

A Review of Renal Dialysis Unit Environment for Infection Prevention

- Focused on Evidence Based Design

감염 예방을 위한 인공신장실 의료 환경에 대한 고찰

- 근거 기반의 디자인 중심으로

Han, Su Ha* 한수하 | Yoon, Hyungjin** 윤형진

Abstract

Purpose: The increase in patients requiring hemodialysis has resulted in an increase dialysis-associated infections risk. but there are no Renal Dialysis unit design standard meet specified safety and quality standards. Therefore, appropriate Establish standards and legal regulation is important for the provision of initial certification and maintenance of facility, equipment, and human resource quality. **Methods:** Literature survey on the design guideline and standards of Renal Dialysis unit design in Korea, U.S, Germany, Singapore, Hongkong, Dubai. **Results:** There are no established standards for facilities in dialysis units in Korea. To prevent infections in dialysis patients, necessary establish standards. Considering the domestic and overseas Health-care facilities standards, the major factors to be considered in the medical environment for Renal Dialysis Unit are as follows. First, planning to separate Clean areas(treatment area) from contaminated areas(medical waste storage area). Second, ensure sufficient space and minimum separation distance. Although there may be differences depending on the circumstances of individual institutions, renal dialysis unit consider the space to prevent droplet transmission. Third, secure infrastructure of infection prevention such as sufficient amount of hand hygiene sinks. Hand washing facilities for staff within the Unit should be readily available. Hand hygiene sinks should be located to prevent water from splashing into the treatment area. Fourth, Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) system for Renal Dialysis Unit is all about providing a safer environment for patients and staff. **Implications:** The results of this paper can be the basic data for the design of the Renal Dialysis Units and relevant regulations.

Keywords Renal Dialysis Units, Infection Prevention, Healthcare Facility Design

주 제 어 투석실, 감염예방, 인공신장실 시설, 투석실 시설

1. Introduction

1.1 Background and Objective

중동호흡기증후군(Middle East respiratory syndrome, MERS) 유행을 겪고 난 후 감염관리 시설·인력·감시 등의

인프라 확충 등의 개선이 있었지만 시설 부분은 주로 입원실과 중환자실, 응급실 환경 개선에 초점이 맞추어져 있었다.

현재 의료법 시행규칙은 의원·병원·종합병원 등 의료기관의 종별에 따라 입원실·중환자실·수술실·응급실 등의 시설기준을 정하고 있지만 인공신장실에 대한 기준은 없는 실정이다.

신장기능의 감소가 진행하여 말기 신부전에 이르게 되면 더 이상 보존적인 치료만으로는 환자의 생명유지가 어렵게 되어 혈액투석, 복막투석, 또는 신장 이식의 신대체 요법이 필요하며(Lee & Oh, 2014), 인공신장실에서 투석(dialysis)을 받

* Member, Assistant Professor, Department of Nursing, Soon Chun Hyang University (Primary author: jasmin720@sch.ac.kr)

** Member, Assistant Professor, Department of Architecture, Dong Seoul University (Corresponding author : hjyoon@du.ac.kr)

게 된다. 보통 주 3회, 1회당 최소 4시간 이상 인공신장실에 머물러 유지 혈액투석치료(maintenance hemodialysis treatment)를 받아야 하는데(Lacson & Brunelli, 2011), 말기 신부전 환자의 경우 면역력의 감소로 감염에 이환되기 쉽기 때문에 인공신장실 내 감염예방과 전파 위험 차단은 매우 중요하다(Lee, 2015).

투석환자의 경우 MERS와 같은 호흡기 감염질환이 유행할 경우에도 유지 혈액투석치료가 시행되어야 하므로 자택격리가 사실상 불가능하다.

따라서 투석실내 감염자 발생 시 대량의 밀접접촉자가 발생할 수 있다(Lee, 2015).

대한신장학회 등록위원회의 자료에 따르면 2017년말 기준으로 혈액투석, 복막투석 혹은 신장이식 환자수가 총 9만 8,746명 (혈액투석 7만3,059, 복막투석 6,475, 신장이식 1만 9,212)으로 보고되었다. 인구 100만명 당 말기 신부전(end-stage renal disease) 환자수는 1,898명에 이르며 유병률이 매우 빠르게 증가하고 있어(ESRD Registry Committee, Korean Society of Nephrology, 2018) 말기 신부전 환자의 양적 증가에 의한 질적 관리의 어려움이 문제점으로 부각되고 있다(Jin, 2013).

감염예방을 위한 인공신장실 의료 환경을 점검하고, 시설 운영과 유지를 위한 평가기준을 마련하기 위해서는 인공신장실에서의 감염전파 사례를 주목해야 한다.

인공신장실에서의 감염은 혈액투석 과정에서 바늘천자, 수혈, 카테터 사용 등으로 감염성 질환의 노출 위험이 증가하기 때문에 주로 시술 또는 처치와 관련된 혈액매개감염의 위험성이 높지만(Eleftheriadis, 2011), 비말이나 공기매개감염의 전파 가능성을 배제할 수는 없다(Eleftheriadis, 2011 ; Karkar, 2014).

인공신장실에서의 보고된 호흡기 감염병 감염전파 사례는 국외의 경우 2012년 사우디아라비아의 MERS 전파(Assiri A; McGeer A. et al., 2013), 2013년 일본 투석시설에서 다제내성 결핵의 유행으로 의심되는 사례보고가 있었고(Kobayashi, 2013), 국내의 경우 2015년 대학병원 인공신장실에서 MERS 감염으로 확진된 사례가 있었으나 유행발생은 없었다(Lee, 2015).

2015년 5월 20일 우리나라에서 MERS 첫 환자가 발생한 이후 6월 초까지는 투석 환자 중 MERS 확진자가 없었고, 정기적인 투석을 필요로 하는 환자들의 편의를 고려하여 일부 병원만 폐쇄하고, 인공신장실은 정상적으로 운영하였다.

그러나 6월 11일 A병원에서 진료한 환자가 MERS 감염으로 판정되면서 병원 폐쇄 조치가 이루어졌고, 이 곳에서 혈액투석을 받고 있던 환자 22명이 인근 병원으로 전원되었다.

