

체외막산소공급(ECMO) 치료 환자의 간호 중재에 대한 체계적 고찰

박수민¹ · 조관웅^{2*}

¹전남대학교병원 심혈관계 중환자실 간호사, ^{2*}동강대학교 간호학과 교수

A Systematic Review of Nursing Interventions in Patients with Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO)

Su-Min Park, RN · Guan-Woung Jo, RN^{2*}

¹Cardiac Care Intensive Care Unit, Chonnam National University Hospital, Nurse

^{2*}Dept. of Nursing, Donggang University, Professor

Abstract

Purpose : This study aimed to systematically review the effectiveness of nursing interventions for patients receiving extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). As the use of ECMO increases in critical care settings, it is important to understand how nursing interventions affect patient outcomes, survival, and complication rates.

Methods : This systematic review followed the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis guidelines. A literature search was performed using terms related to ECMO and nursing interventions in several international electronic databases including CINAHL, Embase, MEDLINE, and Web of Science. Studies were screened and selected according to predefined eligibility criteria, focusing on those that evaluated the impact of nursing interventions on adult. Data extraction and risk-of-bias assessment were independently performed by two researchers.

Results : A total of 647 studies were identified, and seven met the inclusion criteria for qualitative analysis. The included studies demonstrated that high-quality nursing care significantly improves clinical outcomes and reduces complications in patients receiving ECMO. Effective nursing interventions included prone positioning combined with ECMO for patients with acute respiratory distress syndrome, meticulous infection control, comprehensive and continuous nursing protocols, skilled nursing, and multidisciplinary management. These interventions have been shown to improve oxygenation, reduce complications, such as bleeding, manage blood pressure, and enhance overall clinical outcomes.

Conclusion : High-quality nursing interventions are critical to improve survival and reduce complications in patients receiving ECMO. Implementing a multidisciplinary approach and comprehensive nursing protocols, including infection control and psychological support, is essential for the effective management of these patients. The findings of this study provide a foundation for the development of practical guidelines and educational programs to improve the quality of care for patients undergoing ECMO, ultimately enhancing the effectiveness of ECMO treatment and patient outcomes.

Key Words : critical care nursing, extracorporeal membrane oxygenation, nursing interventions

*교신저자 : 조관웅, jogw89@dkc.ac.kr

제출일 : 2024년 7월 15일 | 수정일 : 2024년 8월 7일 | 게재승인일 : 2024년 8월 16일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

체외막산소공급(extracorporeal membrane oxygenation; ECMO) 치료는 중증 심폐부전 환자의 상태를 안정화 하는 데 핵심적이고 중요한 역할을 하고 있다(Kuok 등, 2017). ECMO는 심폐부전 환자의 심폐기능을 보조하기 위해 혈액의 순환과 관류를 지원하는 원심 펌프(centrifugal pump), 혈액에서 가스교환의 역할을 하는 산화기(membrane oxygenator), 혈액을 순환하도록 하는 회로(circuit), 혈액의 온도를 조절하는 열 교환기(heat exchanger), 모니터링 장치(monitors) 등으로 구성된 생명유지장치이다(Ali & Vuylsteke, 2019; Betit, 2018).

ECMO 치료는 심근의 휴식과 폐 보호에 대한 치료의 유용성이 입증되며 대표적인 치료 방법으로 대두되었으며(Badulak & Shinar, 2020), 특히 심장 및 호흡기 질환이 있는 성인의 ECMO의 사용은 치료 예후에 긍정적인 효과가 있었음이 보고되었다(Fleck 등, 2013; Thiagarajan 등, 2017). 2022년 세계에크모학회(extracorporeal life support organization; ELSO)의 보고서에 따르면 전 세계의 ECMO 치료 환자의 수는 매년 증가하는 추세로, 2022년 166,913명으로 보고되었으며(ELSO, 2024), 이 중 54%가 생존하였다. 국내에서도 2018년 2,126건, 2019년 2,518건, 2020년 2,665건으로 매년 증가하는 것으로 나타나(HIRAS, 2024), ECMO의 중요성은 더욱 강조되고 있다(ELSO, 2017; ELSO, 2024).

중증 심폐부전 환자의 ECMO 치료에 대한 결과를 살펴보면, 심인성 쇼크 환자의 ECMO 치료는 산소화 및 말초 순환을 개선시켜 환자의 생존 가능성을 향상시켰으며(Pappalardo 등, 2017), 폐색전증 환자의 ECMO 치료는 혈전 용해제에 의한 위험을 감소시켜 환자의 생존에 긍정적으로 영향을 미쳤다(Kjaergard 등, 2019). 그러나 이러한 ECMO의 임상적 효과성에도 불구하고 ECMO 치료는 여전히 다양한 합병증의 위험을 동반한다. ECMO 치료를 받는 환자에게는 출혈, 감염, 다리 허혈, 용혈 및 혈관 손상, 낮은 심장 박출량, 급성 신손상, 저혈압으로 인한 뇌의 허혈성 손상이나 폐파린 사용으로 인한 뇌의 출

혈성 손상과 같은 신경학적 합병증, 욕창 등 다양한 합병증이 발생할 수 있다(Hackmann 등, 2017; Tam 등, 2019). ECMO 치료 환자들의 건강은 기저 특성과 ECMO 관련 중재에 영향을 받아 치료 과정 동안 끊임없이 변화하기 때문에 치료 중에 발생하는 여러 가지 문제를 파악하여 적절하게 중재해야 한다(Kim & Kim, 2023; Mariani 등, 2023). 그러므로 ECMO 치료 과정에서 나타날 수 있는 합병증을 예방하고 관리하기 위한 표준화된 간호 제공은 필수적이다(Kim & Kim, 2023). 간호사는 ECMO 치료 환자들을 위해 출혈 관리(Hackmann 등, 2017; Olson 등, 2021; Tam 등, 2019), 호흡기 관리(Koekkoek & van Zanten, 2017), 감염 관리(Ndahimana & Kim, 2018), 영양 관리(McClave 등, 2014) 등 다양한 간호 업무를 포괄적으로 수행한다. 그러나 간호사는 다양한 간호 중재를 수행함에도 불구하고 국내에서는 표준화된 간호 중재 지침을 찾아보기 힘든 실정이었으며(Kim & Kim, 2023), 국외 역시 각각의 병원마다 다양한 프로토콜을 만들어 적용 중에 있다(Cherian, 2015; University of Wisconsin Hospital, 2018)).

