

국내 최신 감염관리 동향과 전망

유진홍

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실 감염내과

The Recent Trend and Perspective of Infection Control in the Republic of Korea

Jin-Hong Yoo

Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

The recent trends and future of infection control are anticipated to be as follows: Most hospitals will develop a nationwide network and cooperate with governmental and public institutions for infection control. The importance of environmental hygiene will be reappraised. Universal decolonization will be a mainstream intervention for the pre-emptive eradication of various nosocomial pathogens. Molecular technology could become a routine practice in many clinical fields. Advances in information technology (IT) will have a profound impact on infection control. For example, applications of big data and tracking technology using wearable devices are already underway. Infection control in the future will be a coordinated system involving governmental regulation, IT and molecular technology.

Keywords: Biotechnology, Decolonization, Infection control

Introduction

1995년에 대한 병원감염 관리학회가 출범한 이래 2015년 올해 대한 의료관련 감염 관리학회로 개명하면서 새 출발을 하기까지의 지난 20년 동안 감염 관리 분야는 변화와 진화를 거듭해 왔다. 학회 창립 당시만 해도 상대적으로 생소했던 감염 관리의 개념은 감염 관리 전문가들의 노력을 통해 이제는 의료계 전반에 걸쳐서 저변이 넓어졌다. 특히 올해 여름에 국내를 달구었던 중동 호흡기 코로나 바이러스 증후군(MERS-CoV)으로

인해 대중들에게도 감염관리의 중요성이 더욱 각인되었다[1,2].

지난 20년을 거친 감염관리 분야의 변화와 발전은 그동안의 사회, 정치, 경제 등등의 변화상이 반영되기 마련이다. 학문적으로도 기존 지식에 대한 반론들과 새로운 학설 등등이 각종 논쟁을 통해 어우러지면서 감염관리의 기반 이론적 틀에 변화를 주고 있다. 또한 이미 90년대부터 활발히 발달하기 시작한 분자 수준의 기법들이 더욱 더 진화를 하면서 실제 감염 관리의 임상 현장에 응용되는 사례가 증가하고 있다. 아울러 지난 20년 동안 정보 기술(information technology, IT)이 두드러지게 발전하면서 자연스럽게 의료 분야에도 적지 않은 영향을 끼치고 있다. 인터넷과 빅데이터, 정보 공유뿐만 아니라, IT 휴대 기기들을 마치 장신구처럼 몸에 착용할 수 있는(wearable device) 단계까지 오게 됨에 따라 감염관리 업무에 있어서도 다양하게 반영될 날이 멀지 않았다.

Received: December 10, 2015

Revised: March 14, 2016

Accepted: April 28, 2016

Correspondence to: Jin-Hong Yoo, Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Bucheon St. Mary's Hospital, 327 Sosa-road, Wonmi-gu, Bucheon 14647, Korea

Tel: 1577-0675, Fax: 032-340-7014

E-mail: jhyoo@catholic.ac.kr

최신 동향은 변화와 발전을 반영한다. 이는 기존 틀을 뜯어 고치는 것, 소위 패러다임 전환(paradigm shift)를 의미한다. 바로 이 paradigm shift가 어떠한 분야에서 일어나고 있는지에 대해 짚어보고, 이를 토대로 향후 감염 관리의 미래에 대해 전망을 해 보고자 한다.

1. 의료관련 감염에 대한 보다 엄격한 잣대/민관합동으로서의 감염관리

감염질환들은 상당수가 전염이라는 속성을 가지고 있어서, 어느 한 개인만의 질병 문제를 넘어 집단 발생까지 갈 수 있는 소지가 다분하다. 전염이란 접촉을 전제로 해서 시작이 되며, 접촉은 감염원과 거리와 가까울수록 일어날 확률이 높다. 이러한 조건은 다수의 사람들이 어느 특정 공간에 모여 있는 곳에서 주로 충족되는데, 대표적인 곳이 바로 의료기관이다.

