

신생아 중환자실의 병원감염과 감염관리

계명대학교 의과대학 소아과학교실

김천수

Hospital-acquired Infection in the Neonatal Intensive Care Unit and Infection Control

Chun Soo Kim, M.D., Ph.D.

Department of Pediatrics, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Hospital-acquired infection (HAI) is one of the leading cause of mortality and morbidity in the neonatal intensive care unit (NICU). An understanding of the pathogenesis and clinical features of common diseases which are developing in the NICU including catheter-associated bloodstream infection, ventilator-associated pneumonia and systemic candidiasis is essential to prevent and control infections. Introduction of early enteral feeding with breast milk to the prematurity may help to reduce HAI in the NICU, but other strategies such as fluconazole prophylaxis, immunomodulation and use of probiotics are still debatable for routine recommendation. The general policy of infection control including hand washing and aseptic techniques must be observed in the NICU. Surveillance and regular review of HAI is useful in managing outbreak. A continuous educational program on hand washing and feedback system may improve the compliance among healthcare workers in the NICU.

Key Words : Hospital-acquired infection, Neonatal intensive care unit, Infection control

환자가 병원을 방문하기 이전에 이환된 경우를 말하는 지역사회 획득 감염과 비교해서 입원 후에 생긴 모든 감염증을 병원감염이라고 하는데, 대체의 경우 입원 48~72시간 이후에 발병하는 경우가 해당한다. 신생아의 병원감염은 신생아 중환자실에 입원 후 생긴 감염으로 주로 생후 3일 이후에 발생하며 태반이나 산도를 통한 감염의 경우는 배제되어야 한다.¹

최근 신생아 집중치료실의 발달로 고위험 신생아의 생존율이 향상되었으나 생리적으로 면역체계가 미숙한 환아에게 시행되는 빈번한 침습적 치치, 정맥영양 등의 이유로 병원감염은 줄지 않고 있다.¹⁻³ 이러한 병원감염은

신생아 집중치료실(neonatal intensive care unit, NICU) 환아의 사망 및 이환의 주요 원인이 되며 입원 기간의 연장이나 의료비 상승과 관련 있다.^{2,3} NICU 환아에서 병원감염의 비도는 약 7~24%이며 재태연령이나 출생체중이 작을수록 발생률이 높다.²⁻⁴ 카테터 관련 혈류감염이나 인공호흡기 관련 폐렴, 침습적 칸디다 감염이 흔히 문제가 되며 그 외에 괴사성 장염, 감염성 설사, 괴부 및 연부조직의 감염, 골수염 및 관절염 등의 다양한 임상양상을 보인다. 폐혈증 원인균의 비도는 그람 양성균(55~74%)이 가장 흔하고, 그 외에 그램음성간균(18~31%), 진균(9~13%) 등의 순으로 알려져 있다.^{1,5,6}

감염관리를 위한 대책으로 손씻기 및 무균적 치치, 중심정맥도관(central venous catheter, CVC)의 관리, 항생제의 적절한 사용 등이 전통적으로 강조되고 있으

접수 : 2009년 12월 22일, 승인 : 2009년 12월 28일
주관책임자 : 김천수, 700-712 대구시 중구 동산동 194
계명대학교 의과대학 소아청소년과학교실
전화 : 053)250-7526 · 전송 : 053)250-7783
E-mail : cskim@dsmc.or.kr

며,⁷⁻¹⁰ 최근에는 예방적 화학요법과 면역보강, 모유 수유 및 조기장관 영양, 생균제 투여 등이 추가적 대책으로 알려져 있다.¹¹⁻¹³ 저자는 NICU에서 흔히 발생하는 병원감염의 임상양상과 대책, 감염관리 및 예방에 대해서 최근에 이루어진 연구를 중심으로 알아보고자 한다.

병원감염의 임상양상과 대책

1. 혈관 내 카테터 관련 감염

카테터 관련 감염은 정맥염과 혈류감염으로 대별할 수 있다. 정맥염은 카테터가 삽입된 정맥 주변의 국소적인 염증으로 발적, 열감, 부종 또는 압통 등의 증상을 동반하는데 유발 요인은 불충분한 무균적 처치, 카테터의 재질, 삽입 후 유지기간, 삽입 위치, 주입용액의 종류, 환자의 기저질환 등이 있다. 발생 양상은 크게 카테터 자체의 물리화학적인 자극으로 발생하는 화학적 염증과 감염성으로 구분할 수 있다.¹⁰ 주사부위 대부분의 정맥염은 화학적 염증인 경우가 많으나 정맥주위에 농양이 의심되거나 정맥이 딱딱한 줄처럼 느껴지면 감염성 염증을 강력히 시사하므로 전신적 항생제 투여가 필요하다.¹⁴

