

AHP 기법을 활용한 헬스케어 공급망 리스크 요인 우선순위 분석*

Prioritization of Healthcare Supply Chain Risk Factors Using the Analytic Hierarchy Process (AHP)

정희범(주저자) · 이돈희(교신저자) · 신영철(공저자)

HeeBum Jung(First Author) · DonHee Lee(Corresponding Author) · Youngchul Shin(Co-Author)

인하대학교 Inha University(wjdgmlqja4@naver.com)

인하대학교 Inha University(dhlee04@inha.ac.kr)

가톨릭대학교 은평성모병원 The Catholic University of Korea Eunpyeong St. Mary's Hospital(sychul777@naver.com)

본 연구는 헬스케어 공급망 리스크 관리 요인에 대한 우선순위를 도출하고자 계층화 분석기법을 활용하여 각 항목의 상대적 중요도를 분석하였다. 분석결과, 1계층에서는 재고관리(30.7%)가 가장 중요한 업무 영역으로 평가되었으며, 기술·시스템 및 프로세스(27.6%), 물류 및 조달(23.4%), 수요 및 공급(18.3%) 순으로 분석되었다. 2계층 분석에서는 '재고 실시간 모니터링'(6.7%)과 '재고관리 자동화 시스템'(6.3%)이 가장 높은 중요도를 보였으며, '의료기기 및 의약품 추적 시스템 활용'(6.3%)과 '긴급 조달 체계의 존재'(6.2%) 등으로 나타났다. 이러한 분석결과는 헬스케어 공급망에서 리스크 관리는 비용절감보다는 환자의 생명과 안전을 보장하는 데 초점을 두어야 하며, 실시간 정보 기반의 재고·물류 시스템, 추적 기술, 정보 공유 체계의 구축이 필수적임을 시사한다.

주제어: 헬스케어 공급망 리스크 관리, 우선순위 분석, 계층화 분석기법, 의료산업

This study employs the Analytic Hierarchy Process (AHP) to prioritize risk management factors within healthcare supply chains by evaluating the relative weight of critical vulnerabilities. The primary level of analysis identifies inventory management as the most significant risk domain (30.7%), followed by technology, systems, and processes (27.6%), logistics and procurement (23.4%), and demand and supply operations (18.3%). At the granular secondary level, the findings highlight real-time inventory monitoring (6.7%), automated inventory management systems (6.3%), tracking systems for medical devices and pharmaceuticals (6.3%), and emergency procurement protocols (6.2%) as the highest-priority factors. These results suggest that risk management strategies in healthcare should prioritize patient safety and continuity of care over traditional cost-reduction mandates. Consequently, the study emphasizes the necessity of developing real-time, information-driven inventory systems, integrated tracking technologies, and robust information-sharing infrastructures to mitigate supply chain disruptions.

Keyword: Healthcare Supply Chain Risk Management, Priority Analysis, Analytic Hierarchy Process, Healthcare Industry

최초투고일: 2025. 07. 22 수정일: (1차: 2025. 08. 30) 게재확정일: 2025. 09. 24

* 본 연구는 2025년도 인하대학교 학술연구비 지원으로 수행되었음(75540-1)

1. 서론

세계 헬스케어 산업 시장 규모는 2023년 기준 약 21조 2,225억 달러로 평가되었고, 2032년에는 약 44조 7,607억 3,000만 달러에 이를 것으로 전망된다(GlobeNewswire, 2024). 글로벌 헬스케어 시장은 2030년까지 54억 달러에 도달할 것으로 예상되며, 2024년부터 2030년까지 연평균 성장률(CAGR) 10.2%를 기록할 것으로 예측되고 있다(Market Research, 2025). 헬스케어 산업이 지속적으로 성장함에 따라, 환자의 건강과 생명에 직접적인 영향을 미치는 헬스케어 공급망 관리의 중요성도 함께 강조되고 있다. 헬스케어 공급망은 공급 및 규제 등의 복잡한 구조적 특징으로 타 산업에 비해 리스크 요인이 커서 국민 건강에 미치는 영향력이 크다. 예를 들어, 긴급하게 요구되는 의약품, 엄격한 법적 규제, 민감한 제품 특성, 짧은 유통기한, 높은 해외 의존도 등으로 공급 문제가 발생할 경우 국민 건강에 심각한 문제를 야기할 수 있다(정희범 외, 2024). 따라서 공급의 불확실성 및 리스크 확대로 헬스케어 공급망 전반에 걸친 체계적이고 효과적인 리스크 관리가 요구된다(지성우&하헌구, 2022).