6월 18일에는 B병원에서 투석 환자가 MERS 감염으로 확진되어 국가지정격리병상으로 이송되었고, 함께 투석치료를

받던 환자 92명 중 72명을 입원 격리조치하고, 이 중 55명이 1인 격리투석을 받게 되었다. 6월 24일 C의료원에서는 MERS 환자를 이송하던 도중 동행한 의료진이 감염되었는데, 이로 인해 인공신장실 의료진 및 혈액투석 환자도 MERS에 노출되어 투석환자 25명이 밀접접촉자로 입원 격리가 시행되었다. 다행히 선제적인 격리 치료와 더불어 의료인력 및 혈액투석기, 이동식 정수장치인 portable RO(reverse osmosis) 등의 지원과 의료진의 헌신적인 노력으로 인공신장실에서의 MERS전파는 발생하지 않았다(Lee, 2015).

하지만 이러한 경험은 인공신장실 내 감염 예방과 전파 위험 차단을 위한 대비가 필요하다는 교훈을 준다. 본 연구에서는 감염예방을 위한 인공신장실의 의료환경 조성 시 고려해야 할 시설 기준의 기초자료를 제시하고자 한다.

1.2 Methods of Research

본 연구의 방법은 문헌조사를 통하여 이루어졌다. 검색은 국내 데이터베이스인 학술연구정보서비스(KERIS), KoreaMed 및 과학기술정보통합서비스(NDSL)와 국외 데이터베이스인 Ovid-medline, Embase, Cochrane library를 통해 시행하였다.

국내 데이터 베이스를 이용한 검색은 '인공신장실 시설' 또는 '투석실 시설' 을 주요 검색어로, 주제어, 논문명 등에 해당하는 문헌을 검색하였으며, '의료기관 시설기준' 으로 추가 검색하였다. 국외 데이터 베이스를 이용한 검색은 Mesh term인 'Renal Dialysis Units', 'Hospital Hemodialysis Units', 'Hospital Design and Construction', 'Ambulatory Care Facilities' 'Accreditation' 를 키워드로 검색하였다.

2. 감염예방과 관련된 국내·외 인공신장실 시설기준

2.1 국외 시설기준

국외의 경우 법률적인 규정을 통해 인공신장실 시설 기준을 구비하고 있거나 인증제도를 통한 질 관리를 수행하고 있다.

이중 감염예방에 관한 시설기준이 제시된 내용을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

미국의 경우 투석기관으로 승인을 받기 위해서는 미국 연방법 42 Code of Federal Regulations(CFR) § 494에 규정된 항목을 충족해야 한다. 특히 Subpart B의 환자안전(Patient Safety)영역의 § 494.30에서는 인공신장실이 인접한 병원 또는 기타 공공장소 내에서 감염원의 전파를 최소화할 수 있는 환경을 제공하고 모니터링하도록 명시하고 있으며, 감염관리에 대한 내용 중에는 투석용수 관리, 격리병실 설치 등에 관한 내용을 포함하고 있다(Government of U.S., 2016).

독일의 경우 환자의 적절한 투석과 의료서비스에 대한 모니터링을 규정하고 정기적인 검사를 통해 투석의 적절성을 평가하고, 그 결과에 따라 보험지급 제한을 규정한다. 감염예방을 위한 투석 공간에 대한 요구사항(Space requirements for infection prevention)에서는 감염질환이 있는 환자와의 분리, 환경표면은 소독제로 닦을 수 있는 방수재질을 선택하도록 하고 있고, MRSA, VRE, 다제내성그람음성균과 같은 경우 추가적인 격리방법을 적용하도록 명시하고 있다. 이외에도 의료장비를 보관하기 위한 청결공간을 마련하고, 직원의 손위생 전용 세면대는 손을 사용하지 않고 물을 사용할 수 있는 수전을 구비하도록 하였다.

싱가포르의 경우 인공신장실을 개소하려면 최소 30일 전에 승인 요청서를 제출해야 한다. 인증을 위한 가이드라인에는 인공신장실이 속한 건물, 수질에 대한 기준, 장비 및 감염관리 기준 등이 제시되어 있다. 시설과 관련된 기준은 각각의 투석 스테이션(dialysis station)의 면적을 적어도 투석의자(dialysis chairs)와 투석기(dialysis machine), 작업자 2인을 수용할 수 있을 정도로 최소 5.8 m²(square meter)로 명시하고 있다. (Ministry of health singapore, 2004)

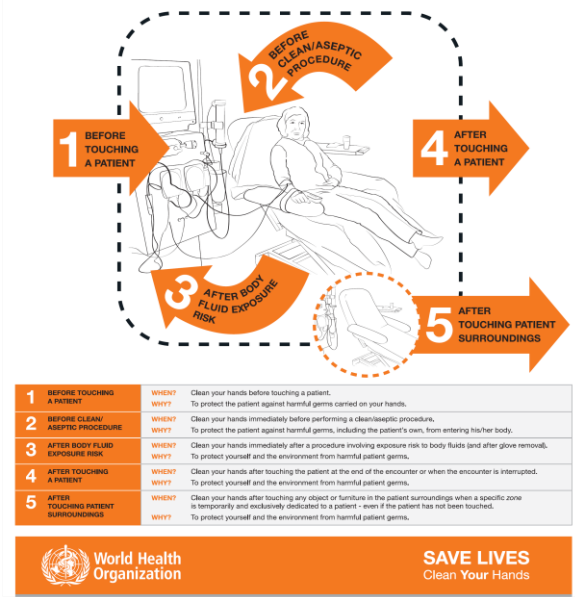
홍콩의 경우 인공신장실 인증기준에 환자의 치료결과에 영향을 미치는 요소들을 "recommended" (R)와 "desirable" (D)로 분류하여 제시하고 있다. 설계, 인력, 장비 및 수질관리 시스템, 투석기 및 관련 장비의 재사용 기준에 대해 명시하고 있는데, 혈액투석을 받는 환자에게 안전하고 쾌적한 치료환경(safe and comfortable environment)을 제공하도록 명시되어 있으나 정량화된 시설기준은 명시되지 않았다(Hong Kong College of Physicians & Central Renal Committee, 2002).

두바이의 경우 Standards for Renal Dialysis Services 에 투석센터의 설계와 시공시 최신 FGI 지침의 최소 시설요건을 준수하도록 하고 있다. 개별 면적에 대한 기준은 투석의자는 최소 80 Ft²(square feet), 즉, 7.4 m², 투석 의자 사이의 간격은 최소 4 feet의 공간을 제공하도록 요구하고 있다. 또한 투석을 위한 환자 치료 구역으로 들어가기 전에 손위생을 할 수 있도록 하고, 약물 준비 공간(Medication safety zone)은 개별 투석 의자나 침대로부터 적어도 6 feet (1.8m) 이상 떨어져 있도록 명시하고 있다. (Government of DUBAI, 2016)

세계보건기구(World Health Organization)에서 권장하고 있는 인공신장실에서 손위생이 필요한 5가지 순간 포스터 그림[Figure 1]을 참고하면 처치하기에 충분한 공간이 필요할 뿐 아니라 투석의자와 투석기가 있는 환자 치료 구역은 손위생 세면대와 같이 물이 튀어 오염될 수 있는 설비와 구분되어 설계될 필요가 있다(FGI, 2018).

