

A Study on the Facility and Equipment of Laboratory Medicine in General Hospital

- Focused on more than 550 bed sized hospitals

종합병원 진단검사의학과 검사실의 시설 설비 현황 조사

- 550 병상 이상 종합병원을 중심으로

Kim, Youngaee* 김영애 | Song, Sanghoon** 송상훈

Abstract

Purpose: Though Korean healthcare services have been upgraded, infection and fire had been broken out in general hospitals. And higher concerns about quality assessment made it to clinical laboratory design guideline studies. So, this study investigates the facilities, equipment and personnel of laboratory medicine focusing on more than five hundred fifty bed hospital, and contributes to make guidelines for safety and efficiency in lab. **Methods:** Questionnaires to supervisor technologist and field surveys to medical laboratories in korean hospitals have been conducted for the data collection. 16 answers have been analysed statistically by MS Excel program. **Results:** Most of the sample tests such as hematology, clinical chemistry, immunology, transfusion, urinalysis, microbiology and molecular diagnosis are performed by more than 80% in large sized general hospital laboratory. In the test methods, automatic analyzers are used up to 80%, total laboratory automation up to 43% in clinical chemistry and immunology, and manual tests in all sorts of the test. There are placed in single lab or two and three labs above the ground, which are all in semi-open lab. There is some correlation with the number of specimens and the number of lab people depending on the number of hospital beds. Laboratory environment shows that work distance is good, but evacuation path width, visibility, separation of staff area from automatic analyzer, and equipment installations are needed to have more spaces and gears. Most of the infection controls are equipped with mechanical ventilation, air-conditioning, washbasin and wastewater separation, BSC installation and negative pressure lab room. **Implications:** Although the laboratory space area is calculated considering the number of hospital beds, type of tests and number of staff, hospital's expertise and the samples numbers per year should be taken into account in the planning of the hospital.

Keywords: Laboratory Medicine, General Hospital, Laboratory, Facility and Equipment, Specimen

주 제 어: 진단검사의학과, 종합병원, 검사실, 시설설비, 검체

1. Introduction

1.1 Background and Objective

국내 병원의 의료수준이 비약적으로 향상되면서 중규모

이상의 종합병원에서 다양한 종류의 첨단장비와 설비가 도입되고 있다. 진단검사의학과는 병원에서 환자의 검체를 취급하는 곳이며 다양한 첨단장비를 이용하여 많은 종류의 검사를 수행하는 곳이다. 검사실에서 다루는 검체는 바이러스, 세균 등 수많은 감염원을 포함하고 있어 검체를 취급하는 직원들은 항상 이러한 감염원에 노출되어 있다. 또한 장비에 의한 소음이나 연무 및 검사에 사용하는 화학물질에도 노출되어 있어 직원의 건강을 악화시키고 질병을 일으킬 수도 있고, 미세

* Member, Professor, Ph.D, Department of Medical Space Design and Management, Konyang University.
(Primary author: yakim1@konyang.ac.kr)

** Professor, MD, Ph.D, Department of Laboratory Medicine, Seoul National University Hospital. (Corresponding author: doak21@snu.ac.kr)

한 분진은 첨단 검사장비에도 영향을 미쳐 검사 결과에 이상이 발생할 수 있다. 또한 병원 내 질병 감염과 화재 등 안전 사고가 발행하면서, 검사실의 질관리 및 환경관리에 대한 관심이 높아지고, 검사실 시설설비 기준에 대한 논의가 진행되고 있다¹⁾. 이에 550병상 이상 국내 검사실을 대상으로 병상규모, 검사실 종류, 검체 수, 인력 수, 면적, 작업통로 등 시설 현황을 조사하고, 환기 등 감염 및 안전 설비 특성을 조사하여 검사실 시설 설비 설계지침의 기초자료로서 활용하고자 한다.

1.2 Methods of Research

본 연구에서는 550~1000병상 종합병원 진단검사의학과 검사실을 대상으로 병상규모와 검사실 등 시설내용과 공간구성, 환기, 음압 등 감염과 안전설비 등에 대한 설문을 조사하였다. 검사실의 적정성 여부는 일반적으로 시설, 장비 및 인력을 통해 판단하고 있으나 장비는 검사실 종류, 검사 항목 및 검사방법과 관련되어 있어 검사실과 검사방법을 조사하는 것으로 제한한다. 진단검사의학재단에 등록된 344기관을 대상으로 이메일을 이용하여 설문을 발송하여, 그 중 68개 기관(19.8%)이 회신하였다. 이 중에서 550~1000 병상규모의 종합병원 개수는 16개 기관이며, 조사는 2018년 6~7월에 이루어졌다. 통계분석을 위해 MS 엑셀프로그램의 평균값, 구성비, 그래프 기능 등을 활용하였다.

그리고 검사실의 공간구성 현황을 파악하기 위해 공간 다이어그램을 제공한 6개소 중에서 검사실 5개소를 2019년 6~7월에 방문하였다. 설문결과와 현장방문 내용을 종합하여 진단검사의학과 검사실의 시설 설비의 기초자료를 제시 한다.

2. Laboratory Management

2.1 Hospital Facility Description

[Table 1] Regional Location of Hospital

| Region | seoul | kyungkido | kyungs-angdo | chung-hungdo | total |
|--------|----------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------|-------|
| No | 4 | 7 | 3 | 2 | 16 |
| bed no | 572, 753 830, 854 | 572, 609, 650 651, 756, 817 873 | 900 928 999 | 756 823 | |
| % | 25.0 | 43.8 | 18.7 | 12.5 | 100 |

Note: Each province is including the Metropolitan city area.

1) 김상복, 진단검사의학과 시설가이드라인에 관한 연구, 한국의료복지건축학회, 2018년도 학술발표대회 논문집, p3~8

[Table 2] Hospital Foundation and Naming

| Facilities | Foundation | | | Naming | | total |
|------------|------------|-----------|---------|------------------|----------|-------|
| | public | corporate | private | general hospital | tertiary | |
| No | 2 | 14 | 0 | 10 | 6 | 16 |
| % | 12.5 | 87.5 | | 62.5 | 37.5 | 100 |

Note: The table above was built up from the questionnaire

설문조사에 응답한 16개 종합병원의 해당지역, 병상수, 시설유형, 시설종류 등에 대한 일반현황은 다음과 같다[Table 1, Table 2]. 병원 소재 지역은 경기도, 서울, 경상도, 충청도의 순으로 각각 43.8%, 25.0%, 18.7%, 12.5%로 나타나고, 설립유형은 법인, 국공립 각각 87.5%, 12.5%로 나타났다. 병원 종류로는 종합병원이 62.5%, 상급종합병원이 37.5%로서 상급종합병원의 경우 중증환자로 인한 검사실 종류와 검사횟수가 증가할 것을 예상할 수 있다. 설립연도는 평균 1987.6년이나 이전 또는 재건축 등을 통해 건물 신축연도를 중심으로 고려하면 평균 1992.9년 정도로 나타나 2020년 현재 28여년 경과한 병원 검사실이다. 병상수는 평균 771.4병상이며 최소 572병상에서 최고 999병상으로 구성되어 있다.

2.2 Laboratory Functions and Personnel

검사실 기능을 중심으로 검체수를 살펴보면 진단혈액, 임상화학, 진단면역, 임상미생물, 요검경, 수혈의학, 분자진단 검사를 16개 병원에서 모두 실시하고 있으며, 조직적합성(HLA) 검사, 세포유전, 유세포 검사를 각각 11개, 6개, 7개 병원에서 시행하여 장기이식수술, 암치료 등을 행하고 있는 것으로 나타난다. 2016년 검사기능별 연간 평균 검체수는 진단혈액 임상화학 진단면역 수혈의학 임상미생물, 요검경, 분자진단 각각 1,705천건, 3,995천건, 380천건, 180천건, 257천건, 102천건 정도이며 평균 100 병상당 1일 검사건수(주5일 261일 근무에서 토요일 근무를 반영하여 6일, 313일 수정하여 산정)는 각각 706건, 1,654건, 157건, 74건, 106건, 42건으로 나타난다.