효과적인 감염관리를 위해서 카테터 관련 혈류감염(catheter-associated bloodstream infection, CABSI)의 병인에 대한 이해가 필요하다. 발생기전은 ① 삽입 시 오염, ② 카테터 삽입부위의 오염, ③ 카테터 연결부위(hub)의 오염, ④ 신체 다른 부위의 균이 혈류를 따라 카테터로 전파 ⑤ 오염된 수액을 통한 감염 등의 다섯가지 경로로 구분할 수 있다(Fig. 1).¹⁵ 카테터 삽입부위의 오염은 단기 유치된 카테터의 가장 흔한 감염경로인데 coagulase 음성 포도알균(coagulase negative

staphylococci, CONS)이나 황색 포도알균이 상피 내 도관과 카테터 외면을 따라 들어가 카테터 말단부위에서 집락하고 있다가 균혈증을 일으킨다.^{15, 16} 따라서 삽입 전에 피부를 적절히 소독하면 이러한 감염을 줄일 수 있다. 카테터 연결부위의 오염은 10일 이상 장기간 유치된 카테터에서 자주 일어난다. 주로 의료진의 손을 통해 연결부위가 오염되고, 오염된 균이 카테터의 내강을 따라 이동하면서 균혈증으로 진행된다.^{8, 15} 폐, 위장관 또는 요로감염 등 신체 다른 부위에 있는 균의 혈행성 전파를 통한 카테터 감염은 중환자실에서 발생하는 CABSI의 주요 발병 요인이 되며,¹⁴ 특히 칸디다에 의한 카테터 감염의 약 1/2는 위장관에 집락된 진균이 혈류를 타고 이동하여 카테터 표면의 fibrin과 fibronectin에 부착되어 발생하는 것으로 알려져 있다.^{17, 18} 오염된 수액제제에 의한 균혈증 발생은 문헌상 가끔 보고되어 있지만 실제 병원성 균혈증의 발생에서 차지하는 비율은 매우 적다.¹⁹

CABSI의 진단은 혈액배양검사 당시에 혈관 내 카테터를 삽입을 하고 있는 상황에서 1개 이상의 검체에서 병원균이 배양되거나 2개 이상의 검체에서 피부 상재균이 배양되고, 발열이나 저체온, 무호흡, 서맥 등의 임상증상이 있으며 감염의 다른 원인이 배제될 때 가능하다.¹⁴ 그러나 카테터가 유치된 NICU 환아에서 감염의 임상증상이나 카테터 주변 부위의 발적, 압통, 부종, 농형성 등의 국소 염증소견은 흔히 나타나지 않으므로 임상소견으로 카테터 관련 감염을 진단하기는 쉽지 않다. 또한 혈관 내 카테터 말단 절단 부위(약 5 cm)의 반정량 배양 시 집락수가 15개 이상이거나 정량 배양에서 10^3 CFU/catheter segment 이상이면 카테터 관련 감염으로 판정할 수 있으나 이러한 검사는 임상에서 실제 시행하지

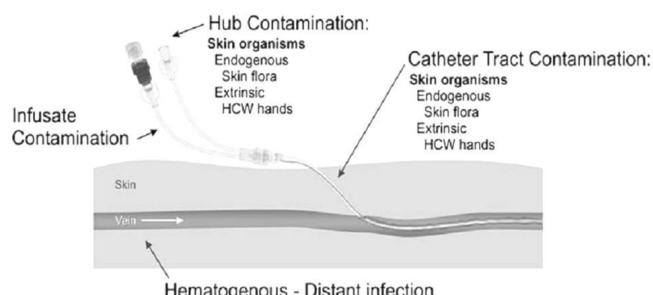


Fig. 1. Potential routes of catheter-associated bloodstream infection (Data from Garland JS, et al.¹⁵).

않는 경우가 많아 감염 발생의 수준이 저 평가되기 쉽다.¹⁴ 1,000 g 미만의 미숙아에서 CABSI 발생률은 1,000 카테터 삽입일수당 4~9건으로 보고된다.^{15, 20} 치료는 정맥 항생제를 투여하고 CONS를 제외한 대부분의 경우에서 카테터를 즉시 제거하는 것이 합병증이나 사망률을 감소에 도움이 된다.^{7, 15}

카테터 감염 예방에 대한 대책으로 삽입 시 시술과정의 무균적 조작은 필수적이며 삽입부위는 무균 거즈나 반투과성 폴리우레탄 막(TegaDemTM)으로 주 2회 정도 드레싱 한다. 삽입부위의 감염을 예방하기 위해 일상적으로 항균연고를 도포하는 것은 카테터 재질의 변화시킬 수 있고 약제 내성균이나 진균 감염을 조장할 위험이 있어 권장되지 않는다.¹⁴ 카테터 유치기간이 길수록 균혈증의 발생 빈도가 증가하므로 대부분의 극소 저체중 출생아(very low birth weight infant, VLBWI)가 완전 경구 영양이 가능해지는 생후 21일경이나 장관 수유량이 100 mL/kg/day에 도달하면 CVC를 제거하는 것이 권장된다.²¹ 카테터 삽입 때 vancomycin 예방요법을 시행하는 것은 단기적으로 CONS에 의한 균혈증을 줄이는데 도움이 되나 항생제 내성 관리 측면에서 권장되지 않는다.¹³

