검사실 획득 감염과 생물안전작업대

김택수^{1,2}

서울대학교 의과대학 검사의학교실¹, 서울대학교병원 진단검사의학과²

Laboratory-acquired Infection and Biological Safety Cabinet

Taek Soo Kim^{1,2}

Department of Laboratory Medicine, Seoul National University College of Medicine¹, Seoul National University Hospital², Seoul, Korea

Corresponding author: Taek Soo Kim, E-mail: kim.taeksoo@outlook.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2093-1721>

질병이 어떻게 전파되는지를 파악하기 위한 노력은 인류의 기원과 함께 시작되었다. 당시 질병은 초자연적으로 발생하는 것으로 믿었으며 확산을 막기 위해 신에게 제물을 바쳤다. Hippocrates는 질병의 발생에 초자연적이고 종교적인 기원이 아닌 유해증기(miasma)와 나쁜 공기(malaria)라는 2가지 요인이 기인한다고 믿었고, 1546년 Fracastorius는 감염된 동물에서 발생한 살아있는 씨앗이 다른 동물에서 동일한 질병을 일으켰다고 기술하였다. 1676년에 이르러 Leeuwenhoek이 세균을 처음 발견하였다. 그리고, Louis Pasteur가 수행한 여러 연구로 인해 19세기 중반에 이르러 학문으로의 세균학이 태동하였다[1].

세균학이 태동함에 따라 세균을 대상으로 한 실험이 활성화되었고, 이에 대한 반대급부로 검사실 획득 감염(Laboratory-Acquired Infection) 역시 발생하게 되었다. 1898년 입 피펫팅(mouth/oral pipetting)으로 인한 디프테리아 감염이 첫 보고 사례인 것으로 알려져 있으며, 문헌마다 다르지만, 현재까지 5,000건 전후의 실험실 획득 감염이 보고된 것으로 추정된다.

검사실 획득 감염의 원인에는 여러가지가 있는데, 주로 원심분리, 피펫팅, 검체 옆지름 등을 통한 과다한 에어로졸 생성 또는 직접 접촉, 주사침 사고, 자상 등으로 발생하게 된다. 이 중 상당수는 1950년대부터 각 국가에서 미생물 검사에만 한정하지 않고 전 임상검사실에서 입 피펫팅, 검과 음료를 포함한 음식 섭취 및 흡연을 금지하면서 개선되었다. 현재 입 피펫팅은 임상검사실에서 사용하지 않는 술기이며, 배양체가 아닌 임상 검체를 대상으로 자동화된 피펫

과 필터가 내장된 소모품을 이용하여, 생물안전작업대에서 조심스럽게 수행하는 것으로 감염 가능성을 최소화할 수 있다. 원심분리 자체는 보통 주사침사고, 옆지름 등보다 안전하기는 하지만, 검체 내의 감염원을 농축하게 되므로, 한번의 사고로 여러 명을 감염시킬 수 있는 가능성이 있기에 항상 주의가 필요하다. 역사적으로 Q 열병 연구로 1947년 47명, 1961년 60명이 동시감염된 사례가 있고, 브루셀라증 연구로 1940년 94명이 감염된 바 있다[2].

< Class II A형 생물안전작업대에서 개인보호구를 착용하고 검체 접촉 중인 모습 >

이러한 검사실 획득 감염을 예방하기 위해 여러 생물안전지침에서 항상 거론되는 장비 중 하나로 생물안전작업대(Biological Safety Cabinet, BSC)가 있다. 생물안전작업대의 기능은 크게 두 가지인데, 하나는 검사자 보호, 다른 하나는 검체간 오염 방지이다. 20세기 초에 Robert Koch가 미생물이 공기에 부유한다는 사실을 발견한 후에 개발한 것이 시초로 알려져 있고, 1909년 한 제약회사에서 검사실 획득 결핵 감염을 방지하기 위해 환기가 되는 후드(hood)를 설치한 것이 현재의 원형으로 여겨진다. 이 후드는 진공펌프를 이용해 작업공간에 음압을 걸어 공기를 외부로 배출하되, 공기 배출로에 순면 필터를 설치하고 배출되는 공기가 소독액을 담은 플라스크를 지나도록 설계하였다. 이후 여러 개선을 거쳐 전면 유리 패널, 배기 송풍 기능 및 유리섬유 필터를 장착하고 스테인레스 철을 사용한 제품이 1948년에 등장하게 된다. 그 후 2차 세계대전을 지나면서 방독면 필터를 응용해 High-Efficiency Particulate Air (HEPA) 필터가 개발되면서 유리섬유 필터는 HEPA 필터로 대체되게 된다[3].