[Table 3] Laboratory Functions and Average Test Numbers.

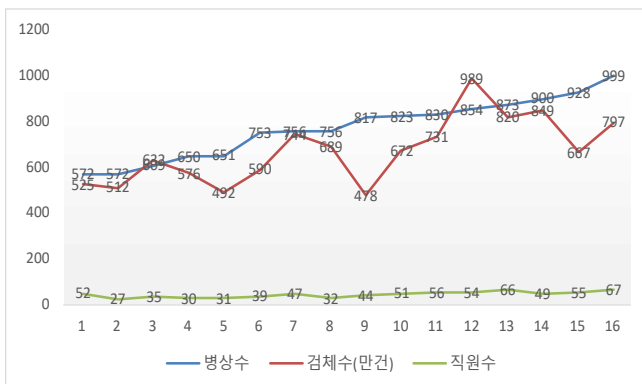
| function | No | avg |
|--------------|----|--------|
| hematology | 16 | 1705.6 |
| chemistry | 16 | 3995.3 |
| immunology | 16 | 380.9 |
| microbiology | 16 | 180.6 |
| urine | 16 | 257.2 |
| transfusion | 16 | 102.4 |
| molecular | 16 | 16.9 |
| cytogenetic | 6 | 0.6 |
| flow | 7 | 3.5 |
| HLA | 11 | 1.0 |

Note: Average test number unit is a thousand number.

[Table 4] Laboratory Personnel

| Personnel | No | avg |
|--------------|----|------|
| director | 16 | 1 |
| pathologist | 15 | 2.7 |
| resident | 5 | 2.8 |
| nurse | 2 | 2 |
| supervisor | 7 | 1 |
| captain | 14 | 2.8 |
| technologist | 16 | 36.6 |
| clerk | 6 | 2.1 |
| etc | 8 | 2.7 |
| total | 16 | 45.9 |

인력구성을 보면 16개 병원에서 과장을 두고 전문의가 있으며 평균 3.7명이고 최저 2명, 최고 6명이고, 5개 병원에서는 수련받는 전공의를 두고 있다. 직원에 대해서는 7개 병원에서 기사장을 두고, 14개 병원에서 팀장을 두고 5개 병원에서는 기사장과 팀장을 동시에 두고 있다. 직원 병리사 평균인원은 36.6명이며 최소 28명에서 최고 59명으로 나타난다. 과장 및 기사장 등을 포함하여 검사실 인력 평균 인원수는 45.9명으로 100병상 당 5.9명으로 나타난다. 검사실 별 인력과 검체 건수는 병상수 보다는 이식수술, 암치료 등 병원의 전문성 및 질환을 반영하여 검사실 종류 등과 상관성이 있는 것으로 나타난다.



[Figure 1] Graph showing Patient Bed Number, Test Total Number and Personnel Number

2.3 Laboratory Operation Control

1) Quality Assessment

검사실 인증에 대한 국내 정도관리 프로그램과 우수검사실 인증 프로그램에 16개 병원이 모두 참여하고 있으며 3개 병원에서는 미국 CAP(College of American Pathologist) 인증을 받아 국내 및 국외 검사실 인증 프로그램에 참여하고 있다. 16개 병원에서 검사실 품질관리를 위한 노력을 행하고 있는 검사실임을 나타낸다.

2) Specimen Analysis Method

검사실 검사방법에 대해 완전자동화, 자동분석장비, 수동검사로 나누어 조사하여 진단혈액 임상화학 진단면역 임상미생물, 요검경, 분자진단에 대해서, 자동분석장비 사용이 각각 93.7%, 81.2%, 100%, 93.7%, 100%, 87.5%로 대부분 검사종별로 자동분석기를 사용하는 것으로 나타난다. 완전자동화의 경우 진단혈액 임상화학 진단면역에 대해 각각 25%, 50%, 43.7%를 시행하고 또한 자동분석장비와 수동검사를 병행하고 있으며, 임상미생물검사에 대해 1개 병원에서는 수동검사만을 진행하고 있다. 별도의 응급검사전용공간에 대해 1개 병원을 제외하고 없는 것으로 응답했다. 완전 자동화검사가 화학, 면역, 진단혈액검사에서 진행되고 90% 내외를 자동분석기를 이용하여 검사하고, 동시에 50%내외를 수동검사를 진행하고 있으며, 임상미생물과 요검경 검사에서 상대적으로 수동검사의 비율이 높게 나타났다. 검사실은 24시간 운영되므로, 병원 운영시간에는 트랙을 이용하는 완전자동화를 사용하고, 그 외의 시간에는 일반적으로 자동분석장비만을 사용한다. 특수 검사 또는 이상 검체에 대해서는 수동검사를 통해 확인하여 검사의 종류를 다양화하고, 품질을 높이는데 요구되는 검사가 복합적으로 진행된다. 이에 검사방법에서는 검체처리 속도뿐만 아니라 검사 종류 및 품질을 위한 방법이 반영되고 있다.

[Table 5] Specimen Test Method

| function | tla | analyzer | manual | total |
|--------------|-----|----------|--------|-------|
| hematology | 4 | 15 | 8 | 16 |
| chemistry | 8 | 13 | 5 | 16 |
| immunology | 7 | 16 | 10 | 16 |
| microbiology | | 15 | 12 | 16 |
| urine | 1 | 16 | 10 | 16 |
| molecular | | 14 | 13 | 16 |
| cytogenetics | | 4 | 6 | 6 |

검사실 공간배치에 대한 복수응답에서는 현재 동일공간 내에 일부 검사영역 분리 배치가 68.7%, 여러 공간으로 분산 배치(거리 또는 층으로 이격 분리)가 50%, 동일 공간 내에 통합된 검사실 배치가 12.5%로 나타난다. 병원 개원 후 28여년 경과하여 리모델링 등을 통해, 검사실 규모가 증가하고 종류가 확대되어 효율적인 구성을 위해 분산배치가 함께 나타난다. 검사실에 검체를 운송하는 방법에 대해 인편(Courier), 기송관(Air Shooter), 자주대차(Telecart), 덤웨이터(Dumb Waiter), 컨베이어(Conveyor) 등에 대한 조사에서 인편 13개소, 기송관 10개소, 덤웨이터 4개소, 자주대차와 컨베이어가 각각 3개소로서 단독으로 인편, 자주대차, 컨베이어를 사용하는 5개소를 제외하면 중복사용으로 기송관을 중심으로 자주대차와 컨베이어 등 자동시스템을 사용하면서 인편을 이용하고 있는 것

으로 나타난다. 검사실 종류별로 검사를 진행하는 영역에 응급검사 전용공간은 7개소에서 설치하고 8개소에는 설치하지 않고 있다.

[Table 6] Lab Type and Specimen Delivery

| item | Lab Type | Hospital | |
|-----------------|---|----------|------|
| | Hospital Bed No. | no. | % |
| lab layout | open +individual lab | 11 | 68.7 |
| | 609,753,756,756,817,823,854,873,900,928,999 | | |
| | separated several labs | 8 | 50 |
| | 572,572,651,830,873,900,928,999 | | |
| single open lab | 2 | 12.5 | |
| 650, 817 | | | |
| delivery | courier | 13 | 81.2 |
| | air shooter | 10 | 62.5 |
| | telecart | 3 | 18.7 |
| | dumbwaiter | 4 | 25.0 |
| | conveyor | 3 | 18.7 |

Note: Multiple Responses are allowed.

3. Laboratory Space Program

3.1 Lab Location

검사실이 속한 건물의 유형에 대해 외래 및 병동과 동일건물 내가 16개소 100%이고, 위치한 건물 명칭은 본관, 동관, C관으로 구분하고 있다. 본관 건물 층수는 평균 지상 10.5층, 지하 2.6층으로 지상 11층과 10층이 각각 4개소, 3개소로 많으며, 지하 3층과 4층이 각각 4개소로 많이 나타난다.