헬스케어 공급망은 원료 및 의약품 공급 중단, 재고 부족, 품질 문제 등 다양한 리스크 요인에 노출될 수 있기 때문에 잠재적인 리스크 파악 및 관리가 중요하다(Chan and Green, 2013; Nze-Ekpebie and Udealor, 2023). 그러나 헬스케어 산업은 인류의 생명과 직결된 의료 자원의 안정적 공급이 필수적인 산업이므로 공급망에서 단순히 개별 리스크만을 관리하는 것이 아닌 공급망 전체에 미치는 영향을 고려하여 리스크를 관리해야 한다(Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene, 2023). Senna

et al.(2020)은 헬스케어 공급망 리스크 관리를 공급망 프로세스를 통합하여 의료서비스의 품질을 높이는 전략으로 정의하였고, 이 과정에서 리스크를 식별, 평가, 완화, 지속적으로 관리하는 것이 중요하다고 제시하였다. Anozie et al.(2024)은 헬스케어 공급망에 혼란이 발생할 경우 환자치료, 의료시스템의 효율성, 공중 보건 등에 심각한 영향을 끼칠 수 있으므로 공급망 리스크 관리가 중요하다고 강조하였다. 또한 헬스케어 공급망 리스크 관리 방안으로 안전재고수준을 유지하는 데 중점을 둔 재고관리 및 재고축적, 의료 공급망 내의 잠재적 공격, 위협 및 취약성 파악을 위한 공급망 위협평가, 공급업체 기반 다각화 및 단일 공급원에 대한 의존도를 줄이는 방안, 블록체인과 같은 기술을 활용하여 통합적 기술 기반 리스크 관리를 제시하였다.

공급망의 불확실성과 복잡성이 증가함에 따라 헬스케어 공급망에서 발생하는 리스크 요인 또한 다양화되고 있다. Breen(2008)은 헬스케어 공급망에서의 재고 가시성 부족, 예기치 못한 수요 증가, 생산량 부족, 정보흐름 장애 등을 주요 리스크 요인으로 제시하였다. Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene(2023)는 기술적 및 환경적 요인을, Wang et al.(2023)은 미흡한 IT 시스템, 데이터 표준화 부족, 약물 부족 등을 리스크 요인으로 제시하였다. 또한 Dogbe et al.(2023)는 공급, 수요, 재고, 시스템, 운송과 관련된 문제를, 정희범 외(2024)는 디지털 전환, 감염병 및 유행병, 무역 분쟁, 국가 간 정치적 이슈 등을 주요 리스크 요인으로 제시하였다. 건강보험심사평가원 주관으로 연구된 김동숙 외(2024)의 연구자들 역시 공급, 수요, 규제와 관련된 요소들을 핵심 리스크 요인으로 제안한 바 있다.

다양한 리스크 요인 중 기술, 공급, 수요, 재고 등은 기업 내부적으로 발생할 수 있는 리스크 요인으로 이

는 통제 가능한 범주에 속하기 때문에 효율적인 관리가 필요하다(이충배&류희찬, 2020; Chapman et al., 2002; Trkman and McCormack, 2009). 그러나 감염병 및 유행병, 규제, 환경적 요인, 국가 간 갈등 등은 외부적 요인으로 통제가 어려운 리스크 요인이다(이충배 & 류희찬, 2020). 예를 들어, COVID-19 팬데믹은 통제 불가능한 외부 요인으로 전 세계적으로 헬스케어 공급망에 심각한 영향을 미쳤다. 이로 인해 의약품 및 필수 의료장비 부족 사태가 초래되었는데, 이는 환자뿐만 아니라 전 국민의 건강에 직접적으로 부정적인 영향을 미쳤다(정지훈 & 고영희, 2023). 그러므로 내외부 환경에 탄력적으로 대응할 수 있는 체계적인 헬스케어 공급망 리스크 관리 체계를 구축하여 선제적으로 신속하고 효과적으로 대응해야 한다.