¹⁹ Chlorhexidine-silver sulfadiazine이나 minocycline-rifampicin 등의 항생제가 코팅된 카테터는 성인에서 CABSI를 40%까지 감소시켰다고 알려졌으나 아직 신생아에서는 사용되지 않는다.¹⁴ Vancomycin-heparin을 이용한 antibiotic lock 예방요법이 NICU 환아에서도 CABSI의 빈도를 의미 있게 낮춘다는 보고가 있으나 일반적인 사용은 권장되지 않는다.¹⁹

2. 호흡기 감염

인공호흡기 관련 폐렴(ventilator-associated pneumonia, VAP)의 발생기전은 구인두 분비물의 흡인, 세균을 포함한 기포의 흡인, 식도나 위 내용물의 흡인, 혈류를 통한 폐 외로부터의 전파, 위장관에 집락화된 세균이 허혈 손상을 받은 점막을 통해 침입한 후 창자간막 림프절 등을 거쳐서 전위되는 현상 등으로 설명되는데 이 중 구인두 분비물의 흡인이 가장 중요한 경로이다.²²

²³ NICU 환아에서 VAP의 발생률은 48시간 이상 기도 삽관 및 인공환기요법을 시행한 환아의 약 12~20%이다.^{24, 25} 발생빈도는 출생체중이나 재태연령에 반비례하

며 1,000 g 미만의 미숙아는 1,000 인공호흡기 장착일 수당 약 7건으로 보고된다.²⁶ 그러나 신생아에서 인공환기요법을 하는 기저질환의 대부분이 호흡 곤란 증후군이나 기관지 폐 이형성증 등의 미만성 폐질환이기 때문에 VAP의 동반이 간과될 수 있으며 기관지 폐포 세척술(bronchoalveolar lavage, BAL)에 의한 하기도 분비물의 채취 등 진단의 어려움 등으로 저 평가되기 쉽다.²⁴ 따라서 인공환기요법 중인 환아에서 기관내관의 재삽관이나 빈번한 기도 흡인이 필요한 경우, 발열(>38°C)이나 호흡곤란 증상의 악화, 환기의 악화에 따른 인공호흡기 강도의 증가 또는 2일 이상 일련의 방사선 영상소견에서 새로 발생한 폐 침윤이나 경화, 동공 등의 소견을 보일 때는 VAP 발생을 의심해야 하며(Fig. 2), 비기판지경 BAL을 적극적으로 시행하여 원인균을 동정하는 것이 조기진단과 적절한 항생제 치료에 중요하다.^{25, 27} 기도삽관 3일 이후에 발생하는 폐렴은 *P. aeruginosa*, *Klebsiella* 등의 그람음성간균과 methicillin 내성 황색포도알균(methicillin-resistant *S. aureus*, MRSA)가 주요 원인균이 되며 대부분 내성균주이므로 vancomycin, ceftazidime, imipenems 등의 항생제 치료가 필요하다.²⁸ 장기간의 기도삽관이나 균혈증, 스테로이드나 진정제 등의 약물 투여, 바로 누운 자세, 수혈, 정맥영양, 금식 상태, CVC 유치, 동맥관 개존증의 동반 등의 위험요인을 제거하고 기관내관의 조기 발관과 기도 흡인의 무균적 처리 및 폐쇄식 흡인 등이 예방에 중요하다.²³

흡인성 폐렴은 기관 식도루, 식도나 십이지장의 폐쇄, 윤상인두부 기능장애(cricopharyngeal incoordination), 위식도 역류, 진경제 투여 등의 상황에서 잘 발생하므로 예방을 위한 세심한 관리가 필요하다.²⁸ 기도 흡인은 감염이 동반되기 쉬우므로 호흡 물리치료와 함께 적절한 항생제를 투여한다. 위식도 역류가 심한 경우는 수유 자세를 교정하면서 부가적인 erythromycin (3 mg/kg/dose, 하루 4회, 경구)의 투여가 역류방지에 도움이 될 수 있으나 항생제 내성 등을 고려해서 제한적으로 사용한다.²⁹

Respiratory syncytial virus 등의 호흡기 바이러스는 신생아 중환자실에서 산발적 또는 유행성 호흡기 질환을 유발할 수 있다. 이러한 바이러스는 감염된 병원 종사자의 호흡기 분비물 비말이나 손을 통해서 전염되는데

특히, 겨울과 봄철에는 주의가 필요하다. 또한 기관지 폐 이형성을 가진 아기는 유행 시기에 신생아실 내에서도 수동면역(Palivizumab, 15 mg/kg/dose, 유행기간 중 매 1개월, 근육주사)을 시행한다.³⁰