의료기관은 본질적으로 질환을 진료하는 장소이다. 진료 행위란 결국은 진단이나 치료의 의도로 환자 개개인의 신체에 접촉을 해야 한다. 이는 단순히 피부 접촉만으로 끝나는 것이 아니고 침습적인 시술들을 해야 하는 경우가 많다. 이 과정을 통해 환자 개개인의 가장 기본적인 방어망들이 무너져서 감염 합병증에 취약하다. 이러한 여러 요인들이 복합적으로 작용하여 의료관련 감염들이 일어나는 것이며, 요인들의 속성상 일부는 불가피하게 일어날 수 있다[3-5]. 그러나 이는 대중들의 입장에서는 쉽게 납득하기가 어려우며, 오히려 최근 들어 의료관련 감염 중에서 불가피하다고 간주하는 감염 합병증조차도 너무 쉽게 대하지 않는 추세다. 비의료인인 대중과 더불어 의료계에 영향을 주는 집단은 정부이다. 구미각국에서 이미 감염관리는 각 병원 하나하나의 자체 관리 차원이 아니며 정부 공공기관의 관여와 개입의 비중이 늘어나고 있으며[6] 우리나라도 사실상 예외가 아니다. 미국의 예를 들어봐도, 욕창이나 병원성 폐렴 같은 흔한 원내 감염에 대해 정부 차원에서 더 이상의 비용을 지불하지 않는 제도가 이미 시행되고 있다[7]. 국내에서는 아직 이러한 규제가 실현되지는 않고 있으나, 점차 정부의 개입이 늘고 있는 현 추세를 감안하면 예외의 주시해야 할 것이다. 개입이란 궁극적

으로 규제나 법률에 의한 강제성을 의미한다. 이러한 안들을 만드는 정책 입안자나 국회의원들은 그들의 납세자 혹은 투표권자인 국민들(우리 의료인의 시각에서는 의료 소비자)을 의식하지 않을 수 없다. 문제는, 의료계는 진료 지침 하나를 만들더라도 확실히 검증된 과학적 근거에 기반하는 것을 기본으로 하지만(evidence-based), 정부 공공 기관이나 의료 소비자들은 이러한 틀에 익숙한 집단이 아니며 서류나 사회 정서를 주로 반영하는 경향이 있다. 이러한 괴리 때문에 관련 각종 법안이나 규제안 등은 의료계의 입장에서는 완전히 수용하기 어려운 것들일 가능성이 높다. 전형적인 예를 들면, Rory 규제법(Rory's regulation)이 있다. 이 법은 패혈증으로 사망한 소년 Rory의 사례가 계기가 되어 제정되었는데, 미국 뉴욕 주의 모든 병원에서 패혈증 의심환자를 처음 진료할 때에 패혈증 조기 치료 지침(의학적으로 완전히 검증되지 않은)을 의무적으로 수행하도록 하였다. 이에 대하여 미국 의료계에서 집단 반발하고 과학적인 자료들을 차례로 제시하며 이러한 법안의 불합리성을 반박하였다[8]. 또 다른 예로, 입원 환자들에게 메티실린 내성 황색포도알균(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA)가 있는지 일괄적 배양을 의무적으로 실시하도록 미국 여러 주에서 법제화한 직후 의료관련 2개 학회(Society for Healthcare Epidemiology of America, SHEA; Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, APIC)에서 공동 반박 성명을 낸 바 있다[9,10].

이상 예를 든 바와 같이, 감염관리가 각 민간 병원의 차원이 아닌 공공 의료 차원으로서 정부와 소비자가 개입하는 경향은 그 과정에서 매끄럽지 못한 사례들이 빈번하더라도 현재로서는 거역할 수 없는 추세이다.

미국에서의 사례들 수준까지는 아니라 하더라도 향후 의료계는 이러한 동향에 대해 대비를 잘 해야 한다.

특히 올해 MERS-CoV 사태에서 겪었듯이 의료관련 감염은 필연적으로 민관 합동의 틀로서 다뤄져야 한다는 교훈을 얻은 이 시점에서, 향후에도 감염관리는 정부 공공기관과의 상호 협동으로 진행될 것으로 본다[1].

물론 민관합동으로 감염관리에 임하는 체제가 과연 성공적인 감염 관리의 성취에 도움이 될지 회의적인 시각도 적지 않다. 그러나 능률적인 감염관리를 위해서는 민간 의료기관 각자가 하는 것보다는 민관합동으로 마련된 체계를 통해 정보 공유와 통일된 감염관리 교범으로 행하는 것이 낫다는 미국 질병관리본부의 검증된 보고가 뒷받침 되고 있다[11,12]. 민관합동의 과정을 통해 전국 주요 병원들이 하나의 네트워크로 들어옴으로써 정보의 공유와 일관된 지침 적용 등등의 장점들이 다른 단점들을 상쇄하고도 남기 때문이다. 따라서 민관합동에 의한 감염관리는 원론적으로 필연적인 추세이며, 그 과정에서 수반되는 각종 문제점이나 갈등들을 잘 조율해 가면서 보완을 하는 것이 최선일 것이다.