Wang et al.(2023)의 연구에서는 헬스케어 공급망 리스크 관리를 위해 여러 부서 및 이해관계자 간의 긴밀한 협업은 필수라고 강조하였다. 또한 헬스케어 공급망 리스크 관리 전략을 중장기적 목표로 설정하여 여러 분야의 이해관계자가 참여하여 공급망 리스크 관리 프로세스를 결정해야 한다(Wang et al., 2023). 헬스케어 공급망 리스크 우선순위와 관련된 선행연구 중 Elleuch et al.(2014)은 헬스케어 공급망 리스크 관리 우선순위를 평가하기 위하여 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법을 적용하여, 예산 일관성, 신뢰성, 약물회로 유동성, 채택효과 조절, 유연성 개선 순으로 5가지 항목에 대한 우선순위를 도출하였다. 그러나 헬스케어 공급망 리스크를 효과적으로 관리하기 위해 모든 요인을 동시에 다루는 것은 현실적으로 어려운 만큼, 리스크 요인에 대한 우선순위를 설정하는 접근이 필요하다. 파레토 법칙에 따르면 일반적으로 전체 결과의 약 80%는 20%의 핵심 요인에 의해 결정된다. 따라서 헬스케어

공급망에서 가장 중요한 리스크 요인을 선별하고, 이에 대한 운영관리 방안을 수립하는 것이 효과적인 리스크 관리로 이어질 수 있을 것이다. 그러나 기존 연구들은 헬스케어 공급망 리스크 요인의 식별과 유형 분류에 집중되어 있어, 리스크 요인에 대한 우선순위를 분석한 연구는 매우 제한적이어서 체계적인 관리 방안을 마련하기 어려운 상황이다. 따라서 헬스케어 공급망 리스크 요인을 도출하고, 이를 기반으로 우선순위를 분석하여 보다 효과적인 리스크 관리 방안에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 헬스케어 공급망 리스크 요인과 관련된 선행연구의 한계점을 기반으로 리스크 요인을 도출하고, 우선순위 분석을 통해 효과적이고 체계적인 리스크 관리 운영방안을 제안하고자 한다. 이를 위해 AHP 기법을 활용하고자 한다. AHP 기법은 다수의 요인을 계층 구조로 설정하고 쌍대비교를 통해 가중치를 산출하는 과학적이고 체계적인 다기준 의사결정 방법으로(Saaty, 1983, 1995), 의사결정 과정에서 명확성과 객관성을 확보할 뿐만 아니라, 적용이 간편하고 다양한 상황에서 범용적으로 활용 가능하다는 강점을 가진다(최병돈&이돈희, 2013; 박민규 외, 2020; 고경석 외, 2021). 따라서 본 연구는 첫째, 헬스케어 공급망에서 제기되는 주요 리스크 요인을 도출하고자 한다. 그러나, 본 연구는 헬스케어 공급망 전체(제약사 - 물류업체 - 의료기관 - 정부 등)를 대상으로 하는 것이 현실적으로 불가능한 점을 고려하여 의료기관 구매·물류 담당자를 대상으로 공급망에서 발생할 수 있는 리스크 요인을 중심으로 우선순위를 분석하고자 한다. 둘째, 도출된 리스크 요인을 세부적으로 구분하여 선정된 요인에 대한 우선순위를 분석하고자 한다. 셋째, 헬스케어 공급망에서 발생할 수 있는 리스크 요인에 대한 대응방안과 운영전략을 제시하고자 한다. 이러한 연구결과를 기반으로 본 연구는 헬스케

어 공급망의 리스크 관리 체계를 개선하고, 효과적이고 실질적인 관리 방안을 제공하는 데 기여하고자 한다.

II. 선행연구

2.1 헬스케어 공급망

헬스케어 공급망은 환자의 건강과 생명에 직결되는 제품과 서비스를 제공하는 중요한 분야로, 의료기기, 의약품 및 의료소모품, 진료서비스, 위생용품(환자복, 수술포 등) 등 다양한 요소들이 공급망의 각 단계에 유기적으로 원활하게 제공되도록 지원하는 역할을 수행한다(최병돈&이돈희, 2013; 정희범 외, 2024). 그러나 헬스케어 공급망은 타 산업과 다르게 수요의 불확실성이 큰 산업으로 특히 질병 발생률, 전염병 확산 등 외부환경에 의해 의료물품 및 서비스의 수요가 급변할 수 있다(박은자 외, 2023). 또한 의료서비스 관련 제품 및 용품 등은 환자의 건강에 직접적인 영향을 미치므로, 높은 수준의 품질관리와 엄격한 규제가 요구된다(권오탁, 2018). 예를 들어, 백신과 같은 의약품은 각국의 보건 당국 승인을 거쳐야 하며, 생산 및 유통 전 과정에서 온도 유지와 같은 조건이 충족되어야 한다. 헬스케어 공급망은 제조업체, 유통업체, 의료기관, 약국 등 다양한 이해관계자가 복잡하게 얽혀 있는 다층적인 공급망 구조로 각 단계에서의 연계와 협력은 필수적이다(Chan and Green, 2013). 그러므로 공급망의 각 단계에서 발생하는 채찍효과(Bullwhip effect)를 줄이기 위한 투명성 확보는 그래서 더욱 중요하다.