검사실의 층수는 외래 및 병동과 동일건물 본관에 위치한 경우 지하2층, 지하1층, 2층, 3층, 4층 이상까지 각각 1개소, 2개소, 7개소, 5개소, 1개소로 고르게 나타나고 별관인 경우 2층, 3층에 위치하고 있다. 각 층에서 연결된다고 가정하면 지상 2,3층을 중심으로 본관 저층부에 위치하고 있음을 알 수 있다.

지하1층과 지하 2층에 위치한 3개소 경우 밖을 볼 수 있는 창문이 설치되지 않고, 지상 2층 이상에서는 외부로 볼 수 있는 창문이 있는 것으로 응답하여, 외기에 면한 창문이 있는 검사실이 13개소 81.2% 정도이다.

채혈실과 검사실의 위치는 수평거리 또는 다른 층으로 이격되어 있음이 12개소 75%이고, 검사실과 인접이 5개소 31.2%로서 채혈실과 이격되어 있는 경우 더 높게 나타났다. 이는 환자중심병원으로 진행하면서 채혈실이 분산 배치되고 있음을 나타낸다. 검사실에 환자 또는 방문객의 접근이 용이함이 11개소 68.7%, 용이하지 않음이 5개소 31.2%로 나타나

고, 용이하지 않은 검사실은 채혈실과 이격되어 있는 4개소로 나타난다.

[Table 7] Lab Location

| level | basement | | upper ground | | | | total |
|------------------------|----------|------|--------------|------|------|------|-------|
| | b2 | b1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| No | 1 | 2 | 0 | 7 | 5 | 1 | 16 |
| % | 6.25 | 12.5 | 0 | 43.7 | 32.3 | 6.25 | 100 |
| phlebotomy next to lab | | 1 | | 3 | 1 | | 5 |
| apart to lab | 1 | 1 | | 5 | 4 | 1 | 12 |
| easy approach | | 2 | | 6 | 4 | | 12 |
| poor approach | 1 | | | 2 | 1 | 1 | 5 |

3.2 Space Program

검사실 소요실 구성에 대해 15개 병원이 응답하였고 이중 11개소에서 면적을 제시하였다. 검사실 공간 구성은 검사실 공간, 사무공간, 검사실 지원공간, 직원 지원공간 등으로 구분하여 살펴보면 아래 표와 같다. 검사실 평균 면적구성에서 6~7개 이상 응답한 화학, 혈액, 미생물, 면역, 분자, 혈액은행, 요검경, 채혈실, 자동화 등을 더하면 645.3m², 사무공간 126.9 m², 검사실지원공간 40.0m², 직원지원공간 39.1m²로 합계 851.3m²이고, 검사실 평균 면적 870.0m²와 근사하게 나타나는 것을 알 수 있다.

3.3 Space Correlation

검사실 시설면적에 대한 조사에서 응답한 병원 검사실 평균면적은 870.0m²이고, 평균 병상수는 771.4개, 평균인력수 45.9명, 평균검체수는 6,726천건이다. 병상수 증가에 따른 검사실 면적의 변화 함수는 $y=1.4656x-260.56$ 이고, 설명력 $R^2=0.3987$ 로서 상관성을 보이는 것으로 나타나지 않는다. 병상수 대비 검체수와 인력수에 대해서는 $y=0.7376x+103.69$, $R^2=0.4415$, $y=0.0727x-10.151$, $R^2=0.5671$ 로서 병상수 증가에 대해 검체수와 직원수 변화는 어느 정도 상관성을 보이는 것으로 나타난다. 이것은 550~1,000 규모 16개 병원사례 조사에서 설명력이 낮은 경우에도, 100~2,700 규모 60여개 병원사례 전체에서는 변화함수 설명력이 각각 79%, 88%, 81%로 나타나 유의미한 것으로 알 수 있다. 따라서 중대규모 종합병원에서는 병상수 증가에 따라 검사실면적, 인력수와 검체수 변화에 어느 정도 상관성을 가지고 있음을 알 수 있다. 다만 검체수 증가에 대한 검사실 면적과 직원수 증가는 상관성을 보이지 않는다. 이에 검체수 증가를 기준으로 하는 경우에는 검사종목별 세부적인 구분이나 병원의 전문특성을 반영하여 검사실 종별 특성을 반영해야 할 것으로 보인다.

[Table 8] Functional Space Areas

| zone | space name | present | average area | answered |
|---------------|-----------------|---------|--------------|----------|
| lab | chemistry | 7 | 80.6 | 4 |
| | hematology | 12 | 53.6 | 8 |
| | microbiology | 16 | 77.5 | 9 |
| | immunology | 11 | 76.3 | 8 |
| | molecular | 15 | 70.6 | 12 |
| | cytogenetics | 6 | 84.5 | 4 |
| | blood bank | 16 | 48.1 | 12 |
| | tla | 10 | 257.6 | 6 |
| | urinal | 14 | 26.9 | 8 |
| | phlebotomy | 14 | 69.9 | 10 |
| | reception | 8 | 23.8 | 6 |
| | emergency | 1 | 20.3 | 1 |
| | bone marrow | 3 | 59.5 | 3 |
| office | director | 14 | 15.5 | 11 |
| | pathologist | 14 | 35.2 | 11 |
| | resident,inturn | 5 | 14.8 | 5 |
| | supervisor | 14 | 14.2 | 12 |
| | reading room | 14 | 26.8 | 12 |
| | meeting room | 6 | 35.2 | 6 |
| | library | 2 | 15.5 | 2 |
| | computer | 2 | 15 | 2 |
| lab support | office | 3 | 24.2 | 3 |
| | reagent room | 14 | 17.3 | 12 |
| | walk in cooler | 15 | 22.7 | 12 |
| staff support | wash room/trash | 2 | 30.6 | 2 |
| | toilet | 7 | 12.1 | 5 |
| | locker room | 11 | 27.0 | 10 |
| | shower room | 4 | 7.8 | 3 |
| | rest room | 3 | 16.2 | 3 |

Note: tla means Total Laboratory Automation using robot track

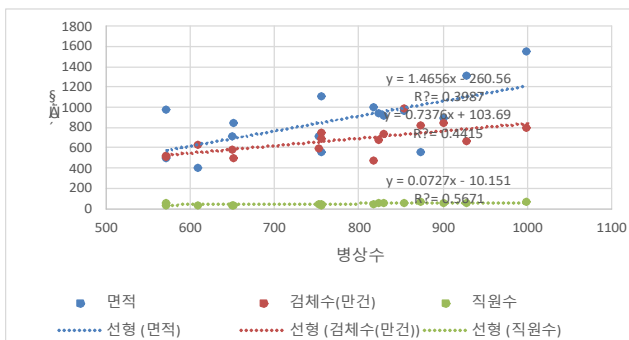
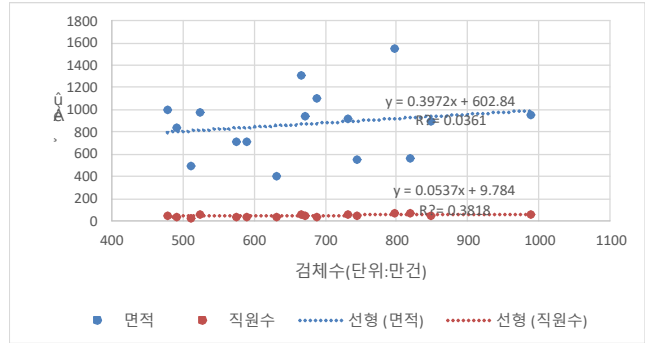


Figure 2] Relation between Staff and Specimen Number

[Table 9] Correlation Space Area and Personnel

| item | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | avg |
|---------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|------|--------|-----|--------|-----|-------|--------|--------|-------|
| bed no. | 572 | 572 | 609 | 650 | 651 | 753 | 756 | 756 | 817 | 823 | 830 | 854 | 873 | 900 | 928 | 999 | 771.4 |
| sample 10,000 | 525 | 512 | 632 | 576 | 492 | 590 | 744 | 689 | 478 | 672 | 731 | 989 | 820 | 849 | 667 | 797 | 672.6 |
| aream² | 975 | 495.8 | 396.6 | 715.4 | 839.7 | 711.3 | 552.06 | 1102.91 | 1003 | 942.02 | 915 | 958.06 | 557 | 897.6 | 1305.4 | 1553.7 | 870.0 |
| person | 52 | 27 | 35 | 30 | 31 | 39 | 47 | 32 | 44 | 51 | 56 | 54 | 66 | 49 | 55 | 67 | 45.9 |



[Figure 3] Relation between Area and Specimen

4. Space Organization

4.1 Work Area Distance

검사실 작업대 사이 작업공간 또는 분석장비 사이의 통로 폭은 110~150cm 10개소, 110cm 미만 3개소, 150cm 이상 2개소로 나타나, 12개소 80.0% 정도가 바람직한 작업통로를 확보하고 있는 것으로 나타난다. 또한 검사실내 주요통로 또는 피난통로의 폭은 110~180cm 8개소, 180~240cm사이가 5개소, 110cm 미만이 2개소로 나타나 작업통로와 달리 180cm 이상이 5개소 31.2% 정도로 바람직한 피난통로 확보가 요구된다. 비상시 검사실 내부에서 외부로 대피하기 위한 사용가능한 비상구 개수에 대해서(완강기 포함) 2개 8개소, 3개 7개소, 4개 1개소로서 2개 이상이 16개소 100%로서 나타난다.