Your 5 Moments for Hand Hygiene

Haemodialysis in ambulatory care



[Figure 1] 인공신장실에서 손위생이 필요한 5가지 순간 (WHO)

2.2 국내 시설기준

현재 법적인 인공신장실의 시설 기준이 제시되어 있지 않고, 건강보험심사평가원 주관의 혈액투석 적정성 평가와 대한신장학회 투석위원회 주관의 인공신장실 인증제에서 평가를 시행하고 있다.

평가항목의 대부분은 주로 투석관련 질 관리에 초점이 맞추어져 있으며, 인공신장실의 설치를 위한 시설기준의 내용은 냉난방시설, 환기장치 정도이다.

혈액투석 적정성평가는 구조, 과정, 결과영역으로 구성된 총 13개의 지표로 평가를 시행하고 있으며(Table 1), 이중 구조지표에서 다루고 있는 시설영역에서는 "수질검사 실시주기 충족여부"에 관한 평가만을 시행한다(건강보험심사평가원, 2017).

인공신장실 인증제는 구조, 과정, 윤리성 및 회원의 의무, 의무기록 및 보고로 구성된 총 16개의 지표로 평가를 시행하고 있으며(Table 2), 이중 구조지표의 시설/장비영역에서 냉난방시설, 환기장치에 관한 인공신장실 환경을 평가한다.

최근 발표된 의료기관평가 인증원 주관의 3주기 급성기 인증기준(2018.7)에서는 「기준 8.1 감염예방 및 관리를 위한 운영체계」 부서별 감염관리 규정에서 인공신장실이 대상으로 포함되어 환자관리, 환경관리, 기구 및 물품관리 등의 내용의 규정을 구비하도록 하고 있다.

시설관련 내용은 「기준 8.6 환자치료영역의 청소 및 소독 수행, 환경관리」에서 환자치료영역의 물관리, 공기관리, 병원 건물의 건축, 보수 및 철거 시 감염 위험도 사전 평가 및 예방 관리, 「기준 8.8 감염성질환자 및 면역저하 환자에게 적절한 격리절차 제공」에서 감염전파경로에 따른 격리절차와 음압격리시설 설치 및 관리에 관한 내용을 다루고 있는 정도이다.

[Table 1] 2018년도 제6차 혈액투석 적정성평가 지표

구분	영역	평가지표명
구조 (7)	인력	혈액투석을 전문으로 하는 의사 비율
		의사 1인당 1일 평균 투석건수
		2년 이상 혈액투석경력을 가진 간호사 비율
	간호사 1인당 평균 투석건수	
장비	B형 간염 환자용 격리 혈액 투석기 최소 보유대수 충족여부	
	혈액투석실 응급장비 보유여부	
시설	수질검사 실시주기 충족여부	
과정 (3)	혈액투석 적절도	혈액투석 적절도 검사 실시주기 충족률
	혈관관리	동정맥루 협착증 모니터링 충족률
	정기검사	정기검사 실시주기 충족률
결과 (3)	혈액투석 적절도	혈액투석 적절도 충족률
	무기질 관리	칼슘 X 인 충족률
	빈혈관리 (모니터링)	Hb 10g/dL 미만인 환자 비율

[Table 2] 대한신장학회 인공신장실 인증평가 기준

구분	영역	평가지표명
1. 구조 (7)	1) 인력 (2)	지표1. 혈액투석을 전문으로 하는 의사가 적정수의 환자를 치료하고 있는가? (1) 투석전문의 비율 (2) 의사 1인당 1일 평균 투석 횟수
		지표2. 경력 있는 인공신장실 간호사가 적정수의 환자를 치료하고 있는가? (1) 2년 이상 혈액투석 경력을 가진 간호사비율 (2) 간호사 1인당 1일 평균 투석 횟수
	2) 시설/ 장비 (4)	지표3. 환자에게 안전하고 쾌적한 인공신장실 환경을 갖추고 있는가? (1) 냉난방시설 (2) 환기장치 (3) 감염성폐기물 별도배출
		지표4. 인공신장실이 속한 건축물이 화재 및 소방에 관한 규정을 통과하였는가? (1) 소방안전검사 (2) 비상탈출구 개방 (3) 대피경로안내표지판

구분	영역	평가지표명
	2) 시설/ 장비 (4)	지표5. HBs 항원 양성 환자를 격리하여 치료하고 있는가?
		지표6. 인공신장실에 다음과 같은 응급장비를 보유하고 있는가? (1) 산소 및 산소공급장치 (2) 흡인기 (3) 기도유지기 (4) 심전도 감시장치 (5) 심실제세동기 (심전도 감시장치에 부착된 장비 포함)
	3) 수질검사 (1)	지표 7. 투석액에 대하여 미생물, 내독소 및 미세물질 수질검사를 실시하는가? * 검사항목별 실시기준 - 미생물 검사: 매월 1회 - 내독소 검사: 3개월 1회 - 미세물질 검사: 연 1회
		지표8. 혈액투석 적절도 검사를 정기적으로 실시하고 있는가?
2. 과정 (2)	1) 투석 적절도	지표9. 환자들에게 정기적인 검사를 시행하고 있는가?
	2) 정기 검사	지표10. 적절한 절차의 사회봉사를 제외하고, 진료 행위에 대하여 정해진 기준에 미달하는 진료비를 받고 있는가?
3. 윤리성 및 회원의 의무 (4)	1) 진료비	지표11. 환자유치를 위해 허가 받지 않은 정기적인 차량 편의 제공, 선물과 경품 제공, 진료와 직접적인 관계가 없는 편의 제공 등 불공정한 행위를 하고 있는가?
	2) 교통제공	지표12. 환자유치를 위해 유관 기관이나 사람에게 금품 등을 제공하거나, 환자를 다른 기관에 소개해 준 대가로 금품을 받았는가?
	3) 환자유치	지표13. 객관성이 결여된 과장된 내용 및 허위 사실을 광고하였는가?
	4) 광고	지표14. 매년 시행되는 대한신장학회의 말기 신부전 환자 등록사업에 참여하였는가?
4. 의무 기록 및 보고 (3)	1) 등록사업	지표15. 혈액투석 환자에 대하여 의무기록을 작성하였는가?
	2) 의무기록	지표16. 사망 및 전원 환자에 대해 보고서를 작성하였는가?
	3) 환자보고	

3. 감염전파 경로별 인공신장실 시설기준 권고

3.1 일반적인 사항

모든 환자에게 표준주의를 적용하며, 감염성 질환이 확인되거나 의심되면 전파경로에 따라 접촉주의, 비말주의, 공기주의 격리를 추가 적용한다. 표준주의는 잠재적으로 감염성이 있다고 의심되는 모든 환자의 혈액, 체액(땀 제외), 분비물, 배설물, 점막, 손상된 피부를 다룰 때 적용하는 방법이다.