헬스케어 공급망 관리는 정보기술(IT)을 활용하여 의료자원의 최적화와 비용절감 등 운영효율성을

유도할 수 있고, 전자의료기록(EMR)과 블록체인 기술을 통해 실시간 데이터 공유와 추적이 가능하다. 예를 들어, 블록체인 기술을 활용하면 백신 유통 과정에서 위조 여부를 판별할 수 있으며, 환자의 의료데이터가 안전하게 관리될 수 있다. 또한 의료기관은 적정 재고수준을 유지하면서도 응급 상황에 대비해야 하므로, IoT(Internet of things) 스마트 선반, 스마트 창고관리시스템, RFID(Radio Frequency Identification) 기술 등을 활용하여 효율적인 재고관리를 함으로써 비용을 절감할 수 있다. 일부 대형 병원들은 RFID 태그를 활용하여 실시간으로 의료기기의 위치를 추적하고, 필요시 즉각적인 공급을 조달하고 있다. 그러나, 팬데믹을 겪으며 헬스케어 공급망 관리 중 재고 최적화 기법인 JIT(Just-in-Time) 기법은 비상 대비 재고관리 시스템인 JIC(Just-In-Case) 방식으로 전환되는 추세이다(Ramesh and Dickerson, 2022; Tri, 2024). 또한 공급업체와 의료기관 간 원활한 협력을 통해 공급망에서의 효율성을 높일 수 있으므로 기업/기관 간 협력은 공급망의 회복탄력성과 투명성 확보를 위한 관점에서도 그 중요성이 높아지고 있다. 팬데믹 기간 동안 각국 정부와 글로벌 제약사가 협력하여 백신을 신속하게 개발하고 보급했던 사례는 효과적인 협력이 공급망 안정에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 점을 잘 보여준 결과이다.

그러나 헬스케어 공급망 리스크는 자연재해, 팬데믹, 지정학적 갈등 등으로 인해 의약품, 의료용품 및 기기 등의 공급이 갑작스럽게 중단될 수도 있다(정희범 외, 2024; Senna et al., 2023). 2021년 수에즈 운하 봉쇄로 글로벌 의약품 공급망에 큰 차질이 발생한 예가 대표적인 사례이다. 또한 각국의 엄격한 의료기기 및 의약품 규제를 준수하지 못할 경우, 공급 지연이나 중단이 발생할 수 있어 규제 및 법적 리스

크 요인도 공급망 리스크 요인이 되고 있다. 예를 들어, 유럽은 MDR(Medical Device Regulation) 도입 이후 많은 의료기기업체는 새로운 기준에 맞게 제품을 재설계해야 하는 부담을 안고 있다. 최근에는 사이버 보안 리스크, 의료 데이터 해킹, 랜섬웨어 공격 등이 증가하면서 의료기관의 IT 시스템 보호는 중요한 과제로 대두되고 있다(Jeong and Lee, 2025). 특히, 미국과 유럽의 의료기관 해킹으로 인해 환자 정보 유출 및 시스템 마비를 경험하면서 사이버 보안의 중요성은 더욱 강조되고 있다.

앞에서 논의된 바와 같이 헬스케어 공급망은 복잡성을 갖고 있으며, 공급망 내 이해관계자가 다양하게 연계되어 있어 다양한 리스크가 공급망을 중심으로 발생하게 된다. 즉, 이러한 복잡한 공급망 내에서 공급 지연, 품질 문제, 규제 변경, 감염병 유행, 사이버 공격 등 다양한 리스크가 공급망 전반에 걸쳐 발생할 수 있다. 특히, 단일 공급처 의존도나 재고 부족과 같은 구조적 취약성은 환자치료의 연속성에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 헬스케어 공급망 리스크 요인을 구체적으로 분석할 필요가 있으며, 도출된 리스크 요인에 대해 우선순위를 선정하여 리스크 관리를 위한 운영방안을 구축해야 한다.