검사장비의 주요사용 부위로부터 화재시 비상구 문까지 도달하는 통로 중간에 검사실 자동화시스템이나 자동분석기에 의해 가려지는 경로가 있는지 묻는 질문에 대피용 문까지 경로에 가려지는 부분이 없다는 응답자가 8개소, 부분적으로 가려진다는 응답자가 7개소, 경로의 일부가 완전히 가려진다는 응답자가 1개소로서 통로 시야 확보에 대해 대부분 확보하고 있는 것으로 나타난다. 비상구 근처 물건 적재에 대한 응답에서 비상구 반경 100~200cm 이내에 검사장비, 책상 혹은 비슷한 크기 물건이 있다가 7개소, 반경 50cm 이내 검사장비, 책상 혹은 비슷한 크기 물건이 있다가 4개소, 비상구 반경 200cm 밖에 물건이 있다가 3개소, 비상구 반경 50~100cm 이내 검사장비, 책상 혹은 비슷한 크기 물건이 있다가 2개소로 나타난다. 13개소가 비상구 반경 200cm이내에서 물건이 놓여 있어 비상구 역할에 혼란을 초래할 것으로 보인다.

작업통로 확보와 비상구까지 통로의 가시권 확보는 안전하게 관리되고 있는 반면, 일부 피난통로 폭이 좁고 비상구 근처 물건을 배치하여 재난시 위험을 높일 수 있다.

[Table 10] Work Space Distance

| Facilities | exit no. | | | main path(cm) | | | work space(cm) | | | |
|------------|----------|------|-----|---------------|---------|---------|----------------|------|---------|------|
| | 2 | 3 | 4 | <110 | 110~180 | 180~240 | 240 | <110 | 110~150 | 150< |
| No | 8 | 7 | 1 | 2 | 8 | 5 | 1 | 3 | 10 | 2 |
| % | 50 | 43.7 | 6.3 | 12.5 | 50 | 31.2 | 6.3 | 20 | 66.7 | 13.3 |

[Table 11] Obstacle Distance from Emergency Exit

| Facilities | visible clearance | | | obstacles distance from exit(cm) | | | |
|------------|-------------------|---------------|-----|----------------------------------|--------|---------|------|
| | yes | partially yes | no | <50 | 50~100 | 100~200 | 200< |
| No | 8 | 7 | 1 | 4 | 2 | 7 | 3 |
| % | 50 | 43.7 | 6.3 | 25 | 12.5 | 43.7 | 18.8 |

4.2 Entrance Security Checks

검사실 주출입구 전실설치에 대해 설치하지 않음 13개소, 설치 3개소이고, 주출입구가 자동으로 닫히는지 여부에 대해 자동 11개소, 수동 5개소로 대부분 전실이 없고 자동으로 개폐하고 있다. 주출입구의 너비는 120cm 이상 12개소, 120cm 이하 4개소로 양여닫이문이고, 비상구 문은 여닫이문 12개소, 미닫이문 4개소이다. 주출입구에 출입통제를 위한 시건장치 등에 대한 설문에서 주 출입구에 잠금장치가 있는 경우가 12개소, 일부 출입구에 잠금장치가 있는 경우가 4개소로 나타나고 있다. 또한 검사실에는 배관 또는 전기선이 노출되지 않도록 하는 환경이 마련되어 있는지 묻는 설문에 악세스플로어를 이용하여 노출을 최소화하는 경우가 7개소, 악세스플로어와 다른 노출을 최소화시키기 위한 시설이 있다가 5개소, 배관 또는 전기선 노출을 최소화할 수 있는 특별한 환경이 없다가 4개소로서 12개소에서 설비배관 노출을 최소화하는 악세스플로어를 전부 또는 일부 이용하여 관리하고 있다.

공기를 통해 심각한 치명적인 감염을 일으킬 수 있는 병원체(예, 결핵균)를 다루는 검사실이 있는 경우 전실이 설치되어 있는지에 대한 질문에 검사실 내부에 전실을 두는 경우 7개소, 관련 검사를 시행하지만 전실을 두지 않은 경우 9개소로 응답했다. 전실을 두는 7개소 경우 전실 앞뒤 출입문 사이 거리는 120cm 이상이 71.4%이다. 검사실 절반 이상이 국내기준에 맞추어 음압으로 관리하지 않고, 출입문은 보안장치를 통해 통제하고 있으나 BSL 3등급 검사실에 대해서는 안전 관리가 미흡한 것으로 나타난다.

[Table 12] Entering Door Control

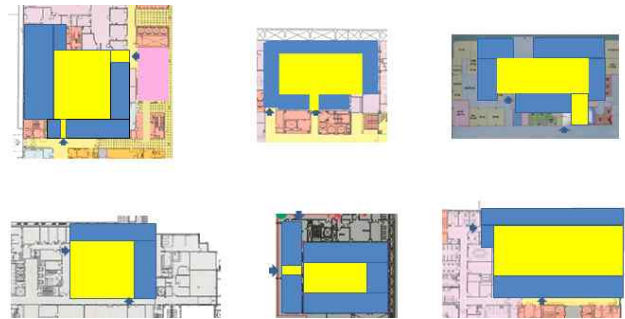
| Facilities | ante room | | door width(cm) | | door lock control | | |
|------------|-----------|------|----------------|------|-------------------|-----|------|
| | yes | no | 80~120 | 120< | partial | all | none |
| No | 3 | 13 | 4 | 12 | 4 | 12 | 0 |
| % | 18.8 | 81.2 | 25 | 75 | 25 | 75 | |

[Table 13] Bio Safety Level 3 Control

| Facilities | tuberculosis lab/BSL 3 | | | ante room width(cm) | | | |
|------------|------------------------|--------------|----|---------------------|---------|-----|--------------|
| | ante room | no ante room | no | 120 | 120~210 | 210 | no ante room |
| No | 7 | 9 | | 2 | 4 | 1 | 9 |
| % | 43.7 | 56.3 | | 12.5 | 25 | 6.3 | 56.2 |

4.3 Spatial Configuration

6개 평면의 공간다이어그램을 보면 정사각형 유형 2개소와 직사각형 유형 4개소로 나타난다. 임상화학, 혈액학, 면역학 등 자동분석기 또는 자동화를 사용하는 검사영역은 중앙부에 오픈랩으로 시야를 확보하고, 주변부에 개실형 검사실, 사무실, 시약창고 등을 두어 세미-오픈랩(semi-open lab)²⁾을 구성하고 있다.



[Figure 4] Space Diagram of Lab

4.4 Lab Design Evaluation

검사실 공간구성에 대해 현재 만족도와 필요성을 묻는 질문을 제시하고, 아주 그렇지 않다(1) 그렇지 않다(2) 보통이다(3) 그렇다(4) 매우 그렇다(5)구간으로 나누어 응답하였다.

2) 세미 오픈랩과 오픈랩의 특징을 보여준다.