3. 전신성 칸디다 감염

전신성 칸디다증은 NICU 환아에서 세 번째로 흔한 지발형 폐렴증으로 VLBWI의 약 9~12%에서 발생한다.^{5, 31} 발생빈도는 출생체중이나 재태연령에 반비례하며 CVC 유치나 기도삽관 등의 침습적 처치, 광범위 항생제나 제산제, 스테로이드의 사용, 정맥영양, 복부 수술, 장기간 금식 등이 위험요인이 된다.¹¹ 칸디다혈증은 단순 혈류감염 뿐만 아니라 뇌수막, 내 안구, 폐, 신장, 관절, 골수, 심내막, 피부 등 전신에 침습적 염증을 유발하기 쉬운데, 특히 뇌수막은 가장 흔한 침병 부위로 신속한 진단과 적절한 치료가 시행되지 않을 경우 높은 사망률과 신경학적 후유증을 유발한다.³² 그러나 전신성 칸디다증이 의심되는 모든 환아에서 요추천자를 시행하는 것은 어렵고, 실제로 뇌막염이 있더라도 뇌척수액의 염증반응이 미약하여 원인균주가 동정 되지 않을 가능성이 많아서 칸디다 뇌막염은 간과될 수 있다.^{33, 34} 따라서 뇌막염 동반의 정확한 진단을 위해서는 뇌척수액 검사와 더불어 감염 초기부터 연속적인 초음파 검사 등의 방사선 검사를 병행하는 것이 필요하다(Fig. 3).³⁴

전신성 칸디다 감염은 NICU에서 감염율이 증가하는 추세이며 항진균제 치료에도 불구하고 사망률이 약 30 %

로 높기 때문에 위험요인을 가진 고위험 신생아를 대상으로 예방적 항진균제 사용을 시도하기도 한다.¹¹ VLBWI에서 fluconazole 예방요법(3 mg/kg/dose, 격일, 생후 3일부터 4~6주간)은 칸디다 접락형성 및 전신감염을 줄이는 데 효과적이며 단기간 연구에서 칸디다에 대한 fluconazole 최소억제농도의 변화나 내성균주의 출현 등의 부작용은 없었으나 예방요법이 필요한 대상군을 제한하고 특정화할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다.^{35, 36}

4. 관절염과 골수염

화농성 관절염의 감염경로는 주로 혈행성 전파이나 심부의 혈관천자 등의 외상을 통해서 발생할 수 있다. 발열이나 침범된 사지의 종창, 운동장애 등의 증상이 흔하나 일부에서는 발열이 없고 수유도 정상이며 증후가 거의 없을 수 있다. 또한 신생아 및 영아기에는 골간단에 형성된 염증이 transphyseal blood vessel을 통해서 골단으로 파급되어 골수염이 관절염으로 파급될 수 있다.³⁷ 그러므로 전신 감염증의 소견을 가진 환아에서 사지의 움직임이 둔할 때는 반드시 골수염이나 관절염의 가능성성을 염두에 두어야 하며 검사자가 아기의 사지에 대한 수동적 운동을 시행하여 보챔이나 운동장애가 있는지를 평가하는 것이 조기진단에 도움이 된다.³⁸ 관절염의 초기진단에는 초음파 검사가 유용하며 골수염에는 골 스캔이나 자기공명영상검사가 좋다.³⁷ 원인균은 MRSA가 대부분이고, 치료는 vancomycin 등을 4~6주 정도로 장기간 투여하는 것이 재발을 막기 위해 필요하며 외과적 배농

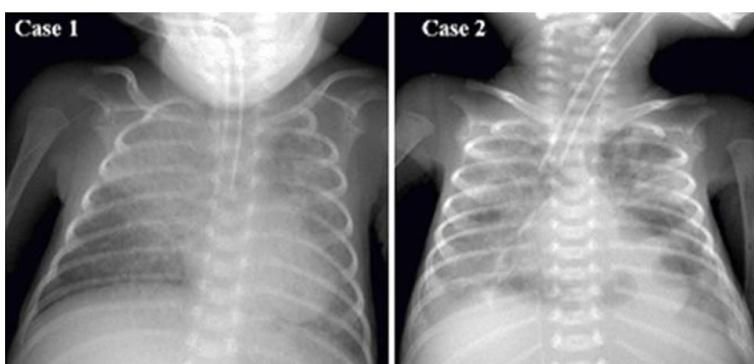


Fig. 2. Chest X-ray findings of ventilator-associated pneumonia in two patients with respiratory distress syndrome. (Case 1) Note newly developed consolidation of the right upper lung. (Case 2) Diffuse infiltration and multiple pneumatoceles are present in the both lung fields.

