거의 없었다[46,47]. 만성 폐질환을 예방하거나 치료하기 위하여 출생 후 투여하는 부신피질 호르몬은 의료관련감염의 발생률을 증가시키며 기타 다른 부작용을 초래하는 것으로 밝혀진 바 있다.

결론

침습성 시술의 도입 및 치료법의 발달 등 의술이 발달하게 되어 치명적인 질환을 가진 소아 환자들의 생존 기간이 연장되고 있고, 면역이 결핍된 소아 환자들이 증가하게 되어 감염 획득의 위험률은 증가하는 결과를 초래하였다. 또한 광범위한 항균력을 지닌 항생제의 사용이 증가하면서 과거에는 없었던 새로운 내성균 및 진균이 중요한 의료관련 병원균으로 등장하게 되었다.

입원해 있는 소아 환자에서의 의료관련 감염은 이환율, 사망률, 장기 입원 및 병원비 상승을 초래하기 때문에 잘 관리

하여야 하는 매우 중요한 문제이다. 환자 및 가족은 물론 의료기관 및 정부로부터 의료관련 감염 및 연관된 문제에 대한 관심이 증가하였고 최근에는 의료관련감염의 예방을 최우선 목적으로 생각하게끔 되었다. 따라서 소아 환자에서의 감염병에 걸릴 위험 인자가 변화함에 따라 의료관련감염의 예방 수단을 밝히기 위한 더 많은 연구가 필요하다.

References

1. 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.
2. Park SE, Jeon GW, Choi CW, Hwang JH, Koo SH, Kim YJ, et al. Evaluation of perinatal and management factors associated with improved survival in extremely low birth weight infants. Korean J Pediatr 2005;48:1324-9.
3. Lee HY, Lee GY, Kim MJ, Jeon GW, Shim JW, Chang YS, et al. The effect of early enteral trophic feeding within 24 hours after birth in extremely low birth weight infants of 26 weeks and less, and birth weight below 1,000 g. J Korean Soc Neonatol 2007;14:59-65.
4. Seo JH, Nam GY, Park KH, Byun SY, Park SE. Colonization rate and control of vancomycin-resistant enterococci in the neonatal intensive care unit. Korean J Pediatr Infect Dis 2010;17:1-8.
5. Gaynes RP, Edwards JR, Jarvis WR, Culver DH, Tolson JS, Martone WJ. Nosocomial infections among neonates in high-risk nurseries in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. Pediatrics 1996;98:357-61.
6. Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in pediatric intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. Pediatrics 1999;103:e39.
7. Intensive Care Antimicrobial Resistance Epidemiology (ICARE) Surveillance Report, data summary from January

- 1996 through December 1997: A report from the National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System. *Am J Infect Control* 1999;27:279-84.
8. Siegel JD, Krishner KK, Levine GL. Prevalence of antimicrobial resistant bacteria in pediatric prevention network intensive care units. The 39th Annual Meeting of the Infectious Diseases Society of America; 2001 Oct 25-28; San Francisco: IDSA; 2001, p.92.
 9. Klevens RM, Edwards JR, Tenover FC, McDonald LC, Horan T, Gaynes R. Changes in the epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in intensive care units in US hospitals, 1992-2003. *Clin Infect Dis* 2006;42:389-91.
 10. Moran GJ, Krishnadasan A, Gorwitz RJ, Fosheim GE, McDougal LK, Carey RB, et al. Methicillin-resistant *S. aureus* infections among patients in the emergency department. *N Engl J Med* 2006;355:666-74.
 11. Hiramatsu K, Hanaki H, Ino T, Yabuta K, Oguri T, Tenover FC. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* clinical strain with reduced vancomycin susceptibility. *J Antimicrob Chemother* 1997;40:135-6.
 12. Sievert DM, Rudrik JT, Patel JB, McDonald LC, Wilkins MJ, Hageman JC. Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* in the United States, 2002-2006. *Clin Infect Dis* 2008;46:668-74.
 13. Garrett DO, Jochimsen E, Murfitt K, Hill B, McAllister S, Nelson P, et al. The emergence of decreased susceptibility to vancomycin in *Staphylococcus epidermidis*. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:167-70.
 14. Naumovski L, Quinn JP, Miyashiro D, Patel M, Bush K, Singer SB, et al. Outbreak of ceftazidime resistance due to a novel extended-spectrum beta-lactamase in isolates from cancer patients. *Antimicrob Agents Chemother* 1992;36:1991-6.
 15. Shannon K, Fung K, Stapleton P, Anthony R, Power E, French G. A hospital outbreak of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* investigated by RAPD typing and analysis of the genetics and mechanisms of resistance. *J Hosp Infect* 1998;39:291-300.
 16. Pai H, Kim MR, Seo MR, Choi TY, Oh SH. A nosocomial outbreak of *Escherichia coli* producing CTX-M-15 and OXA-30 beta-lactamase. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27:312-4.
 17. Hall CB, Douglas RG, Jr., Geiman JM, Messner MK. Nosocomial respiratory syncytial virus infections. *N Engl J Med* 1975;293:1343-6.
 18. Langley JM, LeBlanc JC, Wang EE, Law BJ, MacDonald NE, Mitchell I, et al. Nosocomial respiratory syncytial virus infection in Canadian pediatric hospitals: a Pediatric Investigators Collaborative Network on Infections in Canada Study. *Pediatrics* 1997;100:943-6.
 19. Wilson CW, Stevenson DK, Arvin AM. A concurrent epidemic of respiratory syncytial virus and echovirus 7 infections in an intensive care nursery. *Pediatr Infect Dis J* 1989;8:24-9.
 20. Cox RA, Rao P, Brandon-Cox C. The use of palivizumab monoclonal antibody to control an outbreak of respiratory syncytial virus infection in a special care baby unit. *J Hosp Infect* 2001;48:186-92.
 21. Deville JG, Cherry JD, Christenson PD, Pineda E, Leach CT, Kuhls TL, et al. Frequency of unrecognized *Bordetella pertussis* infections in adults. *Clin Infect Dis* 1995;21:639-42.
 22. 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.
 23. Janes M, Kalyn A, Pinelli J, Paes B. A randomized trial comparing peripherally inserted central venous catheters and peripheral intravenous catheters in infants with very low birth weight. *J Pediatr Surg* 2000;35:1040-4.
 24. Garland JS, Alex CP, Sevallius JM, Murphy DM, Good MJ, Volberding AM, et al. Cohort study of the pathogenesis and molecular epidemiology of catheter-related bloodstream infection in neonates with peripherally inserted central venous catheters. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29:243-9.
 25. Randolph AG, Brun-Buisson C, Goldmann D. Identification of central venous catheter-related infections in infants and