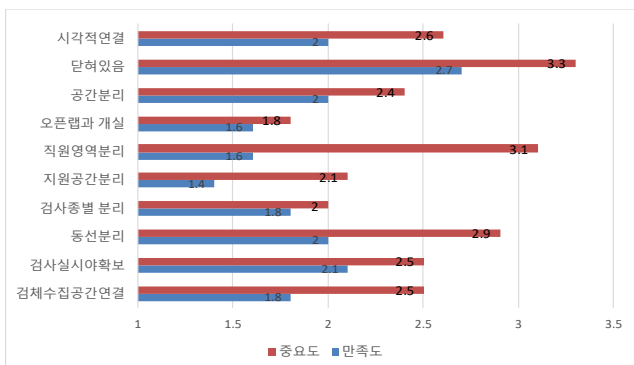


Lab Types(Compartment/Semi-open/Open Lab)

Note: Laboratory Design: Approved Guidelines, GP18-A

현재 상황에 대한 만족도와 필요성에 대한 평균점수 차이에서 작은 차이를 보이는 항목은 공간의 시각적 연결에 대한 질문(현재 그렇지 않고 2.0, 필요성에 대해서도 보통이다 2.6), 검사실 공간이 닫혀있음에 대한 질문(현재 보통이고 2.7, 필요성에 대해서 보통이다 3.3)으로 검사실 출입에 대한 안전을 확보하고 있는 것으로 나타난다. 한 공간에서 다른 공간이 공간적으로 분리하는 질문에(현재 그렇지 않고 2.0, 필요성에 대해서 그렇지 않다 2.4) 대해서는 검사실 공간 안의 공간을 요구하지 않고 있다. 대규모 오픈공간과 소규모 막힌 공간을 혼합하는 질문(현재 그렇지 않고 1.6, 필요성에 대해서 그렇지 않다. 1.8), 검사종별 분리에 대한 질문(현재 그렇지 않고 1.8, 필요성에 대해서도 그렇지 않다. 2.0) 입구에서 주요검사실 시야 확보 질문(현재 그렇지 않고 2.1, 필요성도 보통이다 2.5)으로, 검사실 공간이 자동화와 오픈 랩이 일반화되어 시야가 확보되고, 보안이 유지되고 있음을 보여 준다.

현재 상황에 대한 만족도와 필요성에 대한 평균점수 차이에서 큰 차이를 보이는 항목은 직원영역 분리의 질문(현재 그렇지 않고 1.6, 필요성에 대해서 보통이다 3.1), 지원공간 분리에 대한 질문(현재 아주 그렇지 않고 1.4, 필요성에 대해서 그렇지 않다 2.1), 검사업무 활동공간에서 동선 분리를 묻는 질문(현재 그렇지 않고 2.0, 필요성에 대해 보통이다 2.9), 검사실과 검체 수집 공간 연결에 대한 질문(현재 그렇지 않고 1.83, 필요성도 보통이다 2.5)로 나타났다. 필요성 대해서 지원공간, 직원공간, 주요동선 등을 설치하고 채혈실과 검사실을 인접하게 하여 검사실 내에 접근성, 안전성과 효율성을 확보하고자 한다. 현재 상황에 대한 만족도 평균점수가 매우 높은 항목은 출입 안전성에 대한 공간이 닫혀있음이고 만족도가 매우 낮은 항목은 지원공간, 직원공간 등 지원공간에 대한 개선이 요구된다.



[Figure 5] Current Lab Design Evaluation

5. Infection Control

5.1 Mechanic Equipment Control

감염을 예방하는 첫 번째는 손 씻기로서 검사실 및 지원실에

세면대 설치에 대해 검사실 및 지원실 모두 11개소, 검사실모두 3개소, 검사실 일부, 2개소, 지원실 일부 1개소로 검사실 및 지원실 일부에 설치하는 2개소 병원을 제외하면 14개소에서는 세면대를 설치한 것으로 나타난다. 검사실 환기에 대해 기계환기(천정에 환기구 설치) 15개소. 자연환기 4개소로 기계환기와 자연환기를 병행하는 3개소와 자연환기 1개소를 고려하면 15개소에서 기계환기를 하고 있다. 또한 100% 외기로 배출하는 전배기 외기배기 공조시스템을 갖춘 검사실이 12개소 전배기공조시스템을 갖추지 못한 곳이 3개소이다. 반면 공기 교환횟수는 모른다가 6개소, 6~10회가 4개소, 6회 미만인 2개소, 12회 이상 1개소, 미설치 1개소로 나타난다. 음압으로 유지하는 검사실에 대해 설치함이 12개소, 미설치 4개소로 나타나고 음압유지 검사실은 결핵검사실 11개소, 미생물검사실 4개소, 기타 1개소이다. 이는 시설 설문 응답시에는 전체 검사실에 대한 응답인 반면 이번 응답은 미생물실검사실에 대한 응답으로 타당한 차이를 나타낸다. 생물안전캐비닛 (Biosafety Cabinet, BSC) 설치에 대해 16개소 모두에서 설치하고 있으며, 설치 위치는 미생물 검사실 16개소, 결핵검사실 15개소, 바이러스검사실 8개소, 일반검사실, 기타 각각 3개소로 나타난다. 생물안전등급(Biosafety Level, BSL) 에 적합하게 유지하는 검사공간을 설치함이 12개소, 설치되어 있지 않음이 4개소이고, 안전등급에 적합한 검사실은 결핵검사실 13개소, 미생물검사실 11개소, 바이러스검사실 4개소, 일반검사실 기타 각각 2개소이다. BSC 및 BSL 에 대해 결핵검사실, 미생물검사실, 바이러스검사실, 분자검사실 등에서 기준에 적합하게 유지하여 검체에 의한 감염 등을 예방하고자 하는 노력을 알 수 있다. 중합효소연쇄반응(Polymerase Chain Reaction, PCR) 검사에 적합한 공간 설치가 15개소, 설치되어 있지 검사실이 1개소이다. PCR 검사를 진행하는 공간은 분자진단 9개소, 일반검사실 5개소, 바이러스 검사실 5개소, 결핵검사실 3개소, 미생물검사실 2개소로 나타났다.

[Table 14] Handbasin install

| Space | lab & support | all lab | partly lab | partly support | total |
|-------|---------------|---------|------------|----------------|-------|
| No | 11 | 3 | 2(1) | 1(1) | 16 |
| % | 68.7 | 18.7 | 12.4 | 6.2 | 100 |

Note: () multiple responses

[Table 15] Ventilation

| Vent | type | | | air | | air change | | | total | |
|------|----------|---------|-------|---------|--------|------------|------|----------|-------|-----|
| | mechanic | natural | total | exhaust | return | none | 6 < | 6 ~ 12 > | | |
| No | 15(3) | 4(3) | 16 | 12 | 3 | 6 | 2 | 4 | 1 | 16 |
| % | 93.7 | 25 | 100 | 75 | 18.7 | 37.5 | 12.5 | 25 | 6.2 | 100 |

Note: () multiple responses

[Table 16] Negative Pressure Lab

| Pressure | negative pressure | | | lab | | | total |
|----------|-------------------|-----------|-------|----------|--------------|-----------|-------|
| | install | uninstall | total | tubercle | microbiology | molecular | |
| No | 12 | 4 | 16 | 11 | 4 | 1 | 16 |
| % | 75 | 25 | 100 | 68.7 | 25 | 6.3 | 100 |

[Table 17] Biosafety Cabinet

| BSC | BSC | | | Lab | | | | | total |
|-----|---------|-----------|-------|----------|----------|-------|---------|-----------|-------|
| | install | uninstall | total | microbio | tubercle | virus | general | molecular | |
| No | 15(3) | 4(3) | 16 | 16 | 15 | 8 | 3 | 3 | 16 |
| % | 93.7 | 25 | 100 | 100 | 93.7 | 50 | 18.7 | 18.7 | 100 |

Note: () multiple responses

[Table 18] Biosafety Level

| BSL | BSL | | | Lab | | | | | total |
|-----|---------|-----------|-------|-----------|---------|-------|---------|----------|-------|
| | install | uninstall | total | molecular | general | virus | tuberde | microbio | |
| No | 12 | 4 | 16 | 9 | 5 | 5 | 3 | 2 | 16 |
| % | 75 | 25 | 100 | 56.2 | 31.2 | 31.2 | 18.7 | 12.5 | 100 |

[Table 19] PCR Test

| PCR | PCR | | | Lab | | | | | total |
|-----|---------|-----------|-------|----------|----------|-------|---------|-----------|-------|
| | install | uninstall | total | tubercle | microbio | virus | general | molecular | |
| No | 15 | 1 | 16 | 13 | 11 | 4 | 2 | 2 | 16 |
| % | 93.7 | 6.3 | 100 | 81.3 | 68.7 | 25 | 12.5 | 12.5 | 100 |

5.2 Equipment Safety Control

실내온도 유지장치 설치에는 설치 9개소, 미설치 1개소, 습도 유지장치 설치 4개소, 미설치 5개소로 나타나나나.