(surgical drainage)은 대퇴골두 등의 괴사를 막기 위해서 필요하나 작은 관절에서는 주기적으로 천자를 시행 한다.³⁸

감염관리 및 예방

1. 소독과 및 멸균

NICU에서 사용하는 모든 장비들은 감염관리지침에 의하여 항상 철저하게 청소한 후 소독하여 깨끗하게 유지되어야 한다. 보육기는 환아가 퇴원하게 되면 계면 활성제나 iodophors 등으로 소독 후 24시간 동안 공기 중에 노출하여 활기 및 건조시킨 후 사용하며, 동일 환아가 장기간 사용하는 경우는 적어도 1주일마다 소독한 다른 보육기로 옮겨준다. Nebulizer는 연결 튜브까지 멸균처리하며 사용되는 물은 중류수를 쓴다. 심폐소생술에 사용되는 마스크와 ambu 백은 멸균처리하거나 높은 수준의 소독 후 분리해서 보관한다. NICU나 격리실에서 사용하는 런넨은 세탁 후 가압증기멸균 처리한다.

2. 손씻기 및 무균적 처치

손씻기는 가장 경제적이고 효과적인 감염의 예방책이나 병원 종사자의 인식이 부족한 경우가 많으며 순응도는 개별기관에 따라 약 20~50%로 다양하다.¹³ 특히 의료진의 부족이나 환아의 밀집, 개수대의 부족은 손씻기 실행을 저하시키는 요인이 되므로 개선되어야 하며, 긴

손톱 등의 부적절한 손톱 관리가 *P. aeruginosa* 등의 감염유행과 관련이 있다고 알려져 있으므로 주의한다.¹⁹ 손씻기 사용되는 소독제 70% alcohol, 4% chlorhexidine, 10% povidone-iodine 등이 있다. 적절한 손씻기 방법과 수행률의 증가는 CABSI 등의 병원감염을 낮추는데 절대적으로 중요하며 alcohol 제제 등을 이용한 손 소독마찰(handrub)은 효과적인 손 소독 방법이면서 의료진의 순응도 향상에 도움이 된다.¹³

신생아에게 이루어지는 모든 처치는 무균적 시행이 원칙이다. 정맥천자나 카테터 삽입 시 시술과정의 무균적 조작은 필수적이다. 시술 전에 손씻기를 시행하고 특히 CVC를 삽입할 때는 마스크, 모자, 긴 팔의 무균 가운, 무균 장갑, 큰 무균 방포 등의 철저한 방어벽을 적용하는 것이 감염예방에 도움이 된다. 피부 소독제는 2% chlorhexidine이 권장되며 povidone-iodine은 일과성 경과이나 저T₄혈증과 갑상선 기능저하증을 일으킬 수 있다.¹⁹ 카테터 연결 부위가 오염되거나 빠졌을 때는 즉시 수액 라인을 교체하며, 연결부위의 번번한 조작이나 카테터 라인을 통한 혈액 채취는 오염과 감염을 조장하므로 삼가야 한다.

3. 피부 관리

미숙아는 임신 말기부터 발달되는 피부 각질층의 발달이 덜 이루어진 상태이므로 취약한 피부장벽을 통해 수분 소실이 증가할 뿐 아니라 감염을 일으키기 쉽다.¹³ 약

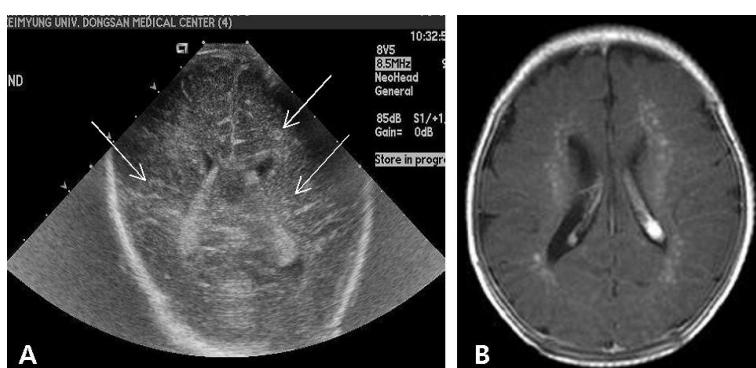


Fig. 3. Radiologic findings of candida meningitis. **(A)** Coronal ultrasonographic image showing multiple tiny ring-like lesions (arrows) in the bilateral subcortical and periventricular regions. **(B)** Gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance image showing multiple enhanced nodules in periventricular regions (Data from JY Kim, et al.³⁴).

한 피부는 반창고나 소독제 등에 의해 쉽게 손상되므로 세심한 관리가 필요하며 신체의 돌출부위는 투명 반창고 등으로 드레싱하여 외상을 방지한다. 피부연화제 (AquaphorTM 등)는 각질층에 작용하여 피부를 보전하고 수분소실을 억제하는 효과는 있으나 CONS 등의 병원감염의 위험을 증가시킬 수 있다.³⁹ 해바라기 씨앗 기름을 사용한 피부 관리는 AquaphorTM와 달리 병원감염을 낮춘다는 보고도 있다.⁴⁰