민관 합동의 원활한 체제 확립을 위해서 우리 의료계는 무엇보다도 정부측에 감염관리의 기반 구조(infrastructure)를 최대한 개선할 수 있도록 요구하고 정책적인 면에서 관찰시켜야 할 필요성이 그 어느 때보다 높다.

2. 감염관리의 표적 추가: 환경에 대한 재평가와 혁신

감염관리를 해야 하는 대상은 매우 다양하지만, 전반적으로는 환자와 병원체, 그리고 의료진에게 주로 집중되어 있는 반면, 환경에 대한 관심은 상대적으로 많지 않은 편이다. 아무래도 ‘감염’ 혹은 ‘전염’이라는 단어가 동적인 요소를 가지고 있기 때문에, 정적인 속성의 환경이 비교적 주목을 덜 받는 탓이 있을 것이다. 또한 환경에서 검출되는 병원체가 과연 얼마나 영향을 주는지, 혹은 인과관계가 있다고 결론지어도 되는지에 대한 논란도 한 몫을 하고 있다. 즉, 방향성의 문제인데, 예를 들어 감염 합병된 환자 주위 물품들에서 세균이 배양 검출되었다고 해도, 이것이 정말로 환경으로부터 환자에게 옮겨간 세균인지 아니면 환자가 이미 갖고 있는 세균이 주위 물품으로 배출된 것이기 때문인지 정확하게 구분 짓기란 매우 어렵다.

그러나 이렇게 인과관계가 모호한 상황에서도 잊어선 안 되는 것은 의료관련 감염이 성립되는 가장 기본적인 기전이다. 앞서 언급했듯이 감염,

혹은 전염이라는 것은 동적인 속성을 지닌 개념이며, 이는 병원체가 어디에 먼저 있었는지 등과 상관없이 그 무엇인가가 매개해서 옮겨야 성립한다는 사실이다. 그 무엇인가가 바로 사람이며, 매개한 수단은 최종적으로는 손일 가능성이 가장 높다. 따라서 환자가 배출했건 이미 거기에 있었건 상관이 없으며, 환경에 병원체가 존재한다는 사실 하나 만으로도 의료관련 감염이 합병될 전제 조건은 마련되는 것이다. 그러므로 환자나 의료진 뿐 아니라 환경에도 종전보다 더 높은 관심을 가지고 감염관리의 대상으로서 집중해야 한다. 그래서 최근 감염관리 분야에서 환경에 대한 재평가와 관심도가 높아지고 있다[13-15].

의료관련 감염 관리에 있어서 가장 핵심은 손 위생이라는 것에 이견은 없을 것이다. 또한 의료진 자신이 원내 감염의 주요 원인들 중 하나라는 것도 부인할 수 없는 사실이다[16]. 사람은 무의식 중에 자신의 코나 눈 등을 하루 평균 15회 이상 만진다고 한다[17]. 그러므로 아무리 가운이나 마스크 같은 개인 보호 장구를 잘 착용하고 손 위생을 잘 준수한다 하더라도, 환자 및 주위 환경과의 접촉에 이어서 자기 신체를 만지는 순환이 지속되는 와중에 얼마든지 원내 감염이 일어날 여지가 충분할 것으로 예상할 수 있다.

따라서 손 위생 뿐 아니라 접촉 대상인 환경 청결 및 소독을 강화한다면 이러한 악순환의 고리를 끊을 수 있는 가능성이 더욱 커질 것이다.

병원체는 환경으로 배출되면, 흔히 알고 있는 것보다 훨씬 오래 살아남는 속성이 있다[14]. MRSA나 vancomycin 내성 장알균(vancomycin - resistant enterococci, VRE), *Clostridium difficile*, 다약제 내성 그람 음성균(multidrug resistant gram negative bacteria, MDR-GNB), Norovirus 등은 병원 내 환경 어디에서라도 서식할 수 있기 때문에 병원 내 환경의 청결 강화는 매우 중요하다. 기존의 소독 지침에 더해서 최근에는 과산화 수소나 자외선에 기반을 둔 방법들도 제시되고 있으나 아직 안정성이나 효율 면에서 검증이 필요하다.