감염성 질환이 확인된 환자는 인공신장실 의료진과 감염관리실이 협의하여 격리 기간 동안 혈액투석 시행을 연기할 수 있을 지 판단하여 투석을 받는 다른 환자와 접촉하지 않도록

한다. 하지만, 부득이하게 격리 기간 동안에도 투석이 필요한 경우 감염성 질환의 유형에 따라 접촉, 비말, 공기주의를 시행한다(대한신장학회, 2017).

3.2 인공신장실에서의 접촉전파 (Contact Transmission)

1) 접촉주의(Contact Precaution)

접촉주의는 직접 또는 간접적인 접촉에 의해 다른 환자나 환경에 미생물이 전파되는 것을 예방하기 위하여 적용하는 방법이다. 주요 대상 감염원은 다제내성균(VRSA, VRE, MRSA, MRAB, MRPA, CRE 등), 클로스트리디움 디피실(*Clostridium difficile*), A형 간염 바이러스(Hepatitis A Virus), 파라인플루엔자 바이러스(Parainfluenza virus), 높은 전염력을 지닌 또는 피부를 통해 전염될 수 있는 피부감염으로는 피부 디프테리아(Diphtheria cutaneous), 음(Scabies), 바이러스성 출혈성 감염(Viral hemorrhagic infections)인 에볼라(Ebola), 라싸열(Lassa fever), 마버그 병(Marburg disease) 등이 있다.

주요 전파경로는 접촉으로 직접적인 방법과 간접적인 방법에 의해 미생물이 전파된다. 직접 접촉전파는 미생물이 분리되는 환자와 직접 접촉 시 전파되는 경우로서 신체검진, 진료나 처치, 환자의 체위 변경, 신체 검진과 같은 접촉과정에서 미생물이 전파되는 경우이고 간접 접촉전파는 오염된 의리기구나 장비, 환경표면 등을 매개로 미생물을 전파시킨다.

환자나 그 주변 환경과 직접 또는 간접적인 접촉으로 병원균이 전파되는 경우에는 표준주의와 함께 접촉주의를 추가로 적용한다.

2) 접촉전파 사례

인공신장실에서 투석을 받는 환자가 접촉주의 대상인 것을 인지하고 격리 등의 접촉주의가 이루어지면 전파 가능성을 감소시킬 수 있겠지만, 조기발견이 되지 않는 경우 유행발생을 초래할 수 있다.

투석관련 유행발생(Dialysis-Related Outbreaks)사례 중 *Clostridium difficile* 유행사례를 보면 2012년 10월~2013년 3월까지 외래에서 혈액투석을 받은 37명의 환자 중 6명이 *Clostridium difficile* 감염 (*Clostridium difficile* infection, CDI)이 발생하였고, 이 중 3명은 발병 전 12주 내내 외래에서 투석을 받은 환자였다 (See, Isaac et al., 2015). 시설관련한 문제로 인한 것은 아니었지만 이와 같이 유행발생이 인지된 상황에서는 인공신장실 폐쇄를 고려해보거나, 부득이한 경우 계속 진료를 해야 하는 상황이 될 수도 있으므로 이에 대한 시설 대비가 필요하다.

Clostridium difficile 과 같은 아포를 형성하는 세균에 오염되었을 경우 물과 비누로 손을 씻어야 제거할 수 있다. 손위

생 세면대를 설치할 수 없는 장소에서 물없이 사용하는 알콜성분의 겔(gel)타입의 손소독제만으로는 미생물이 제거되지 않기 때문에 손위생을 위한 세면대가 필요하다. 또한 환경소독시 10배 희석의 염소계열의 소독제 사용을 권고하고 있으므로 금속 제품의 부식과 가구의 변색을 고려한 소독제를 적용할 수 있는 마감재료가 사용되어야 하고, 호흡기와 피부에 자극이 있으므로 안전을 위한 환기시설도 고려해야 한다(질병관리본부, 2017).

3) 접촉전파 예방을 위한 시설 권고

접촉주의가 필요한 경우 혈액투석 침상배치는 1인실 격리 투석, 구획 코호트 격리 투석 또는 그 날의 맨 마지막 순서에 배치한다(대한신장학회, 2017). 1인실의 여유가 없어 격리 투석이 어려운 경우, 동일한 병원균에 감염되었거나 보균 중인 환자들끼리 한 구획에서 투석하는 것을 고려한다. 구획 코호트 격리투석도 어려운 경우, 환자 병상 간 이격거리는 1m 이상 유지하고, 접촉의 기회를 줄이기 위해 가급적이면 물리적 차단막을 설치하는 것을 고려해볼 수 있다(질병관리본부 2017).

투석환자가 투석치료를 받는 개별 공간을 투석 스테이션(dialysis station)이라고 하며, 이 공간에는 투석의자 또는 침대, 투석기계 및 필요한 경우 응급장비를 수용할 수 있는 충분한 면적이 필요하다(Table 3).