ECMO 치료 관련 간호 중재에 대한 선행연구들을 살펴보면, 국외에서는 COVID-19 환자에게 ELSO(2017)의 진료 지침을 보완하여 ECMO 간호 프로토콜개발 연구(Pitts 등, 2022), ECMO를 적용하는 환자에 대한 사례 연구(Leffall 등, 2021), COVID-19 환자에게 필요한 간호에 대한 사례 연구(Peig 등, 2021)가 있었으며, 국내에서는 ECMO 환자의 영양관련 조사연구(Shin 등, 2021), 간호사 대상으로 증강현실을 이용한 ECMO 준비 교육 중재에 대한 효과를 확인하는 연구(Yoon & Jeong, 2021), 근거 기반 간호 프로토콜 개발 및 효과평가(Kim & Kim, 2023)가 있었다. 각각의 선행연구에서는 ECMO 치료 환자 간호 중재가 효과가 있었음을 알 수 있었지만, 이들을 체계적으로 고찰하고 효과를 확인한 체계적 문헌고찰 연구는 찾아볼 수 없었다. 이에 ECMO 치료 환자의 간호 중재의 결과들을 종합적으로 고찰함으로써, 질 높은 ECMO 간호 중재 개발을 위한 전략 모색의 필요성을 시사한다.

따라서 본 연구에서는 최근 10년간 출판된 ECMO 치료 환자의 간호 중재 연구를 종합적으로 확인하여 ECMO 치료 환자의 합병증 예방 및 관리하는 데 있어

간호 중재의 중요성에 대한 근거를 마련하고자 한다. 이를 통해 ECMO 치료의 효과성을 높일 수 있는 간호 실무 지침 개발에 기여하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 ECMO 치료 환자의 간호 중재 연구를 종합적으로 검토 및 확인하여 ECMO 치료 환자의 합병증 예방 및 관리하는 데 있어 간호 중재의 중요성에 대한 근거를 마련하기 위해 수행되었으며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

1. ECMO 치료 환자의 간호 중재 연구의 특성을 확인한다.
2. ECMO 치료 환자의 간호 중재 연구의 전략과 특성을 서술한다.
3. 본 연구에서 분석된 ECMO 치료 환자의 간호 중재에 따른 효과를 확인한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 체외막산소공급(ECMO) 치료 환자의 간호 중재에 대한 기존 문헌을 종합적으로 검토하고 분석하는 것이다. 본 연구는 preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses(PRISMA) 지침(Page 등, 2021)에 따라 체계적 고찰을 수행하였다.

2. 적격기준

적격기준은 핵심질문 PICO-SD(Participant, Intervention, Comparisons, Outcome, Study Design)에 따라, 연구 대상(P)은 체외막산소공급(ECMO) 치료 환자, 중재(I)는 ECMO를 적용한 간호 중재로 선정하였으며, 비교군(C), 결과(O) 및 연구 설계(SD)는 문헌 수가 많지 않을 것으로 판단되어 제한을 두지 않았다.

1) 선정 기준

선정 기준에는 ECMO 치료 환자를 대상으로 한 연구가 포함되었으며, ECMO를 적용한 간호 중재 연구가 포함되었다.

2) 제외 기준

제외 기준으로는 2014년 이전의 연구, 한국어와 영어로 출판되지 않은 연구, 중복 출판된 연구, 원자료를 찾을 수 없거나 열람할 수 없는 경우, 문헌 고찰 연구의 경우 제외되었다.

3. 검색전략

본 고찰은 간호학을 전공하고 중환자 간호와 고찰 연구의 경험이 있는 연구자 2인이 2024년 06월에 독립적으로 실시했다. 검색전략은 2014년 1월부터 2024년 2월까지 10년동안 출판된 문헌들을 대상으로 검색연도를 설정하였다. 문헌 검색은 관련 의학주제표목(medical subject headings; MeSH) 및 주요 개념어를 도출하여 검색을 수행하였으며, (“Extracorporeal membrane oxygenation” OR “ECMO”) AND (“Nursing” OR “Nurse”)의 조합으로 검색하였다. 검색된 국제 전자데이터베이스는 cumulative index of nursing and allied health literature(CINAHL), excerpta medica database(Embase), medical literature analysis and retrieval system online(MEDLINE), web of science를 이용했다.

4. 데이터 추출

본 연구는 4개의 국제 전자데이터베이스에서 식별된 연구를 추출하고 이후 Excel(Microsoft Excel, Redmond, USA)을 통해 중복 연구 193편을 제거한 후, 남은 454편을 대상으로 논문의 제목과 초록을 통해 관련 논문을 1차로 선택하고, 선택된 논문의 원문을 검토하여 문헌 선정 기준에 따라 선택하였다. 문헌의 선택 및 배제는 2명의 연구자에 의해 독립적으로 시행되었으며, 의견이 불일치할 경우 연구자 회의를 통해 합의하는 방식으로 선택하였다.