냉난방시설 설치형태는 공기조화+개별냉난방 방식 9개소, 공기조화(천정 디퓨저) 8개소, 개별냉난방(천정매립형, 벽부형 팬코일) 8개소, 기타 냉방기구(패키지형, 스탠드형, 선풍기 등) 5개소로 나타난다. 검사실에는 쉽게 접근 가능한 온도조절장치가 구역별로 각각 설치가 13개소 미설치가 3개소이다. 검사실 입구에 수세시설 설치가 11개소, 미설치가 5개소, 실험실 상판은 방수 및 유기용제, 산 알칼리 등 화학물질에 내성이 있는 재질 14개소, 내성이 약한 재질 2개소, 검사실 내부에 직물재질의 매트나 카펫 사용은 16개소 모두 미사용으로 나타난다.

검사과정 중 폐수배출을 위한 오염개수대와 손을 씻는데 사용하는 청결개수대로 구분되어 있는지에 대해 설치 11개소

미설치 5개소이고, 가연성 화학물질 보관에 대해 잠금장치가 있는 가연성 물질 저장캐비닛 저장기 16개소이고, 캐비닛환기구 연결에 대해 환기구연결과 외부로 배출이 11개소, 환기구 미연결 3개소, 환기구 연결과 배출경로 불확실 2개소의 순이다. 캐비닛에 보관되어 있는 화학물질의 경우 평균 38.9리터이고 최소값 3리터 최대값 15리터로 나타난다. 가연성 액체에 대한 목록과 안전물질목록(MSDS)을 작성하여 별도의 장소에 보관하고 있는 검사실은 16개소이다. 검사실 비가연성 또는 가연성 가스탱크를 저장하는 가스탱크에 대해 단단한 벽에 체인을 감아 고정이 11개소, 가스탱크 없음이 5개소, 이동 가능하도록 벽에 고정되지 않고 세워서 보관이 2개소이다.

검사실 화재감지장치는 자동화재탐지기 16개소, 자동 가스탐지기 5개소, 기타 1개소이다. 소화장치는 소화기구 16개소, 스프링클러 13개소, 기타 1개소이다. 피난설비는 비상구 2개소 이상 16개소, 대피용 비상계단 8개소로서 나타난다.

안정적인 전기 공급을 위한 UPS 시설은 16개소 모두에서 설치되어 있다. 폐기물 분리 및 보관하는 별도의 공간 설치 11개소, 미설치 5개소이다. 방사능물질 안전취급공간설치에 대해 방사능물질 미취급 11개소, 공간 설치 5개소로 나타난다. 안구세척기는 설치 16개소이다. 안구세척기 설치 장소는 일반검사실 10개소, 미생물검사실 4개소이다.

응급샤워기 경우 미설치 12개소, 설치 4개소이고, 설치공간에 대해 일반검사실 2개소, 미생물검사실과 분자검사실이 각각 1개소이다. 검사실 내부소음에 대해 없음, 낮음, 보통, 높음, 매우높음에서 3.4로 보통보다 조금 높음으로 보통정도로 생각하고 있다. 응급상황에서 대피시 경로나 구명장치 위치를 표시하기 위한 비상조명과 작업대 주위 수직 상방 설치에 대해 16개소 모두에서 설치로 나타난다.

[Table 20] Heat ventilation and air conditioning

| HVAC | type | | | | controller | | total |
|------|------|----------|---------------|--------------|------------|-----------|-------|
| | HVAC | Fan coil | hvac fan coil | etc. package | install | uninstall | |
| No | 8(7) | 8(6) | 9(3) | 5(5) | 13 | 3 | 16 |
| % | 50 | 50 | 56.2 | 31.2 | 81.3 | 18.7 | 100 |

Note: multiple responses

[Table 21] Laboratory equipment finish materials

| Finishes | handbasin next to lab door | | | casework top finish | | floor finish | | total |
|----------|----------------------------|-----------|-------|---------------------|-------------|--------------|--------|-------|
| | install | uninstall | total | chemresist | weak finish | no carpet | carpet | |
| No | 11 | 5 | 16 | 11 | 4 | 16 | 0 | 16 |
| % | 68.7 | 31.3 | 100 | 68.7 | 25 | 100 | 0 | 100 |

[Table 22] Sinks and Eye shower

| Equipment | dirty/clean sink | | eye shower | | | emergency shower | | total |
|-----------|------------------|-----------|------------|---------|----------|------------------|-----------|-------|
| | install | uninstall | install | general | microbio | install | uninstall | |
| No | 11 | 5 | 16 | 10 | 4 | 4 | 12 | 16 |
| % | 68.7 | 31.3 | 100 | 62.5 | 25 | 25 | 75 | 100 |

[Table 23] Safety cabinet

| cabinet | flammable | | connect to duct | | | gas tank | | | total |
|---------|-----------|-----------|-----------------|-----------|---------|----------|---------|------|-------|
| | install | uninstall | exhaust | uninstall | unknown | fix | movable | none | |
| No | 16 | 0 | 11 | 3 | 2 | 11* | 2 | 5 | |
| % | 100 | 0 | 68.7 | 18.7 | 12.5 | 68.7 | 12.5 | 31.3 | 100 |

Note: *include 2 multiple responses.

[Table 24] Fire Protection Equipment

| Equipment | Detection | | | Extinguisher | | Escape | | ups | total |
|-----------|------------|-----------|------|--------------|------|--------|-------|-----|-------|
| | fire alarm | gas alarm | etc. | sprinkler | etc. | exit | stair | | |
| No | 16 | 5 | 1 | 13 | 1 | 16 | 8 | 16 | 16 |
| % | 100 | 31.2 | 6.3 | 81.3 | 6.2 | 100 | 50 | 100 | 100 |

[Table 25] Waste and Irradiator

| Facilities | waste storage | | irradiator | | total |
|------------|---------------|-----------|------------|-----------|-------|
| | install | uninstall | install | uninstall | |
| No | 11 | 5 | 5 | 11 | |
| % | 68.7 | 31.3 | 31.3 | 68.7 | 100 |

5.3 Laboratory Quality Control

검체의 수집, 전처리, 검사와 폐기단계까지 진행과정에 대한 내용으로 검체접수공간의 생물학적 안전등급은 1등급 15개소, 2등급 1개소이고, 검체 전처리 공간의 생물학적 안전등급은 1등급 12개소, 2등급 3개소로 나타난다. 검사진행과정의 생물학적 등급은 2등급 7개소, 1등급 6개소, 3등급 1개소이다. 공통검사실과 자동화검사실을 대상으로 전처리, 검사진행과 폐기단계 공간의 생물학적 안전등급기준은 대부분 1등급에서 2등급으로 나타내고 있다.