- children. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:S19-24.
26. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, Sinopoli D, Chu H, Cosgrove S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 2006;355:2725-32.
27. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am J Infect Control* 2011;39:S1-34.
28. Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, Bridges C, Hajjeh R, Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for Preventing Health-Care-Associated Pneumonia, 2003: recommendations of CDC and The Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Centers for Disease Control and Prevention Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee[Internet]. Atlanta(US): Centers for Disease Control and Prevention; c2011 [cited 2011 Apr 25]. Available from: http://www.cdc.gov/ncidod/dhqp/pdf/guidelines/CDCpneumo_guidelines.pdf
29. Straube RC, Thompson MA, Van Dyke RB, Wadell G, Connor JD, Wingard D, et al. Adenovirus type 7b in a children's hospital. *J Infect Dis* 1983;147:814-9.
30. Curley MA, Schwalenstocker E, Deshpande JK, Ganster CC, Bertoch D, Brandon J, et al. Tailoring the Institute for Health Care Improvement 100,000 Lives Campaign to pediatric settings: the example of ventilator-associated pneumonia. *Pediatr Clin North Am* 2006;53:1231-51.
31. Davies HD, Jones EL, Sheng RY, Leslie B, Matlow AG, Gold R. Nosocomial urinary tract infections at a pediatric hospital. *Pediatr Infect Dis J* 1992;11:349-54.
32. Lohr JA, Donowitz LG, Sadler JE, 3rd. Hospital-acquired urinary tract infection. *Pediatrics* 1989;83:193-9.
33. Wong ES. Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections. *Am J Infect Control* 1983;11:28-36.
34. Bhattacharyya N, Kosloske AM, Macarthur C. Nosocomial infection in pediatric surgical patients: a study of 608 infants and children. *J Pediatr Surg* 1993;28:338-43; discussion 43-4.
35. Pollock EM, Ford-Jones EL, Rebeyka I, Mindorff CM, Bohn DJ, Edmonds JF, et al. Early nosocomial infections in pediatric cardiovascular surgery patients. *Crit Care Med* 1990;18:378-84.
36. Odio C, McCracken GH, Jr., Nelson JD. CSF shunt infections in pediatrics. A seven-year experience. *Am J Dis Child* 1984;138:1103-8.
37. Webster J, Osborne S. Preoperative bathing or showering with skin antiseptics to prevent surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2007:CD004985.
38. Perl TM, Cullen JJ, Wenzel RP, Zimmerman MB, Pfaller MA, Sheppard D, et al. Intranasal mupirocin to prevent postoperative *Staphylococcus aureus* infections. *N Engl J Med* 2002;346:1871-7.
39. 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* 1992;326:281-6.
40. Costello JM, Morrow DF, Graham DA, Potter-Bynoe G, Sandora TJ, Laussen PC. Systematic intervention to reduce central line-associated bloodstream infection rates in a pediatric cardiac intensive care unit. *Pediatrics* 2008;121:915-23.
41. Horbar JD, Rogowski J, Plsek PE, Delmore P, Edwards WH, Hocker J, et al. Collaborative quality improvement for neonatal intensive care. NIC/Q Project Investigators of the Vermont Oxford Network. *Pediatrics* 2001;107:14-22.
42. Goldmann DA. Prevention and management of neonatal infections. *Infect Dis Clin North Am* 1989;3:779-813.
43. Millar MR, Bacon C, Smith SL, Walker V, Hall MA. Enteral feeding of premature infants with *Lactobacillus GG*. *Arch Dis Child* 1993;69:483-7.
44. Reuman PD, Duckworth DH, Smith KL, Kagan R, Bucciarelli RL, Ayoub EM. Lack of effect of *Lactobacillus* on gastrointestinal bacterial colonization in premature infants. *Pediatr Infect Dis* 1986;5:663-8.
45. Ohlsson A, Lacy JB. Intravenous immunoglobulin for preventing infection in preterm and/or low-birth-weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2004:CD000361.
46. Carr R, Modi N, Dore CJ, El-Rifai R, Lindo D. A randomized, controlled trial of prophylactic granulocyte-macro-

- phage colony-stimulating factor in human newborns less than 32 weeks gestation. *Pediatrics* 1999;103:796-802.
47. Miura E, Procianoy RS, Bittar C, Miura CS, Miura MS, Mello C, et al. A randomized, double-masked, placebo-controlled trial of recombinant granulocyte colony-stimulating factor administration to preterm infants with the clinical diagnosis of early-onset sepsis. *Pediatrics* 2001;107:30-5.