[Table 3] 국내외 개별 투석스테이션 최소 면적 비교

구분	국내연구		해외 시설 가이드라인		
	A	B	미국	호주	싱가포르
최소 개별 투석스테이션 면적	6~7m ²	8m ²	8.35m ² (침대의자 사용의 경우 7.44m ²)	12m ²	5.8m ²

국내 연구

A) 연세대학교 의료법윤리학 연구원, 의료기관 시설기준 개선방안 연구, 2013, P61

B) 한림대학교, 인공신장실 설치기준 마련을 위한 조사 연구, 2011, p88 해외시설 가이드라인

미국: Facility Guideline institute, Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities, 2010, p337

호주: Australasian Health Infrastructure Alliance, AustralasianHealth Facility Guidelines, Part B – Health Facility Briefing and Planning, 0620 – Renal Dialysis Unit, Revision 6.0, 24 May 2016, p22

싱가포르: GUIDELINES FOR PRIVATE HEALTHCARE INSTITUTIONS PROVIDING RENAL DIALYSIS: -REGULATION 4 OF THE PRIVATE HOSPITALS AND MEDICAL CLINICS REGULATIONS [CAP 248, Rg 1]

또한 접촉주의가 필요한 환자를 직접 접촉하거나 환자 주변의 환경을 접촉해야 할 때에는 손위생 수행 후 장갑과 가운을 착용해야 하므로 접촉주의시 필요한 개인보호구(personal

protective equipment ,PPE)를 보관하고, 사용한 개인보호구를 폐기할 폐기물 박스가 배치될 공간도 고려해야 한다.

3.3 인공신장실에서의 비말전파 (Droplet Transmission)

1) 비말주의(Droplet Precaution)

비말주의는 재채기, 기침, 대화를 하면서 호흡기 비말을 전파할 우려가 있는 환자에게 적용하는 방법이다. 주요 대상 질환은 수막염, 폐렴, 패혈증을 포함한 침습적인 수막알균(*Neisseria meningitidis*) 질환, 인후 디프테리아(diphtheria), 마이코플라스마 폐렴(*Mycoplasma pneumonia*), 백일해(pertussis) 등 세균성 호흡기계 감염, 인플루엔자(Influenza), 유행성 이하선염(mumps), 풍진(rubella), 아데노바이러스(Adenovirus)등 바이러스성 감염 등이 있다. 주요 전파경로는 기침, 재채기, 대화 중 5 μ m를 초과하는 호흡기 비말을 통해 미생물이 전파되는 것으로 알려져 있다.

비말주의가 필요한 경우 혈액투석 침상배치는 1인실 격리 투석, 구획 코호트 격리 투석 또는 그 날의 맨 마지막 순서에 배치한다(대한신장학회, 2017). 1인실의 여유가 없어 격리 투석이 어려운 경우, 동일한 병원균에 감염되었거나 보균 중인 환자들끼리 한 구획에서 투석하는 것을 고려한다. 구획 코호트 격리투석도 어려운 경우, 투석병상 간 이격거리는 1m 이상 유지하고, 접촉의 기회를 줄이기 위해 가급적이면 물리적 차단막을 설치하는 것을 고려해볼 수 있다(질병관리본부 2017).

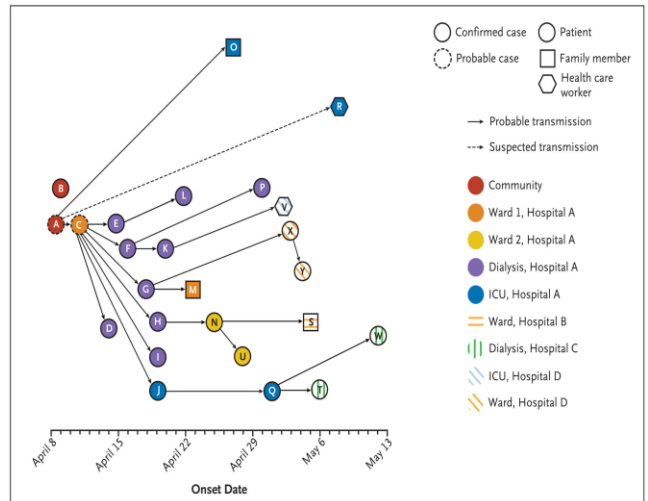
2) 비말전파 사례

혈액투석 치료를 받고 있는 말기 신부전 환자는 주 2~3회 유지 투석치료를 받아야 하기 때문에 자가 격리에 제약이 따르고, 면역력이 저하된 투석 환자들은 밀접한 공간에서 투석을 시행해야 하므로 감염병 확산이 용이하다.

일단 감염병 전파가 된 경우 중재가 어려우므로 발생을 막기 위해 인플루엔자와 같이 백신으로 예방가능한 질환의 경우 접종을 하도록 권고하고 있지만(Marcelli,2009) 예방접종 후 획득된 면역의 시간 경과에 따른 저하, 감염병 유행역학의 변화 등의 변수가 있다.

인공신장실에서의 보고된 비말전파 사례 중 사우디아라비아의 MERS 전파 사례를 보면 2012년 4월 14일부터 4월 30일까지 병원 A에서 혈액 투석을 받는 9명의 추가 환자에서 MERS-CoV 감염이 확인되었다 (Figure 2). 전파경로를 보면 감염이 확인된 환자들 중 6명 (환자 D, E, F, G, H 및 I)은 4월 11일 또는 4월 13일에 혈액 투석을 받는 시간과 중복되는 시간에 혈액 투석을 받았고, 그들 중 세 명이 환자 C의 침대 옆 침대에서 투석을 받은 것으로 확인되었다. 2명의 환자 (환자 K와 P)는 증상이 시작된 후 환자 F

가 혈액 투석을 받는 시간과 중복되는 시간에 혈액 투석을 받았고 한 환자 (환자 L)는 증상이 있는 환자 E에 인접한 침대에서 혈액 투석을 받았다. 4월 15일과 4월 30일 사이에 혈액 투석을 받는 환자 중 8 건의 추가 사례가 발생했다. 투석 간호사 또는 투석기와 환자 간에는 연관성이 없었다(Assiri A; McGeer A. et al., 2013). 이와 같은 사례로 볼 때 일반적인 감염예방 행위 준수도 중요하지만, 밀접한 공간에서 투석을 받을 경우 감염이 용이한 것을 염두에 두고 감염예방을 위한 물리적 공간의 설계를 하는 것이 필요하다.



[Figure 2] Transmission Map of Outbreak of MERS-CoV Infection

3) 비말전파 예방을 위한 시설 권고

질병관리본부 메르스 대응 지침에서는 의심환자와 같은 공간에서 동일 시간(1시간 이내)에 투석을 받은 경우, 의심환자와 2m 이내의 근거리에서 직접 또는 간접적인 접촉을 한 경우를 밀접접촉자로 보고 있다(질병관리본부, 2017).