미생물검사실의 경우 공기배기시스템 설계에 대해 모르겠음 6개소, 음압 5개소, 기타 4개소로 나타난다. 미생물 검체를 분류하는 장소 미폐쇄 10개소, 폐쇄 6개소이고, 세균 동정검사 시행 16개소이다. 세균동정과정 중 생물학적 안전을 지키기 위한 장치로 BSC Class II 13개소, BSC Class I 1개소이다. 진균동정검사 시행 14개소 미시행 2개소이고, 진균동정과정 중 생물학적 안전을 지키기 위한 장치로 BSC Class II 14개소,

BC Class I 2개소이다. 결핵균 검사가 16개소에서 시행되고, 결핵균 검사로서 염색검사(AFB stain) 16개소, 결핵균 배양 14개소, 동정검사 10개소, 약제 감수성 검사 1개소이다. 결핵균 검사과정 중 생물학적 안전을 지키기 위한 장치로 BSC Class II 15개소, BSC Class I 1개소이다. 결핵검사실의 음압에 대한 공기흐름 점검 10개소, 미점검 5개소이고 음압 확인 주기와 확인 주체는 매일 4개소, 매월 4개소, 분기별 1개소, 연간 1개소 등이며 매일확인인 각각 임상병리사, 매월확인인 감염관리실 실장 또는 시설관리팀, 분기별 및 연간은 각각 시설팀과 전문업체 등으로 나타난다.

분자유전검사실의 경우 pre-PCR, post-PCR 공기배기시스템에 대해 잘 모르겠음이 6개소와 5개소, 양압 또는 음압, 기타 각 각각 1개소로 나타난다. PCR 검사과정 중 pre-PCR, post-PCR 의공간 구분은 14개소 구분, 미구분 2개소이고, 검사 진행과정이 한 방향으로(Unidirectional flow) 진행이 13개소, 미진행이 3개소이다. 검사실 공기흐름 정기점검에 대해 미점검 14개소, 점검 2개소이고 음압확인 주기와 주체에 대해 매일 검사실담당자, 연 2회 기관 직원, 전문업체, 매월 시설팀에서로 나타난다.

[Table 26] Biosafety Level for Each Analytical Phase

| Facilities | collection | | pre analytical | | analytical | | |
|------------|------------|------|----------------|------|------------|------|------|
| | BSL1 | BSL2 | BSL1 | BSL2 | BSL1 | BSL2 | BSL3 |
| No | 15 | 1 | 12 | 3 | 6 | 7 | 1 |
| % | 93.7 | 6.3 | 75 | 18.7 | 37.5 | 43.7 | 6.3 |

[Table 27] Microbiology Lavatory Safety Control

| safety | vent system | | | specimen sorting | | total |
|--------|-------------|-----------|------|------------------|----------|-------|
| | unknown | pressured | etc. | open | enclosed | |
| No | 6 | 5 | 4 | 10 | 6 | 16 |
| % | 37.5 | 31.2 | 25 | 62.5 | 37.5 | 100 |

[Table 28] Identification Test and BSC for Microbiology

| ID | Bacteria | | | Fungus | | | Tubercle | | | total |
|----|----------|--------|-------|--------|--------|-------|----------|--------|-------|-------|
| | y | BSC II | BSC I | y | BSC II | BSC I | y | BSC II | BSC I | |
| No | 16 | 13 | 1 | 14 | 14 | 2 | 16 | 15 | 1 | 16 |
| % | 100 | 81.2 | 6.3 | 87.5 | 87.5 | 12.5 | 100 | 93.7 | 6.3 | 100 |

[Table 29] Tuberculosis test

| Test | Tuberculosis | | | | Yes |
|------|--------------|---------|----------------|-------------|-----|
| | AFB stain | Culture | Identification | Sensitivity | |
| No | 16 | 14 | 10 | 1 | 16 |
| % | 100 | 87.5 | 62.5 | 6.3 | 100 |

[Table 30] Tuberculosis test room checkup

| check | pressure checkout | | regular checkup | | | |
|--------|-------------------|------|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | yes | no | daily | monthly | quarter | yearly |
| No | 10 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| charge | 62.5 | 31.2 | technologist | cqi manager/ facility manager | facility manager/ specialist | facility manager/ specialist |

[Table 31] PCR room for Molecular laboratory

| Pressure | pre PCR | | | post PCR | | |
|----------|---------|-----------|------|----------|-----------|------|
| | none | pressured | etc. | none | pressured | etc. |
| No | 6 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| % | 37.5 | 6.3 | 6.3 | 31.2 | 6.3 | 6.3 |

[Table 32] PCR test workflow

| | parted | | unidirectional flow | |
|----|--------|------|---------------------|------|
| | yes | no | yes | no |
| No | 14 | 2 | 13 | 3 |
| % | 87.5 | 12.5 | 81.2 | 18.7 |

[Table 33] PCR room checkup

| Facilities | pressure checkout | | regular checkup | | | |
|------------|-------------------|----|-----------------|------------------|---------|------------|
| | yes | no | daily | monthly | quarter | yearly |
| No | 2 | 14 | technoogist | facility manager | | specialist |

6. Conclusion

병원 검사실의 신속하고 정확한 검사결과는 진료의 품질과 의료서비스에 영향을 미치므로 검사실의 안전과 효율을 위한 검사실 시설설비 기준에 대한 연구가 요구되고 있다. 이에 550병상 이상 중대규모의 종합병원 검사실을 대상으로 검사실 현황을 조사하여 병원 검사실의 시설 및 안전설비 현황을 파악하고 시설기준 설정의 기초자료로 활용한다.

1) 설문조사에 응답한 16개소 병원은 전라도와 제주도를 제외하고 전국에 소재한다. 법인과 국공립이 각각 87%, 13% 내외이고, 종합병원과 상급종합병원이 각각 62%, 38%이며 개원연도가 아닌 병원건물 연수로 보면 2019년 현재 약 28년 경과한 건물들이다. 병상수는 평균 774.4 병상이며, 572~999 병상으로 구성되어 일부 증개축이 이루어진 중대규모 병원들이다.

2) 검사실 종류에 대해서는 진단혈액, 임상화학, 진단면역, 임상미생물, 요검경, 수혈의학 및 분자진단을 16개소에서 모

두 실시하고 조직적합성, 세포유전, 유세포 검사는 일부에서 실시하여 검사실에서의 오염과 청결, 격리와 통제를 통해 감염과 안전을 고려해야 한다. 검체건수는 100병상당 1일 진단 혈액 706건, 임상화학 1,654건, 진단면역 157건, 수혈의학 74건, 임상미생물 106건, 요검경 42건으로 시행되며 인력구성은 의사 평균 3.7명이며, 과장, 기사장 및 임상병리사를 포함하여 평균 45.9인으로 100병상당 5.9인으로 나타난다. 검사실 검체건수와 인력수 관계는 종합병원 또는 상급종합병원의 전문특성을 반영하여 고려해야 한다.

3) 검사방법에서는 진단혈액에서 분자진단까지 80%이상 자동분석장비를 이용하고, 혈액과 화학과 면역영역에서는 완전자동화가 25%, 50%, 43%를 차지한다. 검체운송방법에서는 대부분 기송관 등 자동시스템과 인편을 중복사용하고 있으며, 검사실 공간 배치는 세미 오픈랩 또는 분산배치하는 것으로 나타난다. 검사실은 대부분 외래 및 병동과 동일건물로 본관 2~3층까지 고루 위치하며, 채혈실과 이격되는 있는 경우가 인접하는 경우 보다 2배 이상 높아 채혈실의 접근 편리성과 검사실의 안전성을 확보하고 있음을 알 수 있다.

4) 검사실 소요 면적구성 조사에서 검사실 645.3㎡, 사무공간 126.9㎡, 검사실 지원공간 40.0㎡, 직원 지원공간 39.1㎡로 합계 851.38㎡로 나타나며 평균 면적870.0㎡과 유사하다. 병원 병상수 증가에 따라 검체수와 직원수의 상관관계가 어느 정도 나타나며, 검사실 면적과는 상관이 낮으므로, 검사실 계획에서는 병상수와 병원 특성을 반영하는 검사실구성이 매우 중요한 기준으로 나타난다.