환경 소독 및 청결의 강화라는 면에서 한 가지 더 주목해야 할 대상은 의류나 침구류, 커튼 등의 섬유들이다. 특히 의료진이 착용하는 넥타이나 의류 등은 예를 들어 다약제 내성균 등을 전

파시키는 매개체가 될 수 있다[18]. 이에 대한 대책으로 항균제 함유와 더불어 방수 처리까지 갖춘 의료진용 의류가 개발되고 있으며 향후 임상에 쓰일 전망이 높다고 예상한다[19].

아울러 환경에 대한 감염관리 방안은 소독과 청결의 강화뿐 아니라 병원 환경의 개선 특히 청결 공간 확보나 격리실 강화, 의료진 동선을 의식한 효율적인 병동 설계 등, 예컨대 건축학 분야 같은 타 학제와의 교류도 학회 차원에서 모색해야 할 것이다[20].

3. Universal decolonization

감염은 인체에 서식(혹은 군집화; colonization)하는 데서 시작된다. 이 군집하고 있는 균들은 그냥 인체에 아무 일 안 일으키고 지낼 수도 있지만 침습의 여건만 갖춰진다면 얼마든지 감염 질환으로 발전해 나갈 수 있다. 다시 말해서 우범지역의 잠재적 범죄 위험자로 비유할 수 있다. 그러므로 바로 이 서식하는 균들을 선제 공격하여 제거한다면(decolonization) 향후 일어날지도 모를 감염질환을 사전에 미리 방지할 수 있을 것으로 추론할 수 있다. 이러한 전제를 기반으로 해서 나온 전략이 바로 적극적 감시배양과 decolonization이다[21,22].

이 decolonization 전략이 먼저 표적으로 삼은 균이 MRSA이다. 원내 감염 원인균주로서 차지하는 비중이 가장 크고, 환자나 의료진의 비강에서의 배양을 통해 대상을 선별할 수 있다는 점 등에 의해 우선 순위를 줄 수 있었다. 주로 복구를 중심으로 시작되어 미주 지역에서도 널리 시행되었으며 현재 여러 주에서는 많은 저항에 부딪혔지만 아예 법제화해서 시행하고 있다[23].

MRSA를 먼저 선점해서 제거함으로써 장차 MRSA 감염질환을 예방할 수 있는지에 대한 검증은 아직 결론이 나지 않고 있다. 또 한 가지 문제는 소위 ‘풍선효과’에 있다. 원내 병원균은 MRSA만이 유일한 것이 아니며, 설사 decolonization의 결과로 MRSA가 확연히 감소한다고 하더라도, 다른 균, 예를 들어 그람 음성균들이 반사이익을 얻어서 그 비중이 증가하는 부작용을 초래할 수 있다. 이러한 면을 감안하면 자연스럽게 도출되는 논점은 다음과 같다: 어느 특정 환자군

을 표적으로 삼는 것이 나올까(targeted decolonization), 아니면 위험군 여부를 막론하고 모든 환자를 대상으로 하여 제거(universal decolonization)하는 지침이 더 효과적일까? 균의 관점에서 보면, 표적 decolonization은 결과적으로 특정 병원균을 제거하는 종적 간섭(vertical intervention)이 될 것이고, universal decolonization은 가능한 모든 균종을 포괄하여 제거함으로써 풍선효과를 최소화 하는 횡적 간섭(horizontal intervention)에 해당할 것이다[24].

현재까지의 연구 보고 성적들을 보면 universal decolonization으로 가는 것이 대세로 보인다[25,26]. 물론 표적 decolonization이 더 낫거나, 손 위생 정도로 최소한의 수칙만을 준수하는 것만으로도 감염관리 효과로서 충분하다는 반론들도 많지만 [27,28], 정부 주도의 대규모 연구에서 타당한 성적으로 검증이 되고 있기 때문에[29] 향후 추세는 universal decolonization으로 방향이 잡히고 있다고 본다. 그러나 이러한 감염관리 전략은 노동집약적임과 동시에 많은 비용이 들고, 의료기관 각각의 사정에 따라 완벽하게 수행하기가 쉽지 않다는 점에서 적지 않은 문제점을 내포하고 있다.