의료법 시행규칙 제34조 의료기관의 시설규격(개정 2017.2.3)에서는 2018년 12월 31일까지 기존 병실의 병상간 이격거리를 1m 이상, 시행령 이후 신축, 증축으로 신설되는 병실은 1.5m 이상으로 하도록 규정하고 있으며, 신생아의 경우 침상간의 거리를 법령으로 규정하고 있지는 않으나 질병관리본부 표준예방지침에서는 직접 접촉하는 기회를 최소화할 수 있도록 충분히 넓게 침상 간의 간격을 확보하도록 권고하고 있지만 인공신장실의 경우 법적인 제제는 현재 없는 실정이다.

국내외 시설기준 중 투석병상의 이격거리에 대해 언급한 것과 비말전파를 고려해보았을 때 투석병상의 이격거리는 최소 1m이상을 유지해야할 것으로 판단된다(Table 4).

[Table 4] 국내외 투석병상의 최소 이격거리 비교

구분	국내연구	해외 시설 가이드라인			
	A	미국	영국	독일	대만
투석병상간 최소 이격거리	1.0m	약1.2m (4ft)	0.9m	1.3m	1.2m

국내 연구 A : 연세대학교 의료법윤리학 연구원, 의료기관 시설기준 개선방안 연구, 2013, P61

미국 : Facility Guideline institute, Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities, 2010, p337

영국 : Department of Health, Health Building Note 07-01:Satellite dialysis unit, 2013, p9

독일 : German Dialysis Standard 2006, Journal of Clinical Nephrology XXXV, 2006, pp125-131, 151-156

대만 : 대만 행정원 위생청 예고 수정[의료기구설립표준] 별지 6, 2006

미국 감염관리협회(APIC: Association for Professional in Infection Control and. Epidemiology)가이드라인에서도 투석병상을 직접 언급하지는 않았지만 투석환자의 호흡기 감염예방을 위해 티슈(tissue)를 사용할 수 없거나, 혹은 마스크를 착용할 수 없는 경우 적어도 6 feet 이상 거리를 두는 것을 권고하고 있다(APIC, 2010).

입원이나 외래에 내원하는 환자의 경우 호흡기 증상 환자를 차단하기 위해 격리병실 혹은 물리적인 차단벽과 같은 감염예방 조치를 취하게 되지만 사용할 격리병실 수가 충분히 확보되지 않을 경우를 고려해야한다. 또한 호흡기 증상이 있는 환자가 마스크를 착용하지 않았거나, 마스크를 착용하였다도 올바르게 착용하지 않은 경우, 기침시 티슈(tissue)를 사용하여 코와 입을 가리지 않은 경우 등과 같은 잠재적인 위험 상황을 고려하여 시설적인 대비가 필요하다.

3.4 인공신장실에서의 공기매개전파 (Airborne Transmission)

1) 공기주의(Airborne Precaution)

공기주의는 5 μm 이하인 작은 입자의 공기매개 전파를 예방하기 위하여 적용하는 방법이다. 주요 대상 질환은 활동성 폐결핵(active pulmonary tuberculosis), 수두, 홍역, 파종성 대상포진 등이 있다. 주요 전파경로는 공기전파를 유발하는 미생물들이 작은 입자(5μm 이하)로 공기 중에 먼지와 함께 떠다니다가 인체에 흡입됨으로써 발생한다.

공기주의가 필요한 환자가 혈액투석이 필요한 경우 가능한 인공신장실로 입실시키지 않는 것을 원칙으로 한다. 하지만 부득이하게 혈액투석을 시행해야 하는 경우 음압격리실 또는 1인실에서 투석을 시행하도록 하고 있다. (대한신장학회, 2017).

2) 공기매개전파 사례

공기주의가 필요한 환자가 혈액투석이 필요한 경우 입실시키지 않기 때문에 인공신장실에서 발생한 공기매개 감염질환의 유행은 흔치 않다. 하지만 일본 투석시설에서 다제내성결핵의 유행으로 의심되는 사례보고가 있었고(Kobayashi, 2013), 유행발생은 아니지만 혈액투석을 받는 환자 중 결핵이 동반된 사례가 보고된 바 있어 주의가 필요하다(Rao,2013).

호흡기 감염병중 전파경로가 비말전파라도 병원의 경우 기관지 삽관, 기관지 내시경, 네불라이저(Nebulizer) 등 의료시술을 할 때 에어로졸(aerosol)이 생성될 수 있는 시술이나 환경에 노출될 경우 공기전파가 될 수 있으므로 주의해야 한다.

3) 공기매개전파 예방을 위한 시설 권고

투석이 필요한 공기주의 환자의 경우 가능한 인공신장실로 입실시키지 않는 것을 원칙으로 하고 있지만 부득이하게 인공신장실내에서 투석을 시행해야 하는 경우를 고려하여 음압격리실 구비가 고려된다. 질병관리본부의 메르스 대응 지침에서도 의심환자의 투석을 시행해야 하는 경우 이동식 투석기기를 사용하여 단독 음압병실 내에서 시행하도록 하고 있다(질병관리본부, 2017).

하지만 투석 중에 의심환자를 발견했지만 격리치료가 가능하지 않은 경우 환자에게 마스크를 착용하게 하고 별도의 공간에 머무르게 한 후에 혈액투석이 가능한 국가지정 입원치료 병상 또는 음압병상이 있는 거점병원으로 이송해야 한다(질병관리본부, 2017).

홍역이나 수두처럼 각 감염병마다 바이러스가 동일한 경우 코호트 격리를 할 수 있으나, 활동성 폐결핵은 균주의 특성과 전염력이 다를 수 있어 병실을 공유하지 않는다. 환자가 사용했던 병실은 충분한 시간을 환기시켜야 하므로(질병관리본부, 2017), 인공신장실 신축 시 이에 대한 점을 고려하는 것이 필요하다.

4. Conclusion

MERS 사태 후속 대책으로 국내 감염병 관리체계 전반에 잠재되어 있던 여러 문제점들에 대한 정부의 다각적인 개선 노력이 있었다. 2015년 9월 국가 감염병 체계 개편안에서 발표한 응급실 개편, 격리병상 확충 등의 내용을 포함한 발표를 시작으로 2017년 2월 의료법 시행규칙 개정 시 종합병원의 음압격리병실 확보, 입원실·중환자실 병상 간 이격거리 확대, 2018년 6월에는 「제2차 감염병 예방관리 기본계획」을 발표하고, 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률도 일부 개정하였다(질병관리본부, 2018).

「제2차 감염병 예방관리 기본계획」 중 의료기관의 시설 및 구조 개선에 관한 세부 과제에는 감염발생 위험이 높은 인공신장실, 수술실 등의 법적 기준을 마련하는 계획과 병실 구조.