4. 면역 보강

신생아 특히 미숙아는 중성구, 면역글로불린, T 세포, NK 세포, 보체, cytokines 등 감염에 대항하는 면역체계 전반에 정량적 및 기능적 면에서 저하되어 있으며, 특히 태반을 통한 수동면역은 주로 재태연령 34주 이후에 일어난다.^{19, 41} 면역보강(immunomodulation)을 위한 부가적인 치료로 면역글로불린 정맥주사는 미숙아에서 비교적 안전하게 사용할 수 있으나 최근의 메타분석 결과, 폐혈증 환아의 사망률에 영향을 주지 않는다고 밝혀졌다.⁴² 또한 과립구의 수혈이 면역글로불린 치료보다 사망률 감소에 효과적이라는 보고가 있으나 자료가 불충분 하며,⁴³ 조혈기능을 조절하는 cytokines (G-CSF, GM-CSF)는 폐혈증 관련 중성구 감소의 치료에 효과가 있으나 사망률 감소나 감염 예방효과는 확실하지 않다.⁴⁴ 따라서 고위험 신생아에서 이러한 면역보강 치료는 제한적으로 시행하는 것이 바람직하다.

5. 모유 수유 및 조기 장관영양, 생균제

미숙아를 분만한 산모의 모유는 만삭아 산모의 모유에 비해서 분비성 면역글로불린 A와 lysozyme, lactoferrin, interferon 등의 면역성분이 더 많으므로 면역발달이 취약한 미숙아의 감염예방에 도움이 될 수 있는데 모유 수유하는 VLBWI는 분유 수유아에 비해서 감염 특히 폐혈증과 뇌막염의 빈도가 감소한다는 보고가 있다.⁴⁵ 미숙아에서 조기 장관영양은 장 점막의 위축을 막고 장 운동을 촉진하며 정상 세균총을 유지하는데 도움이 된다. 또한 정맥영양이나 혈관 내 카테터 유치기간을 단축시켜 병원감염의 예방에 도움이 되며 괴사성 장염의 발생과 무관하다고 알려졌다.^{13, 46} 생균제(probiotics)는 경구 투여 시 위장관에 정착하여 장내 정상 세균총 획득을 유

도하는 제제인데 미숙아 수유장애의 치료나 괴사성 장염의 예방에 도움이 될 수 있다.¹²

6. 감염발생의 감시와 유행에 대한 대책

병원감염에 대한 적절한 감시활동은 NICU에 정착된 병원균의 수준이나 항생제 감수성의 정도, 새로운 병원균의 출현이나 유행의 초기진단 및 현재 운용하는 감염 관리지침의 실행 정도에 대한 평가 등의 다양한 정보를 얻을 수 있으므로 정기적인 시행하는 것이 바람직하다.⁴⁷ 혼한 병원균에 의한 감염의 유행이 발생하면 가급적 감염원을 규명해서 제거한다. 감시 배양검사(surveillance culture)를 실시하여 환자와 보균자를 색출하여 코호팅하고 항생제 내성을 파악하여 해당 NICU의 약물처방 정책을 변경한다. 또한 손씻기 등 감염관리 지침을 강화하는 것이 유행기간을 단축하는데 도움이 된다.⁴⁷

6. 격리와 코호팅

병원감염이 발생했을 때 미생물의 전파를 감소시키기 위해 고안된 표준주의(standard precautions)는 감염 방식에 따라 공기매개주의, 비말주의 및 접촉주의로 구분되는데, NICU에서 발생하는 대부분의 병원감염은 근무자의 손이나 장비, 린넨 등의 직간접 접촉을 통해서 일어나므로 접촉주의 지침이 적용된다.⁴⁸ 코호팅은 NICU에서 특정 감염이 유행할 때 감염의 전파를 차단하기 위한 방법으로, 특정 환아가 감염 상황에 노출되지 않은 다른 아기나 의료진과 접촉되는 횟수를 제한하는 것이 목적이다. 같은 병원균에 감염 또는 접락 형성된 아기들은 하나의 집단으로 묶고 이 집단의 모든 아기가 퇴원할 때까지 코호팅을 유지한다. 또한 감염 환아를 돌보는 간호사는 다른 아기들을 맡지 않도록 한다.

결 론

중증 미숙아의 생존율 향상과 더불어 NICU에서 병원감염은 증가하는 추세이며 감염성 질환은 환아의 사망 및 이환의 주요 원인이 된다. NICU에서 혼히 발생하는 카테터 관련 혈류감염과 인공호흡기 관련 폐렴, 전신성 칸디다증 등의 임상양상과 병인을 이해하는 것은 감염의 예방과 관리에 중요하다. 모유 수유와 조기 장관영양은

감염 예방에 도움이 되므로 적극적으로 시행하고 fluconazole 예방요법과 생균제의 사용은 제한적으로 시행한다. NICU에서 손씻기와 무균적 쳐치 등의 일련의 감염관리 지침은 준수되어야 하며 감염의 유행에 대비한 적절한 감시활동을 시행한다. 또한 지속적인 손씻기 교육과 되먹임 체계의 확립이 근무자의 순응도 향상에 도움이 된다.