생물안전작업대의 종류는 크게 3가지로 나눌 수 있는데, Class I, II, III로 구분한다. Class I은 화학물질을 다룰 때 주로 사용하는데, 상부에서 하부로 흐르는 층류(laminar flow) 기능 없이 배기기능에만 주력하여 작업 공간 내 검체간 오염이 발생할 소지가 있다. 이에, 분자진단검사실이나 미생물검사실에는 적합하지 않고 유독성 화학물질을 취급하는 곳에서 사용하는 것이 적절하다. Class II는 깨끗한 층류가 위에서 아래, 수직방향으로 흐르므로, 에어로졸이 발생하더라도 바로 바닥에 추락하게 되어, 검체 간 오염을 방지하는데 도움이 된다. 배기 공기를 HEPA 필터로 거른 후, 실내로 재순환하는 정도에 따라 A형과 B형으로 세분화되며, 코로나바이러스감염증-19 확진자 검체를 취급함에 있어서는 A형으로 충분하여 보통 별도의 배기공사가 필요하지 않다. Class III는 전면이 막혀 있는 대신 팔 길이의 고무재질 장갑이 내장되어 있는 형태로, 법정감염병 제 1급 병원체를 취급하는데 적합하다. 작업자의 노동 강도가

증가하고, 설치 및 운영 비용이 상당하여 사용하고 있는 병원 내 임상검사실은 국내에 없는 것으로 파악된다.

무균실험대(clean bench)라는 용어도 자주 접할 수 있는데, 이는 작업대 안쪽에서 작업공간을 지나 작업자에게 HEPA 필터로 걸러진 깨끗한 공기가 흐르는 형태의 작업대이다. 즉, 작업공간을 지난 공기가 작업자에게 도달하므로 유독성 화학물질이나 임상 검체, 미생물 등을 다루는 임상검사실에는 적합하지 않고, 배지를 제조하거나, 조직을 배양하는 경우 등 무균 조작에 적합하다.

2020년 11월 21일 현재, 한국의 코로나바이러스감염증-19 확진환자는 30,403명, 사망은 503명에 달한다. 검사 측면을 보면 전국적으로 약 290만건의 RT-PCR을 수행하였다[4]. K-방역의 3요소 중 검사/확진에 있어 유전자 증폭기반 진단기법이 대응 초기부터 조기 정착되면서 전국적으로 최대 일 3만여 건 수준의 RT-PCR 검사가 시행되고 있고, 병원 내 임상검사실 또는 전문검사기관에는 확진자로부터 채취한 다양한 검체가 접수되고 있다. 이에, 미생물검사와 분자진단검사를 포함한 검사항목 전반에 걸쳐 생물안전작업대를 적절히 사용할 필요가 있겠다. 생물안전작업대의 보급 및 유지가 활성화된다면, 이번 유행 뿐 아니라 향후 발생할 신종 감염병 검체 취급 등에 있어 검사자의 안전을 도모하는데 크게 기여할 것으로 생각한다.

References

1. Wedum AG. History & epidemiology of laboratory-acquired infections (in relation to the cancer research program). J Am Biol Saf Assoc 1997;2:12-29.
2. Singh K. Laboratory-acquired infections. Clin Infect Dis 2009;49:142-7.
3. Kruse RH, Puckett WH, Richardson JH. Biological safety cabinetry. Clin Microbiol Rev 1991;4:207-41.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. Coronavirus disease-19, Republic of Korea. <http://ncov.mohw.go.kr> (Updated on 26 November 2020).