5. 비뚤림 위험의 평가

본 연구의 비뚤림 위험은 각각의 연구 설계에 따라 다르게 적용되었다. 무작위대조시험의 비뚤림 위험은 Cochrane bias method group에서 개발한 7개 항목으로 구성된 risk of bias(RoB)를 이용했다(Gibson 등, 2017). RoB에서 비뚤림 위험은 낮다(low), 높다(high), 불확실(unclear)로 평가하였다. 단면연구는 risk of bias in non-randomized studies - of exposures(ROBINS-E)를 이용했으며(Higgins 등, 2024), 비뚤림 위험이 매우 높음(critical), 심각함(serious), 중간(moderate), 낮음(low), 해당없음(not applicable)으로 평가하였다. 사례보고는 Critical appraisal checklist for case reports(CACR)를 이용했으며(McPherson 등, 2019), 비뚤림 위험을 없다(no), 있다(yes), 불확실(uncertain), 해당없음(not applicable)으로 평가하였다.

III. 결과

1. 문헌검색 및 선정된 연구의 특성

4개의 국제 전자 데이터베이스를 통해 검색된 647개의 연구가 추출되었다. 추출된 연구들에서 193편의 연구가 Excel을 통해 중복이 확인되었고 제외하였다. 이후 지침에 따라 2인의 연구자에 의해 제목과 초록을 확인하여 1차 검토를 하였고 447개의 연구가 제외되었다. 전체 원고를 검토한 결과, 최종적으로 7개 연구가 정성적 분석을 위해 포함되었다(Li 등, 2020; Nie 등, 2020; Peig 등, 2021; Redaelli 등, 2016; Tu 등, 2020; Wu 등, 2023; Zhang 등, 2021)(Fig 1).

2. 비뚤림 위험의 결과

본 연구는 연구 설계에 따라 각각 다른 형태의 비뚤림 위험평가를 실시했다(Fig 2). 무작위대조시험 2건이 RoB로 평가하였다(Li 등, 2020; Zhang 등, 2021). 관찰연구 1건은 ROBINS-E를 통해 나타내었다(Redaelli 등, 2016). 무작위대조시험과 관찰연구에서는 상대적으로 중간에서