참 고 문 헌

- 1) Adams-Chapman I, Stoll BJ. Nosocomial infection in the nursery, in Avery's diseases of the newborn, edited by Taeusch HW, Ballard RA, Gleason CA, 5th ed. Philadelphia: Elservier; 2005, p.578-94.
- 2) Heath JA, Zerr DM. Infections acquired in the nursery: Epidemiology and control, in Infectious diseases of the fetus and newborn infant, edited by Remington JS, Klein JO, Wilson CB, Baker CJ, 6th ed, Philadelphia: Saunders; 2006, p.1179-205.
- 3) Huskins WC, Golmann DA. Health care-associated infections, in Textbook of pediatric infectious diseases, edited by Feigin RD, Cherry JD, Demmler-Harrison GJ, Kaplan SL, 6th ed. Philadelphia: Saunders; 2009, p.3076-120.
- 4) Sohn AH, Garrett DO, Sinkowitz-Cochran RL, Grosskopf LA, Levine GL, Stover BH, et al. Prevalence of nosocomial infections in neonatal intensive care unit patients: Results from the first national point-prevalence survey. *J Pediatr* 2001;139:821-7.
- 5) Stoll BJ, Hansen N, Fanaroff AA, Wright LL, Carlo WA, Ehrenkranz RA, et al. Late-onset sepsis in very low birth weight neonates: the experience of the NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics* 2002; 110:285-91.
- 6) Clark R, Powers R, White R, Bloom B, Sanchez P, Benjamin DK Jr. Nosocomial infection in the NICU: a medical complication or unavoidable problem? *J Perinatol* 2004;24:382-8.
- 7) Clark R, Powers R, White R, Bloom B, Sanchez P, Benjamin DK Jr. Prevention and treatment of nosocomial sepsis in the NICU. *J Perinatol* 2004;24:446-53.
- 8) Edwards WH. Preventing nosocomial bloodstream infection in very low birth weight infants. *Semin Neonatol* 2002;7:325-33.
- 9) Garland JS, Henrickson K, Maki DG. The 2002 Hospital Infection Control Practices Advisory Committee Centers for Disease Control and Prevention guideline for prevention of intravascular device-related infection. *Pediatrics* 2002;110:1009-13.
- 10) Mermel LA, Farr BM, Sherertz RJ, Raad II, O'Grady N, Harris JS, et al. Guidelines for the management of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2001;32:1249-72.
- 11) Kaufman D. Strategies for prevention of neonatal invasive candidiasis. *Semin Perinatol* 2003;27:414-24.
- 12) Saiman L. Strategies for prevention of nosocomial sepsis in the neonatal intensive care unit. *Curr Opin Pediatr* 2006;18:101-6.
- 13) Borghesi A, Stronati M. Strategies for the prevention of hospital-acquired infections in the neonatal intensive care unit. *J Hosp Infect* 2008;68:293-300.
- 14) O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, Gerberding JL, Heard SO, Maki DG, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Pediatrics* 2002;110:e51.
- 15) Garland JS, Uhing MR. Strategies to prevent bacterial and fungal infection in the neonatal intensive care unit. *Clin Perinatol*. 2009;36:1-13.
- 16) Robinson J. Practical approach to catheter-related bloodstream infections in paediatrics. *Paediatr Child Health* 2005;10:465-70.
- 17) Cole GT, Halawa AA, Anaissie EJ. The role of the gastrointestinal tract in hematogenous candidiasis: from the laboratory to the bedside. *Clin Infect Dis* 1996;22 Suppl 2:S73-88.
- 18) Spellberg B. Novel insights into disseminated candidiasis: pathogenesis research and clinical experience converge. *PLoS Pathog* 2008;4:e38.
- 19) Gilad J, Borer A. Prevention of catheter-related bloodstream infections in the neonatal intensive care setting. *Expert Rev Anti Infect Ther* 2006;4:861-73.
- 20) Perlman SE, Saiman L, Larson EL. Risk factors for late-onset health care-associated bloodstream infections in patients in neonatal intensive care units. *Am J Infect Control* 2007;35:177-82.
- 21) Kilbride HW, Powers R, Wirtschafter DD, Sheehan MB, Charsha DS, LaCorte M, Finer N, Goldmann DA. Evaluation and development of potentially better practices to prevent neonatal nosocomial bacteremia. *Pediatrics* 2003;111:e504-18.
- 22) Center for Disease Control and Prevention. Guidelines for prevention of nosocomial pneumonia. *MMWR* 1997;46:1-79.
- 23) Foglia E, Meier MD, Edward A. Ventilator-associated pneumonia in neonatal and pediatric intensive care unit patients. *Clin Microbiol Rev* 2007;20:409-25.
- 24) Yuan TM, Chen LH, Yu HM. Risk factors and out-