배치, 공조시설, 감염원 확산방지 설계 등의 내용으로 「의료기관 건축설계 가이드라인」 개발 계획이 포함되어 있다(질병관리본부, 2018). 하지만 감염예방을 위한 시설기준을 마련하기까지는 상당시간이 소요될 것으로 예상되고, 감염관리 시설 확충을 위한 자원 확보 또한 쉽지 않을 것이다(Eom, 2018).

인공신장실의 경우 감염유행사례가 많지 않고, 법적인 제도 없는 상황이기 때문에 현재로서는 의료기관 시설측면의 감염관리 권고안과 의료기관 인증평가 준비를 하면서 의료기관별 자발적인 개선을 할 수 밖에 없는 상황이다.

인공신장실에 감염원을 보유한 환자가 입실하지 못하도록 스크리닝하는 시스템 구축이 가장 중요하지만, 증상을 조기 인지하지 못하고 투석 중에 알게 된 사례가 발생할 수 있으므로 새로 신축하거나 개축을 준비하고 있는 의료기관의 경우 감염예방을 위한 요소를 고려하는 것이 좋다.

상시 비말감염 전파를 예방할 수 있는 투석 병상간 이격거리를 확보하고, 접촉감염 전파 예방을 위한 충분한 손위생 설비, 오염과 청결구역의 구분 등이 중요하게 고려되어야 할 부분이다. 전파경로가 불분명한 신종 호흡기 감염병 등 공기매개 감염 전파 예방을 위해서는 음압격리병실 구비가 도움이 되겠지만 모든 의료기관의 인공신장실이 음압격리병실을 구비하는 것은 신중한 판단이 필요하다.

혈액투석 적정성 평가 결과에 따르면 혈액투석기를 보유한 전체 수검대상 기관 799개소 중 상급종합병원과 종합병원을 제외한 병·의원은 67.6%(병원 22.4%, 의원 45.2%)를 차지한다(건강보험심사평가원, 2017).

인공신장실에 적어도 한 개 이상의 음압격리병상이 구비되고, 비상시 차선책으로 이동식 음압기를 설치할 수 있도록 공조시스템이 구비된 별도의 격리공간이 마련될 수 있다면 감염전파의 위험을 감소시키는 데 도움이 될 수 있을 것이다. 하지만, 격리병상을 이용하는 사례가 많지 않을 경우 운영의 어려움이 예상된다.

따라서, 병·의원급 인공신장실의 경우 전파 가능한 호흡기 감염질환이 발생했을 때 혈액투석이 가능한 국가지정 입원치료 병상 또는 음압병상이 있는 거점병원으로 이송을 하는 것이 현실적인 방안으로 판단된다.

추후 개선되어야 할 점은 의료시설의 급·배기시설에 관한 부분이다. 인공신장실이 복합상가 건물 내에 위치하는 경우 신종호흡기 감염병 환자 발생시 병원에 내원한 환자 뿐만 아니라 상가 내의 일반인까지도 감염원에 노출될 우려가 있다. 이미 건축이 완료된 복합상가 건물에 병원이 들어서는 경우 병원환경에 맞는 공조시스템을 갖추기가 어렵기 때문에 건축허가단계부터 이와 같은 사항이 고려되어야 할 것으로 판단된다.

기존에 운영 중인 인공신장실 시설개선을 위해 단기간에 공사를 하더라도 면역기능이 저하되어있는 혈액투석환자들

이 건축과 관련한 위험에 노출될 수 있고, 투석을 위해 매주 2, 3회 정도 방문해야 하는 환자 특성상 인근 병원의 협조가 있어야 하는 등 여러 가지 사항을 고려해야 한다.

이동식 투석기기를 사용하여 1인 음압격리병상에서 투석을 시행하는 경우라도 격리병실은 기존 병실에서 나온 공기의 재순환을 막는 급기설비와 헤파필터가 장착된 배기설비를 갖추어야 한다. 만약 단순히 밀폐된 공간에 이동형 음압기를 설치할 경우 환자안전에 위험을 초래할 수 있다.

따라서 감염관리 위험사정을 통해 병원의 특성에 맞는 시설구비가 필요할 것이다.

국내외 시설기준을 고려해보았을 때 인공신장실의 의료환경 조성 시 주요사항으로 고려해야 할 요소는 다음과 같다.

첫째, 투석공간은 가급적 별도의 단위로 독립되어 있어야 한다. 환자치료 구역 및 청결물품보관실과 같은 청결구역과 오물처리실 등의 오염구역이 구분되도록 하고, 청소와 소독이 용이하도록 마감재를 선택한다.

둘째, 인공신장실 개별 투석스테이션의 충분한 면적과 투석병상 이격거리를 확보하도록 한다. 개별 기관의 여건에 따라 차이가 있겠지만 투석기와 투석의자, 의료진이 치료와 간호를 제공할 수 있는 공간이어야 하고, 투석병상의 이격거리는 비말전파를 예방할 수 있어야 한다. 국내외 개별 투석스테이션 최소 면적 기준은 5.8~12㎡, 투석병상간 최소 이격거리는 0.9~1.3m로 국내 실정을 고려한 기준은 추가 연구가 필요하다.

셋째, 충분한 개수의 손위생 세면대와 같은 감염예방을 위한 인프라를 갖추도록 한다. 손위생 세면대의 개수는 개별 의료기관의 감염관리 위험 사정(infection control risk assessment)에 따라 선정되어야 한다. 위치는 간호사 스테이션과 환자 치료구역에서 이용이 편리하게 하되, 치료공간에 물이 튀어 오염되지 않도록 세면대의 규격과 위치선정에 주의해야 한다.

넷째, 공기조화와 환기시스템을 갖추도록 한다. 환자에게 안전하고 쾌적한 인공신장실 환경을 유지하고, 미생물의 증식을 예방하기 위해 의료기관의 공인된 기준의 설비를 따르도록 한다.

본 연구에서는 기존의 국내외 시설지침 위주로 고찰이 진행되었다. 이러한 자료를 종합하여 실제 인공신장실의 시설기준을 점검하고 보완하기 위한 유용한 기초자료가 될 것으로 판단된다.

의료기관 내 감염의 예방과 관리를 위해서는 지속적인 의료관련감염 발생 감시와 함께 감염관리 중재 활동을 꾸준히 수행하는 것이지만, 감염의 전파를 막을 수 있는 의료환경의 조성은 운영 또한 필수불가결한 요소이다. 제2의 신종감염병 유행발생이 일어나지 않도록 근거 기반의 의료기관 시설기준이 마련되고 향후 인공신장실 설치 시 필요한 공간의 면적과 배치에 대한 보다 심도 있는 건축계획적 연구가 필요하다.