4. Whole genome sequencing: 분자생물학적 기법의 진화와 응용확장

의료관련 감염의 집단 발생(outbreak)시 원인 균종 각각의 동일성 여부를 분석하는 것을 형별(typing)이라 하며, 분자 생물학적 기법을 사용하여 감별을 한다. 현재까지는 주로 pulsed field gel electrophoresis (PFGE), multilocus sequence typing (MLST) 등이 사용되었는데, 최근 들어서 진보된 염기서열 분석(sequencing) 기법의 활용이 증가하고 있다[29,30]. 임상 현장에서 수시로 일어나는 outbreak에 염기서열 분석법을 통상적으로 사용하기에는 여러 가지 제약 조건 때문에 그동안 현실성이 부족했던 것이 사실이다. 원래 염기서열 분석은 Maxam & Gilbert나 Sanger법을 사용하고 있었으나, 서열 분석 대상이 되는 DNA의 크기가 대개 1 kbp 미만으로 작은 편이라서 전체 DNA를 파악하기엔 무리가 있었다. 또한 노동량과 시간이 많이 들고, 무엇보다도 비싼 비용이 활용 폭의 확대에 있어서 걸림돌이었다. 그러나 바로 이

시간과 비용을 대폭 절약할 수 있도록 혁신적 기술이 개발되어 새로운 활로가 열리게 되는데, 대표적인 예로 전유전체 염기서열 분석(whole genome sequencing) 혹은 산탄총 염기서열 분석(shotgun sequencing)을 들 수 있다[31,32]. Shotgun sequencing의 기본적인 원리는 대상 DNA를 산탄총 쏘듯이 산산조각을 내고, 각각의 수백 수천개의 DNA조각들 마다 기존의 Sanger 분석법을 동시에 시행하는 것이다. 이렇게 단시간 내로 한꺼번에 염기 서열 자료들을 얻으면 일단은 전체 DNA 서열은 확보되며, 각 조각마다 겹치는 서열들을 잘 조정해서 컴퓨터로 모아 재배치하면 완전한 서열을 얻을 수 있다.

이렇게 짧은 시간 안에 sequencing을 함에 따라 기존의 typing 기법들보다 더욱 정확한 정보를 확보할 수 있게 되었고, 이 정보들을 기반으로 다양한 분야로의 응용이 가능해 졌다. 예를 들어 내성 세균을 조기에 예측한다거나, 여러 종의 균들이 섞여있는 가운데에서 임상적으로 문제성이 심각한 균종을 정확히 골라내거나, 혹은 통상적인 감시배양의 수단으로의 활용 등이다[29,31,32]. 차세대 염기서열 분석법은 지금도 다양한 종류로 개발되고 있으며, 현재 시행되고 있는 대부분의 typing 기법들을 대체할 것으로 전망된다[29].

5. Information technology, 사물인터넷, wearable device의 영향

대한의료관련감염관리학회가 창립됐던 1995년 이래 20년 동안 가장 두드러진 변화와 발전상을 보인 것은 인터넷으로 대표되는 정보 기술(information technology; IT) 분야일 것이다. 오늘날 우리는 전 세계가 네트워크로 구축된 환경에 살면서 매일 대규모의 자료와 정보를 접한다. 오랜 시간에 걸쳐 자료들이 축적되면서 이 거대 자료들을 다양한 용도로 사용할 수 없을까 하는 생각이 자연스럽게 나오게 되었으며, 그 결과 오늘날 IT 관련한 최대의 화두로 떠오른 것이 빅데이터이다. 빅데이터의 원래 정의는 기존의 저장 매체에 담을 수 없을 정도로 감당할 수 없이 거대한 자료를 의미하였다. 그러나 이러한 단순한 정의는 이 빅데이터에 대한 재평가와 활용 방안에 대해 대대적인 모색을 하게 되면서 더 복잡하고 정