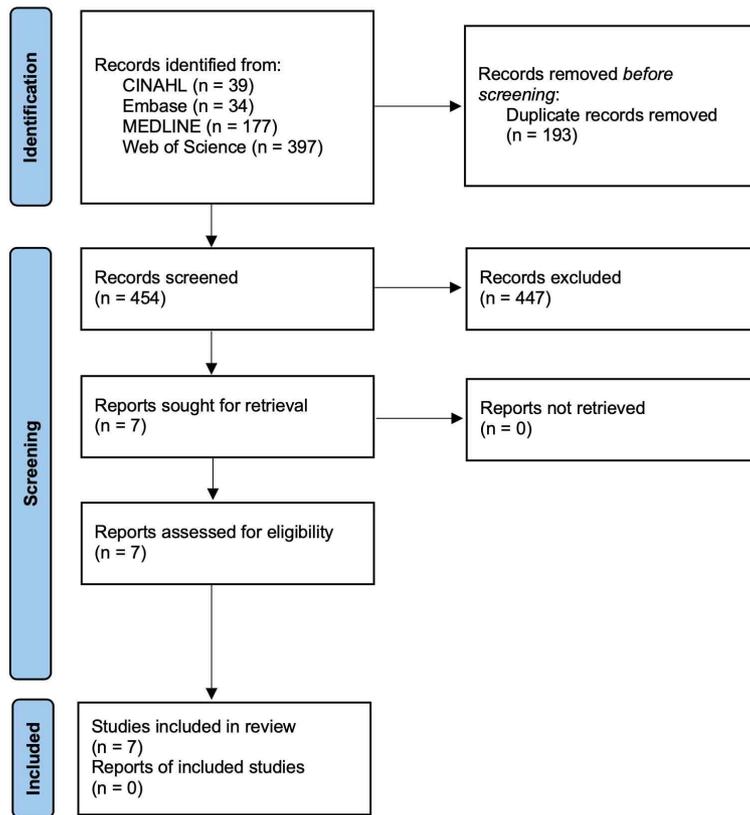


Fig 1. PRISMA flow diagram

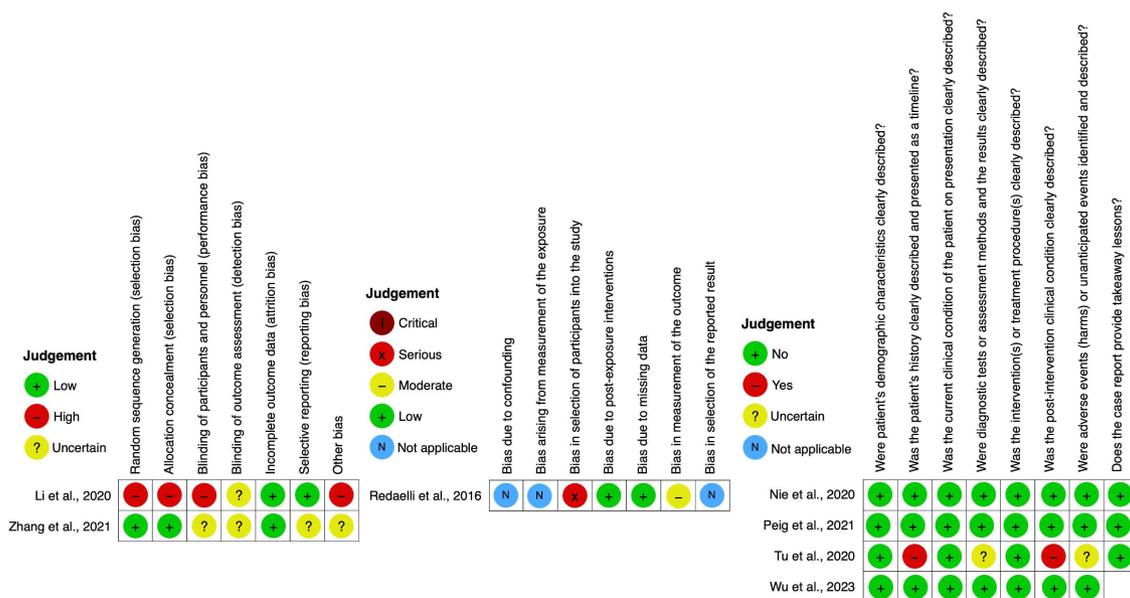


Fig. 2 Risk of bias assessment

Table 1. Characteristics of the trials

	Study	Study design	Condition	Nursing intervention	Author's conclusion
A1	Li et al., 2020	Randomized controlled trial	Severe pneumonia patients on ECMO	High-quality nursing care	High-quality nursing improves clinical outcomes and reduces complications
A2	Nie et al., 2020	Case report	Severe COVID-19 patients requiring ECMO	Combination of ECMO and prone positioning	Combining ECMO and prone positioning improves oxygenation and reduces complications
A3	Peig et al., 2021	Case report	Severe COVID-19 patients treated with ECMO	Detailed interdisciplinary management	Meticulous nursing and interdisciplinary approach are crucial in managing severe COVID-19 patients on ECMO
A4	Redaelli et al., 2016	Observation	Patients undergoing veno-venous ECMO for severe respiratory failure	Routine daily nursing care activities	Daily nursing significantly alters physiological parameters; medical personnel should be readily available
A5	Tu et al., 2020	Case report	Severe COVID-19 patients undergoing ECMO	Comprehensive nursing protocols including strict infection control and psychological support	Stringent infection control and comprehensive nursing are essential for managing severe COVID-19 patients
A6	Wu et al., 2023	Case report	Patients with severe pneumonia undergoing ECMO	Prone positioning integrated with ECMO treatment	Prone positioning integrated with ECMO treatment improves oxygenation
A7	Zhang et al., 2021	Randomized controlled trial	Patients with severe pneumonia treated with ECMO	Prone positioning combined with ECMO intervention	Combining prone positioning with ECMO enhances cardiopulmonary function and reduces complications

ECMO; extracorporeal membrane oxygenation

높은 비뿔림 위험이 확인되었다. 사례보고는 4건이 CACR을 통해 평가되었다(Nie 등, 2020; Peig 등, 2021; Tu 등, 2020; Wu 등, 2023). 전반적으로 낮은 수준의 비뿔림 위험이 확인되었다.

3. 체외막산소공급 환자에 대한 간호중재

ECMO 치료를 받는 환자들의 관리에는 체계적인 간호 중재가 필수적이다. 연구에 따르면, ECMO 환자들의 생리적 매개변수에는 일상적인 간호 활동이 중요한 변화를 일으킬 수 있으므로 의료진은 항상 대기하며 신속히 대응할 준비가 되어 있어야 한다(Redaelli 등, 2016). 질 높은 간호 제공은 중증 폐렴 환자들의 임상 결과 개선, 합병증 감소 및 환자 만족도 향상에 기여한다(Li 등, 2020).

특히, ECMO 적용 중증 폐렴 환자의 복와위 자세의 병행은 산소화 개선과 합병증 감소에 도움을 줄 수 있으며, 이는 중증 COVID-19 환자들에게 특히 유의할 수 있다(Nie 등, 2020). 중증 COVID-19 환자들의 치료 과정에서는 다학제 팀의 협력과 섬세한 간호가 강조되며, 이는 치료의 복잡성과 강도를 고려할 때 매우 중요하다(Peig 등, 2021).

감염 통제와 심리적 지원을 포함한 포괄적인 간호 프로토콜은 ECMO를 사용하는 중증 COVID-19 환자들을 효과적으로 관리하는 데 필수적이며, 이를 위해서는 체계적인 교육과 자원이 요구된다(Tu 등, 2020). 복와위 자세와 ECMO의 결합은 중증 폐렴 환자의 심폐 기능을 향상시키고 합병증을 줄이는 효과적인 전략으로, 임상 현장에서 널리 적용될 것이 권장된다(Zhang 등, 2021)(Table 1). 이러한 간호 중재들은 환자의 생명을 구하고 회복을 촉진하는 데 결정적인 역할을 한다.

IV. 고찰

본 연구는 최근 10년간 출판된 ECMO 치료 환자의 간호 중재 연구들을 종합적으로 확인하여, ECMO 치료 환자의 합병증 예방 및 관리의 중요성을 밝히고자 수행되었다. ECMO는 중증 심폐부전 환자의 심폐기능을 보조

하여 환자의 상태를 안정화시킴으로서 치료의 유용성이 입증되었으나(Ali & Vuylsteke, 2019; Badulak, & Shinar, 2020), 출혈, 감염, 용혈, 혈전, 혈관 손상 등 위험한 합병증을 유발할 수 있어 예방 및 관리가 매우 중요하다(Johnston 등, 2018; Koekkoek & van Zanten, 2017).

ECMO 치료 환자에 대한 간호는 생존율 향상, 입원 기간 단축, 치료비용 절감 등과 높은 관련이 있으며, 환자의 치료 결과에 중요한 영향을 미친다(Hackmann 등, 2017). 각각의 선행연구에서 간호 중재의 효과는 확인되었지만, 간호 중재의 구체적인 방법과 그 효과에 대한 체계적인 분석은 부족한 실정으로, 이에 본 연구에서는 체계적 문헌고찰 지침과 PRISMA 가이드라인에 따라 문헌을 검색하고 분석하였다. 문헌검색 결과 최초 647편의 논문 중 최종적으로 7편이 선정되었으며, 선정된 논문에 대한 구체적인 고찰은 다음과 같다.