2.2 헬스케어 공급망 리스크 요인

글로벌화, 기후변화, 전쟁, 국가 간 이해관계, 아웃소싱의 증가 등으로 인해 공급망의 복잡성이 증가하고 지리적 범위가 확장됨에 따라, 리스크에 노출되는 사례가 빈번해지고 있다(이충배&류희찬, 2020; 정희범 외, 2024). 이에 따라 공급망 리스크 관리는 기업과 국가 차원 모두에서 중요한 이슈로 부각되고 있다. 공급망 리스크는 공급망 전반에 걸쳐 존재하는 위협 요소로, 발생 시 기업의 운영 중단 및 경제

적 손실을 초래할 수 있다. 따라서 효과적이고 체계적인 공급망 리스크 관리는 기업의 경쟁력을 유지하는 데 필수적인 요소로 자리 잡고 있다. Wang et al.(2023)은 공급망 리스크 요인이 공급망 운영성과 직접적인 영향을 미친다고 하였다.

예측 불가능성과 복잡성이 리스크를 증폭시킬 수 있다는 연구 중 Getele and Ruoliu(2023)는 기술 및 지식의 급속한 확산, 데이터 공유 및 통신 네트워크 붕괴, 치료경로의 변화로 인해 공급망 리스크가 발생한다고 하였다. Ahmadi et al.(2022)은 의약품의 제한된 사용 기간, 시장 수요의 불확실성, 재고 부족 위험 등을, Sheno et al.(2021)는 부적절한 의료 공급, 예측 불가능한 수요, 위조 의약품, 낮은 기술 수준, 의료진 파업, 전력 공급 불안정, 인프라 부족, 복잡한 공급망 구조, 유가 및 운송비 변동성 등을 주요 공급망 리스크 요인으로 제시하였다. Sugihartanto et al.(2024)는 의약품 부족, 부적절한 계획, 처방전 식별 오류, 부서 간 책임 불명확, 질병 트렌드 변화 등의 요인을 제시하였다.

기술이 공급망 리스크를 발생시킨다는 선행연구 중 Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene(2023)는 기술, 예기치 못한 상황, 약물 공급문제를 제안하였고, Wang et al.(2023)는 열악한 IT 시스템, 데이터 표준화 부족, 약물 부족, 수요 대비 공급 역량 부족 등을 리스크 요인으로 제안하였다. Anozie et al.(2024)는 COVID-19 팬데믹, 지정학적 불안정, 공급업체 문제, 사이버 보안 위협 등을 핵심 리스크 요인으로 제시하였다. 정희범 외(2024)는 디지털 전환, 공급망 안정화, 감염병 및 유행병 등을 리스크 요인으로 도출하였다.

운송/물류 및 조달, 시스템 및 프로세스로 인해 리스크가 발생할 수 있다는 선행 연구 중 Ahmad et al.(2024)은 용량, 예측, 품질, 공급업체, 물류, 조달

등으로 제안하였고, Benazzouz et al.(2018)은 프로세스, 수요, 조달, 환경, 시장, 재무 등으로 제시하였다. Mustaffa and Potter(2009)는 병원 내 주문 프로세스 문제와 도매업체의 재고 가용성 부족을, Dogbe et al.(2023)은 수요 변동성, 물류 지연, 재고부족, 공급문제, IT 시스템 문제, 운송 리스크 등으로 분류하였다.

헬스케어 공급망 리스크 요인이 다양하게 도출되었지만 앞에서 논의된 선행연구의 공통점은 공급망 내 리스크 요인은 기술, 운영, 정책, 사회·환경적 요인 등으로 다차원적으로 존재하며, 이러한 리스크들은 복잡성과 예측 불가능성을 증폭시키게 되고,

기술은 효율성과 동시에 불안정성을 야기하는 양면적 요인으로 작용하며, 공급 관련 프로세스로 인해 변동성이 커지게 되며, 궁극적으로 이러한 리스크들은 공급망뿐만 아니라 기업/기관의 운영성과에 직접적인 영향을 미치게 된다.