교하게 재정의 되고 있다. 빅데이터는 다듬어지지 않은 날것 그대로의 거대한 자료이지만, 전수 조사에 가까운 수단으로 쓰일 수 있으며, 이에 따라 어떤 경향을 미리 예측할 수 있다는 점에서 응용 가능성이 여러 방면으로 열려있다[33]. 감염 분야에서 대표적인 예로 구글 트렌드(Google trend)를 이용하여 influenza 유행을 미리 예측할 수 있는 웹 도구를 들 수 있다[34-36]. 비록 google flu trend는 최종적으로는 성공적인 프로젝트가 되지 못했으나[37], 그렇다고 해서 빅데이터의 응용 가능성에 대한 전망이 비관적이라고 할 수는 없다. 향후에도 빅데이터 분석을 응용하여 influenza뿐만 아니라 다른 역병 질환들의 발생도 미리 예측할 수 있는 체제나 도구가 지속적으로 개발될 것이라 전망한다.

최근 들어 전자 의무기록과 처방과 같이 병원 업무의 전산화는 저변이 더욱 넓어지고 있다. 이러한 추세에 따라 감염관리실의 업무도 적지 않게 영향을 받게 된다. 현재 국내 의료계에서 논점으로 떠오르고 있는 원격 의료만 해도, 만성 환자들의 외래 진료 수준에서 그치는 것이 아니고, 감염 관리 업무에서도 원격 감염관리 행위가 도입될 수도 있는 것이다[38,39]. 그러나 이 원격 의료가 감염관리에 어느 정도까지 점유하게 될지는 아직 미지수다. 아무리 전산화가 발달한다 해도 감염관리는 직접 원내를 돌아다니며 수행해야 한다는 본질적인 면이 변할 수는 없기 때문이다. 원격 의료가 감염관리에 적지 않은 비중을 차지할 것이라는 것은 거스를 수 없는 추세이지만 발로 직접 뛰어야 한다(shoe-leather)는 감염관리의 전통적인 기반은 훼손되지 않는 것으로 전망한다.

IT의 발달은 컴퓨터 뿐 아니라 주변 가전제품이나 자동차 등등까지 소통이 가능한 사물 인터넷의 수준까지 도달하고 있으며, 스마트폰으로 대표되는 개인용 휴대기기[40]에서 장신구처럼 몸에 걸치는 기기(wearable device)로까지 진화하고 있다. 이러한 발전상은 앞으로 감염관리 분야에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 예상되는데, 특히 최근 들어 주목 받는 것은 병원체의 전염 경로에 대하여 전산화를 통한 추적을 하는 기술(tracking technology)이다[40-43]. 최근 들어 시장

Table 1. The current and anticipated trends of infection control field

Category	Examples of current and anticipated trend
External influences	Coordination with governmental or public facility for dealing with multi-drug resistance. Strengthening of governmental regulation or legislative activities. More demand from consumers in various ways. Increased criticism from mass media. Lawsuit for the hospital associated infections.
Target of infection control	More attention to the environmental hygiene. Evaluation of enhanced cleaning. Innovation on textile and apparel.
Intervention	Assessment and validation of universal decolonization.
Molecular typing	Development and routine use of whole genome sequencing.
Information technology	Big data and trend analysis for prediction of epidemics or emerging infection. Telemedicine. Tracking technology using wearable device.

에 활발하게 나오기 시작한 wearable device가 보다 더 대중화되면 전염성 질환의 전파 과정 추적 이 전산화를 통해 보다 정밀하게 정리되고 전염 경로의 차단에도 보다 효율적으로 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

6. 전망

현재까지의 감염관리 흐름과 앞으로 예상되는 전망에 대하여 Table 1에 정리하여 제시하였다. 감염관리는 의료기관 각자가 시행하는 체제로 시작되었지만, 효율성과 정보 공유, 지침의 일관성의 필요로 인하여 네트워크 구축 체계로 발전하고 있으며 향후에도 민관 합동의 토대에서 통합적으로 이루어질 것으로 본다. 또한 분자 및 디지털 기술의 발달이 미래의 감염관리에 미칠 영향은 더욱 증대될 것으로 전망한다. 특히 과학기술은 하루가 다르게 기하급수적으로 발전하고 있기 때문에 감염관리 분야 종사자들은 급변하는 동향에 능동적으로 대처해야 할 것이다.