Li 등(2020)의 연구는 ECMO 치료를 받은 중증 폐렴 환자 100명을 대상으로 한 연구로, 질 높은 간호를 받은 군(n= 52)과 일상 간호를 받은 군(n= 48)으로 나누어 임상 지표, 혈액 가스 분석, 합병증 발생률, 불안 및 우울 수준, 환자 만족도를 평가하였다. 연구 결과, 질 높은 간호는 임상 지표와 혈중 가스 매개변수에서 유의미한 개선을 보였는데(p<.05), 이는 다른 선행연구에서도 ECMO 치료를 받는 환자에게 제공되는 질 높은 간호 중재가 환자의 생리적 매개변수에 중요한 변화를 일으킨다고 나타나(Chaica 등, 2020) 두 연구의 결과는 일치하였다. 또한, 불안과 우울 수준 감소, 삶의 질 및 간호 만족도 향상, 합병증 발생률 감소가 나타났다. 이는 환자의 회복을 촉진하고 합병증 감소와 중요한 역할을 한다고 보고한 선행연구의 결과와 일치하였다(Czapiewski 등, 2023). Li 등(2020)의 연구에서 '질 높은 간호'는 치료 전 ECMO 장비 준비, 산소와 카테터 점검, 비상 전원 점검, 다른 의료진은 부작용 및 합병증, 관 삽입 부위의 사정이 시행되었다. 또한 감염 예방을 위해 각 환자에게 개별간호 계획을 세우고 드레싱을 무균적으로 실시하였다. 간호사들은 환자의 활력징후, 생리적 지표, 부작용 등이 관찰 시 즉시 보고하도록 교육되었으며, 환자의 상태를 면밀하게 기록하도록 하였다.

Nie 등(2020)은 중증 호흡곤란을 동반한 SARS-CoV-2 양성 9명을 대상으로 환자에게 ECMO와 PPV(prone

position ventilation)로 치료한 간호 경험에 대한 연구로, 간호 중재는 진정 프로토콜, 항응고 모니터링, 출혈 및 감염과 같은 합병증 예방 및 관리를 제시하였다. PPV 적용 시 간호사 6인이 환자 1인에게 중재를 적용해야 하며, 관 삽입 및 환자 감시장치의 재 고정, 진정 치료에 대해서도 제시하였다. 그 결과로 ECMO 치료를 받는 코로나19 환자의 산소 공급과 객담 배설은 PPV가 병행될 시 효과적으로 향상 시킨다고 보고하였다. 다학제적 치료가 같이 제공될 경우 더욱 긍정적인 효과가 나타난다는 선행연구들의 결과와(Peig 등, 2021; Tu 등, 2020) 일치하였다. 그러나 Nie 등(2020)의 연구는 소규모의 표본으로 인해 통계적 유의성 및 재현성을 확보하는데 한계가 있어 결과를 일반화하기 어려운 점과 ‘다양한 정도의 회복 또는 합병증’으로 기술함으로써 환자의 상태에 대한 명확한 정보가 부족하였다는 점, 치료와 간호 중재를 경험한 환자의 호전 및 생존 여부 혹은 퇴원 후 환자들의 회복 과정이나 합병증 발생 여부에 대한 추적 관찰이 언급되지 않은 점 등 여러 제한점이 존재하였다.

Peig 등(2021)의 흉통과 호흡곤란 증상을 동반한 SARS-CoV-2 확진 후 급성호흡곤란증후군(ARDS) 진단받아 ECMO 치료와 인공호흡기 치료를 받은 46세 남성의 사례연구로 연구 결과, 다학제적 접근의 ECMO 치료가 효과적이었음을 입증하였으며 질 높은 간호 중재가 환자의 생존율을 높이고 합병증을 줄인다는 결론으로 간호 실무의 중요성을 부각시켰다. 이는 다수의 선행연구에서 다학제적인 접근이 심폐기능부전 환자의 치료에 유용하다는 선행연구의 결과와 일치하였다(Nie 등, 2020; Tu 등, 2020). 연구에서는 질 높은 간호 중재의 중요성을 강조하였으며, 구체적으로는 환자의 산소 소비량을 감소시키기 위하여 집중 치료 및 진정 치료 기간 동안 심방에 대하여 평가하고, 4시간마다 출혈의 부작용을 확인하기 위해 신경학적 사정을 시행하고 PTT(partial thromboplastin time)을 측정하였다. 또한 생리적 지표를 확인하기 위하여 무균적이고 적절한 방법을 사용하여 동맥혈 가스 분석검사를 6시간마다 책임지고 진행하였으며, 심혈관 부작용이 있는 약물을 사용하는 경우 심전도 모니터링에서 QT 간격을 관찰하고 환자의 수액 반응성을 평가하기 위해 간호사는 피부 온도, 모세혈관 충만 등을 관찰하고 1시간 마다 소변량 및 색을 사정하였다.

Redaelli 등(2016)의 연구에서는 ECMO 치료 중인 중증 급성호흡곤란증후군(ARDS) 환자의 일상 간호 중재를 평가한 연구로 스펀지 목욕, 체위 상승, 기관 내 튜브 위치 변경, 드레싱 교체 등 4가지의 일상 간호 중재로 구성하였고, 적절한 진정상태와 혈류역학적 안정으로 평가하였다. 연구 결과 체위 상승에서 다양한 부작용이 가장 많이 발생하였고, 스펀지 목욕은 고혈압 발생과 관련이 있는 것으로 나타났다. 부작용은 혈류량(BF), 혼합 정맥 포화도(SvO₂), 동맥 산소 포화도(SpO₂)의 현저한 감소와 심박수 및 수축기 혈압의 증가가 나타났다. 이는 ECMO 치료 환자의 간호 중재는 환자의 생리적인 변화가 나타나 신속한 대응이 필요함을 시사한 선행연구의 결과와 일치하였다(Chaica 등, 2020; Zaragoza 등, 2019). 또한 ECMO 환자의 진정제 투여는 다양한 부작용에 영향을 미쳤으나, 진정제 종류에 따라 활력징후의 변화는 나타나지 않았다. 그러나 혈류량과 혼합 정맥 포화도(SvO₂), 동맥 산소 포화도(SpO₂)간의 상관관계가 나타나, 간호 중재 시 적절한 혈류량을 유지할 수 있도록 해야함을 제시하였다. 이와 같이 일상적인 간호를 제공함에도 ECMO 치료 환자의 생리적 지표는 많은 영향을 받으며 변화한다. 따라서 환자의 생리적 지표의 변화로 인한 위급한 상태로 간호사는 더욱 어렵고 숙련된 간호를 제공할 수 있어야 한다. 그러나 단일기관에서의 진행한 소규모 표본 크기, 간호 중재 시 발생하는 부작용에 대한 예방 및 관리 전략에 대한 설명의 부족 등 실제 간호 실무 지침으로 사용하기에 한계가 있었다.