기관 및 정부도 헬스케어 공급망 리스크 요인을 발표하였는데, 세계보건기구(WHO: World Health Organization, 2024)는 품질이 좋지 않거나 위조된 의료 제품은 전 세계 수백만 명의 사람들에게 영향을 미치고, 전 세계 의료 공급망 및 의료 시스템을 손상시키는 중대한 문제라고 하였다. 경제협력개발기구(OECD: Organization for Economic Cooperation

〈표 1〉 헬스케어 공급망 리스크 요인

선행 연구	(1)기술, (2)공급, (3)수요, (4)재고, (5)재무/경제, (6)환경, (7)운송/물류 및 조달, (8)시스템 및 프로세스, (9)위조, (10)시장, (11)감염병 및 유행병, (12)규제, (13)품질												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ahmad et al.(2024)		V					V						
Ahmadi et al.(2022)			V	V									
Anozie et al.(2024)	V	V									V		
Benazzouz et al.(2018)			V		V	V	V	V		V			
Breen(2008)		V	V	V	V			V					
Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene (2023)	V	V				V							
CIDRAP(2022)				V	V		V						V
Dogbe et al.(2023)		V	V	V			V	V					
Getele and Ruoliu(2023)	V												
Jaberidoost et al.(2013)		V			V		V			V		V	
Mustaffa and Potter (2009)				V				V					
OECD(2024)			V					V				V	
Shenoi et al.(2021)	V	V	V				V	V	V				
Sugihartanto et al.(2024)		V		V									
Wang et al.(2023)	V		V						V				
WHO(2024)									V				V
김동숙 외(2024)		V	V									V	
정지은 외(2022)			V										
정희범 외(2024)	V	V									V		

and Development, 2024)에 따르면 헬스케어 공급망 리스크의 원인은 다양해서 파악하기 어렵지만, 지난 수십 년간 헬스케어 공급망의 글로벌화로 인해 일부 완제 의약품의 제조가 특정 국가에 집중되어 있어 공급망 리스크 요인이 되고 있다고 하였다. 즉, 제조 및 품질관리 프로세스의 복잡성, 규제 요인, 불확실한 수요 등과 관련된 다양한 문제에서 비롯된다고 제시하였다.

국내 건강보험심사평가원은 원인을 크게 공급, 수

요, 규제 문제로 분류하였다(김동숙 외, 2024). 미국 전염병 연구 및 정책 센터(CIDRAP: Center for Infectious Disease Research and Policy, 2022)에서는 품질 문제, 리콜, 배송 지연, 원자재 부족, 지정학적 및 경제적 문제 등으로 도출하였다. 앞서 살펴본 선행연구와 관련 기관 및 정부 등에서 제시한 리스크 요인을 종합해 보면, 헬스케어 공급망에서 가장 빈번하게 제시된 리스크 요인은 ‘공급, 수요, 재고’ 관련 요인임을 확인할 수 있었다.

〈표 2〉 선행연구 기반 헬스케어 공급망 리스크 요인

요인	평가항목	관련연구자
기술	• 헬스케어 공급망 내 디지털 기술구축 운용 정도 • 의료기기 및 의약품 추적 시스템 활용 정도 • 의료 공급망 운영 자동화 • IT 시스템 보안 수준 및 사이버 공격 대응력 • 데이터 기반 의사결정 지원 시스템	Shenoi et al.(2021); Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene(2023); Getele and Ruoliu(2023); Wang et al.(2023); 정희범 외 (2024)
공급	• 공급업체 신뢰 수준 • 공급업체와의 커뮤니케이션 원활 • 주요 의료 원부자재 및 제품 공급 안정성 • 공급업체의 리스크 관리 역량 및 대응력 • 다중 공급업체 확보 여부	Jaberidoost et al.(2013); Shenoi et al. (2021); Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene(2023); Dogbe et al.(2023); Ahmad et al.(2024); Sugihartanto et al. (2024); 김동숙 외(2024); 정희범 외(2024)
수요	• 수요 예측 정확성 확보 여부 • 수요 예측 시스템의 활용 정도 • 수요 급증에 대한 대응력 • 고객 요구 변화에 대한 반응 • 고객 만족도 대응 및 개선 정도	Breen(2008); Benazzouz et al.(2018); Shenoi et al.(2021); Ahmadi et al.(2022); Dogbe et al.(2023); Wang et al.(2023); OECD(2024); 정지은 외(2022); 김동숙 외 (2024)
재고	• 적정 재고수준 유지 능력 • 재고관리 자동화 • 재고 실시간 모니터링 • 재고회전율관리 • 불용 재고 폐기 절차의 효율성	Breen(2008); Mustaffa and Potter(2009); Ahmadi et al.(2022); CIDRAP(2022); Dogbe et al.(2023); Sugihartanto et al.(2024)
운송, 물류 및 조달	• 운송시간의 정확성 • 운송경로 최적화 수준 • 물류비용 예측 및 관리 능력 • 조달 시스템의 신뢰 수준 • 긴급 조달 체계의 존재 여부	Jaberidoost et al.(2013); Benazzouz et al. (2018); Shenoi et al.(2021); CIDRAP(2022); Dogbe et al.(2023); Ahmad et al.(2024)
시스템 및 프로세스	• 공급망 참여자 간 정보 공유 시스템 구축 • 공급망 운영 최적화 시스템 구축 • 대응 프로세스의 신속성 • 프로세스 변화에 대한 유연성 • 공급망 리스크 관리 프로세스 구축	Breen(2008); Mustafa and Potter(2009); Benazzouz et al.(2018); Shenoi et al.(2021); Dogbe et al.(2023); OECD(2024)