Summary

감염관리의 최신 동향과 향후 예상되는 미래 추세는 다음과 같다: 전국의 의료기관들이 네트워크를 구축하고 정부 및 공공기관과의 협업을 통하여 감염관리를 수행할 것이다. 감염관리의 대상으로 환경 관리의 중요성이 재평가되고 비중이 커질 것이며, 각종 의료관련 감염 원인균들의 제거를 목적으로 한 선제 제거 방침이 대세가 될

것이다. 분자 수준의 기법이 발달하면서 특히 염기서열 분석법이 임상에 더욱 널리 쓰일 것으로 예상된다. 정보 기술의 발달 또한 감염관리에 지대한 영향을 미칠 것이다. 빅데이터의 활용, 신체 착용하는 기기를 활용한 전염 경로 추적 등이 이미 실행 단계에 있다. 미래의 감염관리는 정부와의 협업과 각종 기술 발달의 적용이 어우러진 체계가 될 것으로 전망한다.

References

1. Kim TH. Institutional preparedness for infectious diseases and improving care. J Korean Med Assoc 2015;58:606-10.
2. Lee J. Better understanding on MERS corona virus outbreak in Korea. J Korean Med Sci 2015;30:835-6.
3. Weinstein RA. Nosocomial infection update. Emerg Infect Dis 1998;4:416-20.
4. Brown J, Doloresco Iii F, Mylotte JM. "Never events": not every hospital-acquired infection is preventable. Clin Infect Dis 2009;49:743-6.
5. Carlet J, Fabry J, Amalberti R, Degos L. The "zero risk" concept for hospital-acquired infections: a risky business! Clin Infect Dis 2009;49:747-9.
6. Edmond M, Eickhoff TC. Who is steering the ship? External influences on infection control programs. Clin Infect Dis 2008;46:1746-50.

7. Centers for Medicare & Medicaid Services. Hospital-Acquired Conditions. https://www.cms.gov/Medicare/Medicare-Fee-for-Service-Payment/HospitalAcqCond/Hospital-Acquired_Conditions.html (Updated on 19 August 2015).
8. Rhee C, Gohil S, Klompas M. Regulatory mandates for sepsis care--reasons for caution. *N Engl J Med* 2014;370:1673-6.
9. Edmond MB, Bearman GM. Mandatory public reporting in the USA: an example to follow? *J Hosp Infect* 2007;65 Suppl 2:182-8.
10. Weber SG, Huang SS, Oriola S, Huskins WC, Noskin GA, Harriman K, et al. Legislative mandates for use of active surveillance cultures to screen for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococci: position statement from the joint SHEA and APIC task force. *Am J Infect Control* 2007;35:73-85.
11. Frieden TR. Shattuck lecture: the future of public health. *N Engl J Med* 2015;373:1748-54.
12. Slayton RB, Toth D, Lee BY, Tanner W, Bartsch SM, Khader K, et al. Vital signs: estimated effects of a coordinated approach for action to reduce antibiotic-resistant infections in health care facilities-United States. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2015;64:826-31.
13. Kim YA, Lee H, Lee K. Contamination of the hospital environmental by pathogenic bacteria and infection control. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2015;20:1-6.
14. Dancer SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. *Clin Microbiol Rev* 2014;27:665-90.
15. Humphreys H. New technologies in the prevention and control of healthcare-associated infection. *J R Coll Physicians Edinb* 2010;40:161-4.
16. Huttunen R, Syrjänen J. Healthcare workers as vectors of infectious diseases. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2014;33:1477-88.
17. Nicas M, Best D. A study quantifying the hand-to-face contact rate and its potential application to predicting respiratory tract infection. *J Occup Environ Hyg* 2008;5:347-52.
18. Mitchell A, Spencer M, Edmiston C Jr. Role of healthcare apparel and other healthcare textiles in the transmission of pathogens: a review of the literature. *J Hosp Infect* 2015;90:285-92.
19. Hasan J, Crawford RJ, Ivanova EP. Antibacterial surfaces: the quest for a new generation of biomaterials. *Trends Biotechnol* 2013;31:295-304.
20. Korea Institute of Healthcare Architecture. <http://www.ikiha.org/html/main.jsp> (Updated on 19 October 2015).
21. Tomic V, Svetina Sorli P, Trinkaus D, Sorli J, Widmer AF, Trampuz A. Comprehensive strategy to prevent nosocomial spread of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a highly endemic setting. *Arch Intern Med* 2004;164:2038-43.
22. Yoo JH. Could the active surveillance culture and decolonization reduce infections by nosocomial methicillin-resistant staphylococcus aureus? *Korean J Nosocomial Infect Control* 2009;14:8-14.
23. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology. MRSA Laws. http://www.apic.org/Resource/_TinyMceFileManager/Advocacy-PDFs/Static_map_-_MRSA_revised_4-21-11.gif (Updated on 21 April 2011).
24. Wenzel RP, Edmond MB. Infection control: the case for horizontal rather than vertical interventional programs. *Int J Infect Dis* 2010;14 Suppl 4:S3-5.
25. Huang SS, Septimus E, Kleinman K, Moody J, Hickok J, Avery TR, et al; CDC Prevention Epicenters Program; AHRQ DECIDE Network and Healthcare-Associated Infections Program. Targeted versus universal decolonization to prevent ICU infection. *N Engl J Med* 2013;368:2255-65.
26. Ziakas PD, Zacharioudakis IM, Zervou FN,