- comes for ventilator-associated pneumonia in neonatal intensive care unit patients. *J Perinat Med* 2007; 35:334-8.
- 25) Park JH, Kim CS, Lee SL. Clinical features and outcomes of ventilator-associated pneumonia in neonatal intensive care unit patients. *Korean J Perinatol* 2009;20:123-31.
- 26) Apisarnthanarak A, Holzmann-Pazgal G, Hamvas A, Olsen MA, Fraser VJ. Ventilator-associated pneumonia in extremely preterm neonates in a neonatal intensive care unit: characteristics, risk factors, and outcomes. *Pediatrics* 2003;112:1283-9.
- 27) Kksal N, Hacimustafaolul M, Celebi S, Ozakin C. Nonbronchoscopic bronchoalveolar lavage for diagnosing ventilator-associated pneumonia in newborns. *Turk J Pediatr* 2006;48:213-20.
- 28) Bauman LA, Hansell DR. Pediatric airway disorders and parenchymal lung diseases, in *Perinatal and pediatric respiratory care*, edited by Czervinske MP, Barnhart SL, 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2003, p.549-74.
- 29) Keady S. Update on drugs for gastroesophageal reflux disease. *Arch Dis Child Educ Pract Ed* 2007;92: 114-8.
- 30) Groothuis J, Bauman J, Malinoski F, Eggleston M. Strategies for prevention of RSV nosocomial infection. *J Perinatol* 2008;28:319-23.
- 31) Stoll BJ, Gordon T, Korones SB, Shankaran S, Tyson JE, Bauer CR, et al. Late-onset sepsis in very low birth weight neonates: a report from the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. *J Pediatr* 1996;129:63-71.
- 32) Moylett EH. Neonatal Candida meningitis. *Semin Pediatr Infect Dis* 2003;14:115-22.
- 33) Fernandez M, Moylett EH, Noyola DE, Baker CJ. Candidal meningitis in neonates: a 10-year review. *Clin Infect Dis* 2000;31:458-63.
- 34) Kim JY, Choi BK, Kim CS, Lee HJ, Lee SL, Kwon TC. Clinical Features of Neonatal Candida Meningitis and Usefulness of Ultrasound Examination. *Infect Chemother* 2005;37:280-7.
- 35) Kaufman D, Boyle R, Hazen KC, Patrie JT, Robinson M, Donowitz LG. Fluconazole prophylaxis against fungal colonization and infection in preterm infants. *N Engl J Med* 2001;345:1660-6.
- 36) Kaufman D, Boyle R, Hazen KC, Patrie JT, Robinson M, Grossman LB. Twice weekly fluconazole prophylaxis for prevention of invasive Candida infection in high-risk infants of <1,000 grams birth weight. *J Pediatr* 2005;147:172-9.
- 37) Isaacs D, Moxon ER. Hand book of Neonatal infection: A practical guide. 1st ed. London: WB Saunders, 2000:177-97.
- 38) Overturff GD. Bacterial infections of the bones and joints, in *Infectious diseases of the fetus and newborn infant*, edited by Remington JS, Klein JO, Wilson CB, Baker CJ, 6th ed. Philadelphia: Saunders; 2006, p.319-33.
- 39) Conner JM, Soll RF, Edwards WH. Topical ointment for preventing infection in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;CD001150.
- 40) Darmstadt GL, Saha SK, Ahmed AS, Chowdhury MA, Law PA, Ahmed S, et al. Effect of topical treatment with skin barrier-enhancing emollients on nosocomial infections in preterm infants in Bangladesh: a randomised controlled trial. *Lancet* 2005;365: 1039-45.
- 41) Saiman L. Risk factors for hospital-acquired infections in the neonatal intensive care unit. *Semin Perinatol* 2002;26:315-21.
- 42) Ohlsson A, Lacy JB. Intravenous immunoglobulin for preventing infection in preterm and/or low-birth-weight infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004; CD000361.
- 43) Cairo MS, Worcester CC, Rucker RW, Hanten S, Amlie RN, Sender L, et al. Randomized trial of granulocyte transfusions versus intravenous immune globulin therapy for neonatal neutropenia and sepsis. *J Pediatr* 1992;12:281-5.
- 44) Carr R, Modi N, DorC. G-CSF and GM-CSF for treating or preventing neonatal infections. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;CD003066.
- 45) Hylander MA, Strobino DM, Dhanireddy R. Human milk feedings and infection among very low birth weight infants. *Pediatrics* 1998;102:E38.
- 46) Flidel-Rimon O, Friedman S, Lev E, Juster-Reicher A, Amitay M, Shinwell ES. Early enteral feeding and nosocomial sepsis in very low birthweight infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2004;89: F289-92.
- 47) Isaacs D, Moxon ER. Hand book of Neonatal infection: A practical guide. 1st ed. London: WB Saunders, 2000:405-34.
- 48) Huskins WC, Golmann DA. Program to prevent and control health-care associated infections, in *Textbook of pediatric infectious diseases*, edited by Feigin RD, Cherry JD, Demmeler-Harrison GJ, Kaplan SL, 6th ed. Philadelphia: Saunders; 2009, p.3121-129.