Tu 등(2020)의 연구에서는 SARS-CoV-2 으로 인한 중증 호흡부전 환자 중 ECMO 치료를 받은 3명의 환자를 대상으로 폐렴 및 기타 감염의 예방하기 위한 간호 중재를 적용한 연구이다. 간호 프로토콜은 2시간 마다 환자 모니터링하고, 혈전증을 예방하기 위해 항응고제 치료 관리하며, 산소 공급을 개선하기 위해 체액 균형을 유지하는 것이었으며, 간호사를 포함한 의료진이 4시간마다 교대 시 체크리스트를 작성하였다. 이를 통해 연구자들은 ECMO 치료 환자에게 인공호흡기의 적정 압력, 출혈을 예방하기 위한 침습적 시술을 피하는 등 ECMO 사용 중 발생할 수 있는 여러 합병증에 대한 세심한 관리의 중요함을 시사하였다. Tu 등(2020)의 연구는 중증 환자의 ECMO 치료에 대한 후향적 관찰 연구로, 실제 임상

상황에서 ECMO 치료에서 실질적이고 참고가 가능한 간호 프로토콜을 제시하여 ECMO 치료 환자 간호 중재에 대한 중요한 정보를 제공하였다. 그러나 환자의 과거 기록을 기반으로 시행되는 후향적 관찰 연구의 제한점이 있었다.

Wu 등(2023)의 연구에서는 심장기능 부전으로 ECMO 치료를 받은 환자의 사례 연구로, 약물 관리, 체액 균형 모니터링, 진정제 조절 관리, 지속적인 환자 상태 모니터링 등 간호 중재를 시행하였다. 구체적으로는 설명하자면, 활력징후 및 검사 모니터링, 감염 관리, 심용동전환 치료(cardioversion therapy)를 제공하고 진정제 및 호흡기 치료 약물에 대해 평가하였다. 또한 IABP(intra aortic ballon pump)의 모니터링을 하며 혈액순환에 미치는 영향을 확인하고 잠재적인 합병증을 예방하였으며, 환자의 회복과 합병증 예방을 위한 영양 관리 및 정서적 지지를 제공하였다. 그 결과, 환자는 ECMO 치료의 성공 후 일반병동에서 재활운동을 실시하며 회복을 하였다. Wu 등(2023)의 연구는 ECMO 치료에 있어 간호 중재의 중요한 역할을 강조하였으며, 구체적인 간호 중재는 지속적인 환자 모니터링 및 즉각적 간호사의 개입으로 환자의 위험을 교정할 수 있었다. 또한 위의 연구들과는 다르게 정맥정맥-ECMO가 아니라 정맥동맥-ECMO를 적용한 환자로 적용한 사지의 관류 상태를 지속적이고 정확하게 평가하였음을 제시하였다. 그러나 연구의 결과가 객관적으로 평가할 수 있는 정량적 데이터를 제시하지 않아 다른 연구와의 비교가 어렵다는 한계가 있었다.

Zhang 등(2021)의 연구에서는 중증 폐렴 환자의 합병증 예방 및 심폐기능 향상을 위해 ECMO 치료와 병행한 산소 공급을 강화하고 폐 기능을 개선하기 위한 복와위 자세 간호 중재의 합병증, 간호 만족도, 치료순응도, 통증 및 불편함의 효과를 검증하기 위한 무작위 대조군 실험설계 연구이다. 그 결과, 실험군에서 합병증 발생률 감소, 간호 만족도 및 치료순응도 상승, 통증 및 불편함을 효과적으로 완화하였다. 이에 연구자는 ECMO 치료를 받는 중증 폐렴 환자의 합병증을 줄이고 심폐 기능을 향상시키는 데 복와위 자세 간호 중재가 효과적임을 반복 시사하였다.

연구 결과를 종합해 보면 무작위 대조군 실험설계 연구인 A1, A7에서는 ECMO 치료 환자에게 복와위 자세

및 질 높은 간호와 숙련된 간호 제공 시 합병증 발생률을 감소시키고 치료순응도가 증가함을 알 수 있다. 질 높은 간호란 환자 간호사 비율의 적절성과 다학제적 접근 방식으로 치료해야 하며 필요 시 1:1의 환자 간호사 비율이 아니라 1:3의 비율 또는 팀으로 환자를 간호 중재해야 함을 제시하고 있었다. 사례 연구인 A2, A3, A4, A5, A6는 ECMO 치료의 프로토콜을 따르되 간호사의 역할이 중요함을 제시하였다. 근무 시 지속적 환자를 관찰하고 숙련되고 질 높은 간호를 적용하며 환자의 변화를 빠르게 인식하고 보고하여 변화에 대응하는 역할을 하고 있다. 따라서 ECMO 적용 환자에 대한 간호 중재 프로토콜을 개발하여 일반화 할 수 있어야 할 것으로 사료되며, 그 결과로 신규 및 경력직 간호사들이 ECMO 치료 환자를 간호함에 있어 숙련되고 질 높은 간호를 제공할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 ECMO 치료 환자에게 제공되는 간호 중재의 효과를 체계적으로 분석하였으며, ECMO 치료 환자에게 최적의 간호 중재를 제공할 수 있는 근거를 마련하고, 간호 실무 지침을 개발하여 간호사의 역량을 강화함으로써 ECMO 치료의 효과성을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다. 그러나 간호 중재의 구체적인 방법과 그 효과를 명확히 하기 위해 다양한 연구 설계를 포함하였으나, 이에 따른 몇 가지 제한점이 나타난다. 구체적인 한계점과 제언은 다음과 같다.