〈표 1〉에 제시된 바와 같이, 선행연구 분석결과 헬스케어 공급망 리스크 요인은 13가지로 도출되었다.

〈표 2〉는 〈표 1〉에 제시된 선행연구 중 헬스케어 공급망 리스크 요인으로 5번 이상 언급된 요인은 기술(1), 공급(2), 수요(3), 재고(4), 운송/물류 및 조달(7), 시스템 및 프로세스(8)로 나타나, 본 연구에서는 “헬스케어 공급망 리스크 요인”으로 카테고리화하였다. 5회 이상의 빈도로 나타난 연구는 기존의 연구를 참고하여 5회로 선정하였다(예, 최병돈&이돈희, 2013).

AHP 기법을 적용하기 위한 평가항목은 헬스케어 공급망 리스크 요인에 관한 선행연구를 중심으로 도출된 6가지 요인을 기반으로(〈표 2〉 참고) 의료기관 구매물류 실무전문가 3명(상급종합병원, 종합병원, 국립병원)의 의견 수렴 과정을 거쳤는데, 전문가 회의

에서 공통적으로 제안된 사항은 다음과 같다. 첫째, 특정 의료기관을 방문하는 환자의 질병은 일반적으로 큰 차이가 없으므로 고객 창출을 위한 수요 예측보다는 현재 방문하고 있는 환자의 질병치료에 따른 의약품 및 의료소모품에 대한 재고관리에 초점을 두고 있는 것이 일반적인 현상이라고 한다. 둘째, 의료기관은 의료보험 수가로 인해 구매부서에서 모든 것을 통제하기보다는 중간 도매업체를 통해 관리되는 MRO 성격도 있고, 백신 및 희귀의약품의 경우에는 재고관리는 거의 하지 않고 필요시 조달하는 특성을 띄고 있어 공급업체와의 직접적인 관계는 비교적 약한 것으로 평가되었다. 이러한 관점에서 수요와 공급 업무를 하나로 통합하였다. 셋째, 의료기관 자체에서 빠르게 변화되는 기술변화에 대해서는 민감하게 대응하고자 노력하지만, 구매부서의 경우 재고관리를

〈표 3〉 헬스케어 공급망 리스크 평가항목

요인	평가항목	관련연구자
수요 및 공급업무	- 고객 요구 변화에 대한 반응 - 고객만족도 대응 및 개선 정도 - 공급업체와의 커뮤니케이션 원활 - 주요 의료 원부자재 및 제품 공급 안정성 - 공급업체의 리스크 관리 역량 및 대응력	Benazzouz et al.(2018); Breen(2008); Ahmadi et al.(2022); Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene(2023); Dogbe et al.(2023), Ahmad et al.(2024); Sugihartanto et al.(2024), 김동숙 외 (2024)
재고관리	- 적정 재고수준 유지 능력 - 재고관리 자동화 시스템 - 재고 실시간 모니터링 - 재고회전율관리 - 불용 재고 폐기 절차의 효율성	Breen(2008); Mustaffa and Potter(2009); Ahmadi et al.(2022); CIDRAP(2022); Dogbe et al.(2023); Sugihartanto et al.(2024)
운송, 물류 및 조달업무	- 운송시간의 정확성 - 운송경로 최적화 수준 - 물류비용 예측 및 관리 능력 - 조달 시스템의 신뢰 수준 - 긴급 조달 체계의 존재 여부	Jaberidoost et al.(2013); Benazzouz et al. (2018); Shenoi et al.(2021); CIDRAP(2022); Dogbe et al.(2023); Ahmad et al.(2024)
기술, 시스템 및 프로세스	- 의료기기 및 의약품 추적 시스템 활용 정도 - 데이터 기반 의사결정 지원 시스템 - 공급망 참여자 간 정보 공유 시스템 구축 - 공급망 운영 최적화 시스템 구축 - 프로세스 변화에 따른 유연성	Breen(2008); Mustaffa and Potter(2009); Benazzouz et al.(2018), Shenoi et al. (2021); Čerkauskienė and Meidute-Kavaliauskiene(2023); Getele and Ruoliu(2023); 정희범 외(2024)

중심으로 원내에 있는 의약품 및 의료소모품 등에 대한 효율적 관리를 위한 기술에 초점을 두고 있다는 현장의 의견을 반영하여 기술, 시스템 및 프로세스로 통합하였다.