5) 검사실 작업공간 또는 분석장비 통로 1.1m 이상 확보를 검사실 80% 정도가 확보하고 있으며, 대부분 검사공간에서 비상 출입문까지 통로 시야 확보가 확보하고, 비상통로 2개소를 갖추고 있다. 다만 피난통로 폭 1.8m 이상이 30% 정도이고, 비상구 반경 2m 이내 물건 적재에 대해 절반이상으로 나타나서 피난통로 폭 확보를 위한 방안이 모색되어야 한다. 검사실 출입문은 검사실 절반 정도에서 1.2m 이상 폭을 확보하고 시건장치를 두어 출입통제를 유지하고, 대부분 전실을 두지 않고 있다. 배관 및 전기선 노출의 경우 12개소에서 액세스플로어 등을 이용하여 노출을 최소화하고 있다. BSL3등급 검사실에 대해 7개소에서 전실과 음압을 설치하고, 9개소에서는 설치하지 않고 있는 것으로 나타난다.

6) 검사실 평면 다이어그램은 정사각형보다는 직사각형 유형이 많이 나타나며, 임상화학, 혈액학, 면역학 등 전자동화장비를 중앙 오픈 공간에 두고 주변부에 임상미생물 등 특수 검사실, 사무실, 창고 등 사무공간, 검사실지원공간 등을 배치하는 세미 오픈랩 형식으로 나타난다.

검사실 공간구성 만족도와 필요성의 평균점수가 작은 항목은 시각적 연결, 출입안전, 공간분리, 오픈랩과 개별검사실로 구성, 검사종별 분리, 검사실 시야확보 등이고, 평균점수 차이

가 큰 항목은 직원영역분리, 지원공간 분리, 동선분리, 검체수 집공간과의 연결 등으로 개선요구가 높은 것으로 나타난다. 특히 평균점수가 가장 낮은 직원영역분리에 대해서는 공간 확보 방안이 모색되어야 한다.

7) 검사실과 지원실 안전설비로서 세면대 설치, 기계환기가 각각 14개소, 15개소이고, BSC 설치 16개소, BSL 적합 12개소, 음압유지 12개소로서 미생물, 결핵, 바이러스, 분자진단 등 특수검사실에 대한 안전설비가 적절하게 유지되고 있다. 다만 6회이상 환기횟수에 대한 인식과 PCR 실 청결유지를 위한 양압 등에 대한 인식이 낮게 나타난다.

8) 냉난방설비에서는 공기조화+개별냉난방 9개소, 공기조화5개소로서 14개소에서 공조설비를 사용하여 환기와 냉난방을 조절하고, 실험실 상판의 내성재질 14개소, 폐수배출을 위한 개수대 구별 11개소, 가연물질 저장캐비닛 설치 16개소, 화재에 대한 소화기설치 16개소, 스프링클러설치 13개소, 비상구 2개소, 전기공급 UPS 16개소, 안구세척기 16개소, 소음 보통정도, 조명 등 대부분 안전한 설비환경으로 나타난다.

9) 검사 진행과정에 대한 BSL 기준을 1등급과 2등급으로 인지하고 있으며, 결핵검사실 또는 미생물검사실에 음압 설치 12개소이며, 미생물검사실에서는 세균검사 16개소, BSC Class II 13개소, 진균검사 14개소, BSC Class II 14개소, 결핵검사 16개소, BSC Class II 15개소, 결핵검사실 음압 설치 11개소, 일상점검 및 정기정검 10개소 등이 유지되고 있다. 분자진단검사실에서는 pre-PCR, post-PCR 공간의 구분, 한 방향으로 검사진행 등에 대해 대부분 알고 있으나, 청정도 높은 공조의 유지와 양압관리에 대해서는 매우 미흡한 것으로 나타난다.

중대규모 종합병원 검사실 사례조사를 통해 진단혈액, 임상화학, 진단면역, 요검경 등 일반검사와 수혈의학, 임상미생물, 분자진단 등 특수검사를 대부분에서 시행하고 있으며, 검사방법에서 자동분석기를 80%이상 사용하고 임상화학과 진단면역에서는 43%이상 전자동화시스템을 이용하며, 수동검사도 사용하여, 자동분석기를 이용한 다양한 검사를 실시하고 있다. 검사실은 분산배치가 단일배치보다 조금 많으며, 지상 2층이상 배치하고 세미오픈랩 형식으로 공간구성된다. 병상수 증가에 따라 검체건수와 인력수와는 어느 정도 상관을 보이나 검사실 면적과는 그렇지 않다. 검사실 작업통로는 양호하나 피난통로 폭과 시야확보, 직원영역 분리확보가 요구된다. 또한 악세스로어 등 장비설치로 인한 노출을 최소화하도록 노력한다.

감염관리에 대해서 대부분 검사실에 기계환기, 공기조화냉난방을 설치하고, 세면대 및 폐수분리, BSC 설치, BSL 및 음압 검사실을 설치하고 있다. 안전관리에 대해서 UPS, 스프링클러, 안구세척기, 방폭캐비닛, 소음 등 화재 및 전기, 작업환경 안전을 확보하고 있다. 검사종별 감염 및 오염예방을 위해 결

핵검사실과 PCR 검사실의 설치와 관리에서 음압과 양압의 설치와 관리에 대한 확대가 요구된다.

중대규모 종합병원 진단검사의학과 검사실 계획에서 병상수, 검사종별, 직원수 등을 고려하여 검사실 규모를 산정하고 있으나 병원의 전문성과 자동화 등 병원의 진료특성도 함께 고려되어야 할 것으로 나타난다. 검사실의 품질 향상과 의료진의 안전관리를 확보하기 위해서, 이번 기초자료를 토대로 후속연구로서 소규모, 중규모, 대규모 병상 규모별 검사실에 대한 적정 규모 산정 프로그램을 개발하고, 공간 구성안을 제시하며, 검사실 인증의 안전과 감염을 위한 기계 및 전기설비 설치기준 등을 종합하여 진행하고 있다. 또한 검체 수 증가, 자동화, 작업 환경 등 변화하는 검사실 환경에 대응하기 위해서는 관련협회에서 검사실 조사대상을 확대하고 정기적인 현황조사를 실시하여 개발 프로그램을 개선하는 근거를 마련해 나가야 할 것이다.

Acknowledgements: My thanks go to the chairman and board member at Laboratory Medicine Foundation(LMF). This work was supported by National Research Education of Korea. 2017R1D1A1B03027815

References

Choi, Changdae, Kim, Youngaee, "A study on the Laboratory Function and Spatial Organization for Laboratory Medicine", Journal of KIHA, 2017, Vol.23 No.4 pp.37~44

Clinical and Laboratory Standards Institute, 1998, Laboratory Design: Approved Guideline(NCCLS document GP18-A), Vol.18 No.3, USA

Clinical and Laboratory Standards Institute, 2017, Laboratory Design: Approved Guideline QMS04-A2, USA

Department of Clinical Laboratory, The University of Tokyo Hospital, http://lab-tky.umin.jp/hospital_work/a_quality.html

Griffin, Brian, 2005, Laboratory Design Guide, 3rd edition, Routledge Press Book, NY.

Kim, Youngaee, 2016, "A Study on the Space Organization and Facility Equipment of Medical Laboratory", Journal of KIHA, 2016, Vol.22 No.3 pp.7~15

Mortland K. Karen, 1997a "Laboratory Design for Today's Technologies", Mes TechNet Presentation, May 1997

Mortland K. Karen, 2004b "Lab Design: An Architect's Perspective", Advance for Laboratory, PA USA, 2004 pp.49~51

NHS Estates, HBN 15 Facilities for Pathodology Services, April 2005

Laboratory Medicine Foundation of Korea, Working Lab General Checklist, 2019

Nolen, D.L John, 2014, "The Power of laboratory automation", Medical Laboratory Observer, Jan 2014

Shim, Moon-Jung, 2005, "A Study on Spatial and Physical Environment Satisfaction of Clinical Laboratory Scientists", Korean Journal of Clinical Laboratory Science 2005, Vol.37 No.2. pp.111-117

Siemens Healthineers. Whitepaper. The Diagnostic Lab: The Hidden Jewel in the Health System. 2017.

White, Lita 2018, 'Laboratory automation is no longer optional' Medical Laboratory Observer, July 2018

접수 : 2019년 10월 21일

1차 심사완료 : 2019년 11월 06일

게재확정일자 : 2020년 02월 20일

3인 익명 심사 필