- Mylonakis E. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* prevention strategies in the ICU: a clinical decision analysis*. *Crit Care Med* 2015;43:382-93.
27. Deeny SR, Cooper BS, Cookson B, Hopkins S, Robotham JV. Targeted versus universal screening and decolonization to reduce healthcare-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. *J Hosp Infect* 2013;85:33-44.
 28. Cheng VC, Tai JW, Chau PH, Chen JH, Yan MK, So SY, et al. Minimal intervention for controlling nosocomial transmission of methicillin-resistant *staphylococcus aureus* in resource limited setting with high endemicity. *PLoS One* 2014;9:e100493.
 29. Sabat AJ, Budimir A, Nashev D, Sá-Leão R, van Dijk Jm, Laurent F, et al; ESCMID Study Group of Epidemiological Markers (ESGEM). Overview of molecular typing methods for outbreak detection and epidemiological surveillance. *Euro Surveill* 2013;18:20380.
 30. Azarian T, Cook RL, Johnson JA, Guzman N, McCarter YS, Gomez N, et al. Whole-genome sequencing for outbreak investigations of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the neonatal intensive care unit: time for routine practice? *Infect Control Hosp Epidemiol* 2015;36:777-85.
 31. Loman NJ, Pallen MJ. Twenty years of bacterial genome sequencing. *Nat Rev Microbiol* 2015;13:787-94.
 32. Dark MJ. Whole-genome sequencing in bacteriology: state of the art. *Infect Drug Resist* 2013;6:115-23.
 33. Mooney SJ, Westreich DJ, El-Sayed AM. Commentary: Epidemiology in the era of big data. *Epidemiology* 2015;26:390-4.
 34. Carneiro HA, Mylonakis E. Google trends: a web-based tool for real-time surveillance of disease outbreaks. *Clin Infect Dis* 2009;49:1557-64.
 35. Dugas AF, Hsieh YH, Levin SR, Pines JM, Mareiniss DP, Mohareb A, et al. Google flu trends: correlation with emergency department influenza rates and crowding metrics. *Clin Infect Dis* 2012;54:463-9.
 36. Araz OM, Bentley D, Muelleman RL. Using google flu trends data in forecasting influenza-like-illness related ED visits in Omaha, Nebraska. *Am J Emerg Med* 2014;32:1016-23.
 37. Butler D. When google got flu wrong. *Nature* 2013;494:155-6.
 38. Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform* 2010;79:736-71.
 39. Gray J. Infection control: beyond the horizon. *J Hosp Infect* 2015;89:237-40.
 40. Yoo JH. The meaning of Information Technology (IT) mobile devices to me, the infectious disease physician. *Infect Chemother* 2013;45:244-51.
 41. ISI Foundation of Italy. Introduction to Socio Patterns. <http://www.sociopatterns.org>. (Updated on 19 November 2015).
 42. Voirin N, Payet C, Barrat A, Cattuto C, Khanafer N, Régis C, et al. Combining high-resolution contact data with virological data to investigate influenza transmission in a tertiary care hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2015;36:254-60.
 43. Barrat A, Cattuto C, Tozzi AE, Vanhems P, Voirin N. Measuring contact patterns with wearable sensors: methods, data characteristics and applications to data-driven simulations of infectious diseases. *Clin Microbiol Infect* 2014;20:10-6.