References

- ASSOCIATION FOR PROFESSIONALS IN INFECTION CONTROL AND EPIDEMIOLOGY, 2010, Guide to the Elimination of Infections in Hemodialysis [Internet]. [cited 2018 July15]. Available from: https://apic.org/Resource_/EliminationGuideForm/7966d850-0c5a-48ae-9090-a1da00bcf988/File/APIC-Hemodialysis.pdf
- Assiri A; McGeer A. et al, Hospital Outbreak of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus. *Engl J Med.* 2013 August 1; 369(5): 407-416.
- Centers for Disease Control and Prevention, Dialysis-Related Outbreaks [Internet]. [cited 2018 July15]. Available from: <https://www.cdc.gov/dialysis/reports-news/outbreaks.html>
- Marcelli D ; Marelli C ; Richards N, Influenza A(H1N1)v pandemic in the dialysis population: first wave results from an international survey. *Nephrol Dial Transplant.* 2009; 24: 3566-3572.
- ESRD Registry Committee, Korean Society of Nephrology, 2018, Current renal replacement therapy in Korea [Internet]. Seoul: Korean Society of Nephrology [cited 2018 July15]. Available from: <http://www.ksn.or.kr>
- Eleftheriadis T, Liakopoulos V, Leivaditis K, Antoniadi G, Stefanidis I. Infections in hemodialysis: a concise review - Part 1: bacteremia and respiratory infections. *Hippokratia.* 2011;15(1):12-17.
- Eleftheriadis T, Liakopoulos V, Leivaditis K, Antoniadi G, Stefanidis I. Infections in hemodialysis: a concise review. Part II: blood transmitted viral infections. *Hippokratia.* 2011;15(2):120-126.
- Eom, Joong Sik, Facilities and construction in hospitals for infection control. *J Korean Med Assoc.* 2018 Jan;61(1):36-42.
- Government of Republic of Korea. Schemes for reform of infectious disease preparedness and response in Korea. [place unknown]: Government of Republic of Korea; 2015.
- Government of DUBAI. Standards for Renal Dialysis Services. 2016. [cited 2018 July15]. Available from: <https://www.dhcr.gov.ae/Documents/LawsAndRegulations/PoliciesAndStandards/Standards%20for%20Renal%20Dialysis.pdf>
- Government of U.S. U.S. Code of Federal Regulations. Part 494 - CONDITIONS FOR COVERAGE FOR END-STAGE RENAL DISEASE FACILITIES. [cited 2018 July15]. 2016.
- Hong Kong College of Physicians & Central Renal Committee, Accreditation of Renal Dialysis Unit.. 2002.
- Karkar A ; Bouhaha BM ; Dammang ML, Infection control in hemodialysis units: a quick access to essential elements. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2014 May;25(3):496-519.
- Korean Society of Nephrology, Accreditation of Renal dialysis unit, [Internet]. Seoul: Korean Society of Nephrology [cited 2018 July15]. Available from: <https://ksn.nephline.com:446>
- Kobayashi Hiromi ; Koyanagi Kotaro et al. Outbreak of extensively drug-resistant pulmonary tuberculosis in a hemodialysis facility. *Kekkaku.* 2013 May;88(5):477-84.
- The Facility Guidelines Institute(FGI), Guideline for Design and construction of Healthcare Facilities, 2018.
- Park, Hayne Cho ; Lee, Young-Ki ; Yoo Kyung Don et al, Korean clinical practice guidelines for preventing the transmission of infections in hemodialysis facilities. *Kidney Research and Clinical Practice.* 2018;37(1):8-19.
- Lee, Young-Ki ; Oh, Jieun, Hemodialysis, *Korean J Med* 2014;86:131-137.
- Lee, Young-Ki, 2015, 투석실 감염관리 및 격리 운영 방안. [cited 2018 July15]. Available from: <http://www.ekjm.org/upload/42852291.pdf>
- Lee, Young-Ki ; Kim, Kiwon ; Kim, Dae Joong, Current status and standards for establishment of hemodialysis units in Korea, *Korean J Intern Med* 2013;28:274-284.
- Lee, Young-Ki ; Kim, So Yoon, The Accreditation System of Renal Dialysis Unit [Internet]. Seoul: Korean Society of Nephrology [cited 2018 July15]. Available from: <http://www.ksn.or.kr/file/journal/701525349/2010/588-593.pdf>
- Lacson E Jr; Brunelli SM., Hemodialysis Treatment Time: A Fresh Perspective, *Clin J Am Soc Nephrol.* 2011 Oct;6(10):2522-30.
- Ministry of health singapore. Guidelines for private healthcare institutions providing renal dialysis : - Regulation 4 of the private hospitals and medical clinics regulations[CAP 248, Rg1]. 2004.
- Noh, Hyunjin. Peritoneal Dialysis. *Korean J Med* 2014;86:138-141.
- Rao TM ; Ram R ; Swarnalatha G, et al. Tuberculosis in haemodialysis patients: A single centre experience. *Indian Journal of Nephrology.* 2013;23(5):340-345.
- See I; Bagchi S; Booth S; Scholz D; Geller AI; Anderson L; Moulton-Meissner H; Finks JL; Kelley K; Gould CV; Patel PR., Outbreak of Clostridium difficile Infections at an Outpatient Hemodialysis Facility-Michigan, 2012-2013. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2015 Aug;36(8):972-4.
- Jin, Dong Chan, Current status of dialysis therapy for ESRD patients in Korea. *J Korean Med Assoc* 2013 July; 56(7): 562-568.
- 건강보험심사평가원 평가 3부, 2015년 5차 혈액투석 적정성평가결과 보고, 2017.7.
- 건강보험심사평가원 평가 3부, 2018년(6차) 혈액투석 적정성평가 및 가감지급사업 세부추진계획, 2017.12.
- 대한신장학회, 인공신장실 감염관리지침, 서울, 2017.12
- 질병관리본부, 메르스 대응 지침 제5판, 충북, 2017.7.
- 질병관리본부, 의료관련감염 표준예방지침, 충북, 2017.
- 질병관리본부, 제2차 감염병 예방관리 기본계획, 충북, 2018.6.

접수 : 2018년 08월 03일

1차 심사완료 : 2018년 08월 10일

게재확정일자 : 2018년 08월 27일

3인 익명 심사 필