첫째, ECMO 치료 환자 간호 중재에 관한 선행연구가 부족한 실정으로 본 연구의 결과와 비교하기 어려운 한계점이 나타났다. 추후 반복 연구가 필요함을 시사한다. 둘째, 본 연구는 다양한 연구 설계를 포함하였으나, 무작위 대조 시험 설계의 문헌 수가 적고 사례연구가 다수 존재하여 단일 사례 연구의 한계점으로 인해 종합적인 결과를 정량적 분석하기에는 어려움이 있어 객관적인 결과를 도출하지 못했다. 이에 일반화에 제한이 있을 수 있다는 한계점이 나타났다. 이에 향후 연구에서는 체계적 문헌 고찰을 통해 정성적으로 분석하고, 정량적으로

분석 가능한 데이터를 수집하여 메타분석을 통한 효과 검증을 제안한다. 셋째, ECMO 치료 환자의 간호 중재 중요성을 강조하였으나, 구체적인 방법과 프로토콜을 명확히 제시하지 않아 다수의 논문에서 한계점으로 나타나 본 연구의 결과에서 구체적으로 제시하지 못하였다. 또한 본 연구의 질 평가에서 사례연구의 비율이 높아 고위험으로 분류된 문헌들이 다수 존재하였다. 이에 향후 연구에서는 무작위 대조 시험 설계를 포함한 보다 체계적이고 표준화된 연구 설계를 통해 간호중재의 효과를 정량적 및 정성적으로 명확하게 분석하여 제시하는 연구가 필요함을 제안한다. 넷째, 본 연구에서 최종 선정된 문헌들은 단기 효과에 대한 평가로 장기적인 예후에 미치는 간호 중재가 존재하지 않아 고찰을 하지 못하였다. 이에 ECMO 치료 환자의 장기적인 예후에 미치는 간호 중재의 영향을 평가하는 추적 연구가 필요함을 시사한다.

참고문헌

- Ali J, Vuylsteke A(2019). Extracorporeal membrane oxygenation: indications, technique and contemporary outcomes. *Heart*, 105(18), 1437-1443. DOI: 10.1136/heartjnl-2017-311928
- Badulak JH, Shinar Z(2020). Extracorporeal membrane oxygenation in the emergency department. *Emerg Med Clin North Am*, 38(4), 945-959. DOI: 10.1016/j.emc.2020.06.015
- Betit P(2018). Technical advances in the field of ECMO. *Respir Care*, 63(9), 1162-1173. DOI: 10.4187/respcare.06320
- Chaiça C, Pontífice-Sousa P, Marques R(2020). Nursing approach to the person in critical situation submitted to extracorporeal membrane oxygenation: scoping review. *Enferm Glob*, 19(3), 534-545. DOI: 10.6018/eglobal.395701
- Cherian S(2015). Trends in extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) nursing. *DHA Nursing Leadership Conference*. DOI: 10.13140/RG.2.2.28102.06728
- Czapiewski Ł, Ulenberg G, Kaczmarek W, et al(2023). Nursing care of an adult patient undergoing veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (VV ECMO). *Intensive Care Nurs*, 13(1), 1-8. DOI: 10.35630/2024/14/1.109
- Fleck T, Benk C, Klemm R, et al(2013). First serial in vivo results of mechanical circulatory support in children with a new diagonal pump. *Eur J Cardiothorac Surg*, 44(5), 828-835. DOI: 10.1093/ejcts/ezt427
- Gibson N, Williams M, Maitland C, et al(2017). A framework for progressing and regressing core training within athletic and general populations. *Strength Cond J*, 39(5), 45-50. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000328
- Hackmann AE, Wiggins LM, Grimes GP, et al(2017). The utility of nurse-managed extracorporeal life support in an adult cardiac intensive care unit. *Ann Thorac Surg*, 104(2), 510-514. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.11.005
- Higgins JPT, Morgan RL, Rooney AA, et al(2024). A tool to assess risk of bias in non-randomized follow-up studies of exposure effects (ROBINS-E). *Environ Int*, 186, Printed Online. DOI: 10.1016/j.envint.2024.108602
- Johnston L, Williams SB, Ades A(2018). Education for ECMO providers: using education science to bridge the gap between clinical and educational expertise. *Semin Perinatol*, 42(2), 138-146. DOI: 10.1053/j.semperi.2017.12.010
- Kim SM, Kim CG(2023). Development and evaluation of evidence-based nursing protocol for extracorporeal membrane oxygenation to critically ill patients. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 53(3), 275-294. DOI: 10.4040/jkan.22109
- Kjaergaard B, Kristensen JH, Sindby JE, et al(2019). Extracorporeal membrane oxygenation in life-threatening massive pulmonary embolism. *Perfusion*, 34(6), 467-474. Printed Online. DOI: 10.1177/0267659119830014
- Koekkoek KW, van Zanten AR(2017). Nutrition in the critically ill patient. *Curr Opin Anaesthesiol*, 30(2), 178-185. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000441

- Kuok CM, Tsao PN, Chen CY, et al(2017). Extracorporeal membrane oxygenation support in neonates: a single medical center experience in Taiwan. *Pediatr Neonatol*, 58(4), 355-361. DOI: 10.1016/j.pedneo.2016.08.009
- Leffall B, Myers L, Holcomb JB, et al(2021). Nursing care for extracorporeal membrane oxygenation in the trauma patient. *Crit Care Nurs Q*, 44(2), 140-146. DOI: 10.1097/CNQ.0000000000000348
- Li X, Zhou XW, Zhang M(2020). Application value of high-quality nursing in patients with severe pneumonia under the treatment of extra corporeal membrane oxygenation. *Int J Clin Exp Med*, 13(1), 224-231.
- Mariani S, van Bussel BCT, Ravaux JM, et al(2023). Variables associated with in-hospital and postdischarge outcomes after postcardiotomy extracorporeal membrane oxygenation: Netherlands heart registration cohort. *J Thorac Cardiovasc Sur*, 165(3), 1127-1137. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2022.08.024
- McClave SA, Martindale RG, Rice TW, et al(2014). Feeding the critically ill patient. *Crit Care Med*, 42(12), 2600-2610. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000654
- McPherson AC, Biddiss E, Chen L, et al(2019). Children and teens in charge of their health (CATCH): a protocol for a feasibility randomised controlled trial of solution-focused coaching to foster healthy lifestyles in childhood disability. *BMJ Open*, 9(3), Printed Online. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-025119
- Napp LC, Kühn C, Bauersachs J(2017). ECMO in cardiac arrest and cardiogenic shock. *Herz*, 42(1), 27-44. DOI: 10.1007/s00059-016-4523-4
- Ndahimana D, Kim EK(2018). Energy requirements in critically ill patients. *Clin Nutr Res*, 7(2), 81-91. DOI: 10.7762/cnr.2018.7.2.81
- Nie Q, Ye A, Wei S(2020). Nursing management of severe COVID-19 patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation combined with prone position ventilation. *Heart Surg Forum*, 23(4), 422-425. DOI: 10.1532/hsf.3045
- Olson SR, Murphree CR, Zonies D, et al(2021). Thrombosis and bleeding in extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) without anticoagulation: a systematic review. *ASAIO J*, 67(3), 290-296. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001230
- Pappalardo F, Schulte C, Pieri M, et al(2017). Concomitant implantation of Impella® on top of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation may improve survival of patients with cardiogenic shock. *Eur J Heart Fail*, 19(3), 404-412. Printed Online. DOI: 10.1002/ejhf.668
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al(2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, Printed Online. DOI: 10.1136/bmj.n71
- Peig NNA, Djen E, Garalza M, et al(2021). Nursing management of a patient with COVID-19 receiving ECMO: a case report. *Crit Care Nurse*, 41(6), 12-21. DOI: 10.4037/ccn2021929
- Redaelli S, Zanella A, Milan M, et al(2016). Daily nursing care on patients undergoing venous-venous extracorporeal membrane oxygenation: a challenging procedure!. *J Artif Organs*, 19(4), 343-349. DOI: 10.1007/s10047-016-0912-y
- Shin NM, Ha SY, Cho YS(2021). Comparison of the nutritional indicators of critically ill patients on extracorporeal membrane oxygen (ECMO). *J Nutr Health*, 54(5), 489-500. DOI: 10.4163/jnh.2021.54.5.489
- Tam SF, Mobargha A, Tobias J, et al(2019). Pressure ulcers in paediatric patients on extracorporeal membrane oxygenation. *Int Wound J*, 16(2), 420-423. DOI: 10.1111/iwj.13049
- Thiagarajan RR, Barbaro RP, Rycus PT, et al(2017). Extracorporeal life support organization registry international report 2016. *ASAIO J*, 63(1), 60-67. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000475
- Tu Z, Xia Q, Xu M, et al(2020). Nursing of patients critically ill with coronavirus disease treated with extracorporeal membrane oxygenation. *J Emerg Nurs*, 46(6), 862-868. DOI: 10.1016/j.jen.2020.07.006

- Wu X, Wang X, Luo J, et al(2023). Nursing management of a patient with fulminant myocarditis and electrical storm receiving ECMO: a case report. *Crit Care Nurse*, 43(6), 22-33. DOI: 10.4037/ccn2023112
- Yoon DJ, Jeong HC(2021). The effect of extra-corporeal membrane oxygenation preparation education using augmented reality on performance ability, performance confidence, and educational satisfaction of clinical nurses. *Journal of Korea Society for Simulation in Nursing*, 9(2), 61-71. DOI: 10.17333/JKSSN.2021.9.2.61
- Zaragoza Biot MC, Navarro Guillén J, Sánchez Miguel R, et al(2019). Nursing care in adult patients with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). systematic review. *Atena Journal of Public Health*, 1, 1-18.
- Zhang M, Li X, Bai, Y(2021). Prone position nursing combined with ECMO intervention prevent patients with severe pneumonia from complications and improve cardiopulmonary function. *Am J Transl Res*, 13(5), 4969-4977.
- Extracorporeal Life Support Organization. General guidelines for all ECLS cases ELSO guidelines general v1.4, 2017. Available at <https://www.else.org/ecmo-resources/else-ecmo-guidelines.aspx/> Accessed June 20, 2024.
- Extracorporeal Life Support Organization. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in COVID-19, COVID-19 cases on ECMO in the ELSO registry. Available at <https://www.else.org/covid-19.aspx> Accessed June 20, 2024.
- Health Insurance Review and Assessment Service. HIRA bigdata open portal. Available at <https://opdata.hira.or.kr/op/opc/olap4thDsInfoTab1.do/> Accessed August 20, 2024.
- Pitts B, Vaughan M, Roney J(2022). Using an existing clinical practice guideline to develop and implement an adult ECMO program during a global pandemic. Providence St. Joseph Health Digital Commons, Available at <https://digitalcommons.providence.org/publications/5926/> Accessed August 08, 2024.
- University of Wisconsin Hospital. Initiation and management-adult-in patient: clinical practice guideline, 2018. Available at <https://www.uwhealth.org/cckm/order-sets/inpatient/emergency-medicine/> Accessed June 16, 2024.