이러한 의견 수렴 과정을 통해 국내 의료기관의 특성을 반영하여 6가지 요인을 4개 요인으로 통합하고 관련 세부영역을 총 20가지 평가항목으로 재구성하였다. 전문가 의견을 수렴하여 4개의 요인으로 선정되는 과정에서 100% 일치라 되지 않은 항목은 의료기관별 특성을 고려하면서 재논의 과정을 통해 의견을 통합하여 4개 요인 20개 세부항목으로 재구성하는 과정을 거쳤다. 또한 선행연구에서 제시되었던 관련 리스크 평가 요인 용어를 일부 수정하였는데, 이는 <표 3>과 같다. 따라서 본 연구에서는 <표 3>을 기반으로 자료수집을 진행하였다.

III. 연구방법

3.1 연구설계

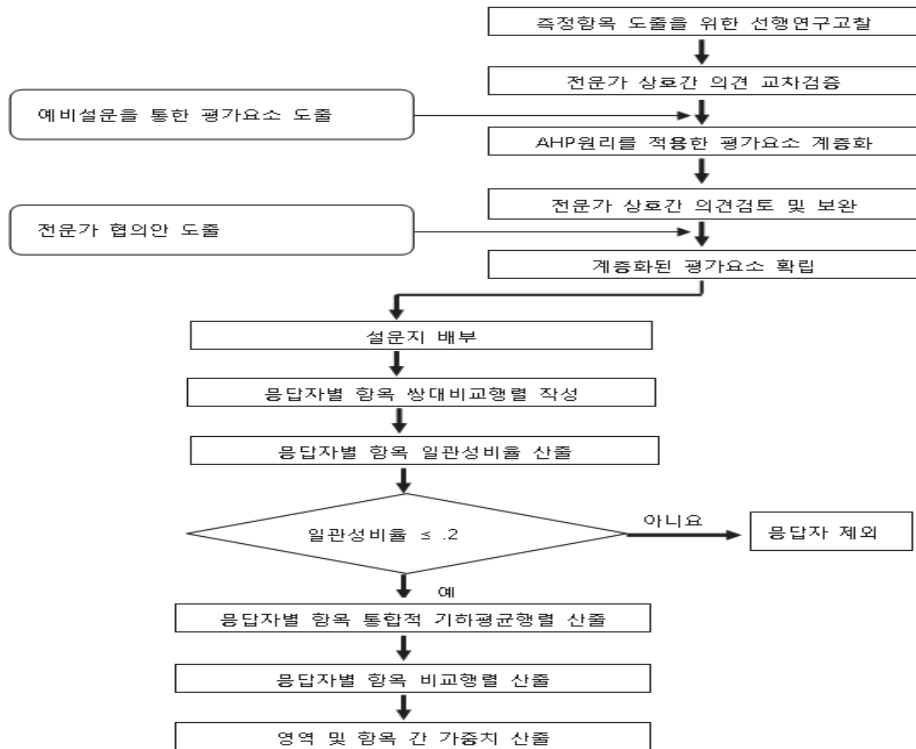
AHP(계층화 분석법)는 상충되는 다양한 대안들 사이에서 요소 간 쌍대비교를 통해 명확하고 체계적인 의사결정을 가능하게 하며, 적용이 간편하고 다양한 분야에 활용될 수 있어 의사결정 분야에서 널리 사용되는 기법이다. 특히 AHP는 '1) 평가 구조의 단순화, 2) 평가 결과의 통합' 과정을 거치는 분석 방법으로, 본 연구의 목적에 적합하다고 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 국내 의료기관을 대상으로 헬스케어 공급망 리스크 요인을 비교·분석하고, 리스크 요인의 우선순위를 체계적으로 도출하기 위해 AHP 기법을 적용하였다. 이를 통해 리스크 요인별

중요도를 정량적으로 평가하고, 공급망에서 발생할 수 있는 리스크 요인에 대한 전략적 대응 방안을 제시하고자 <그림 1>과 같은 절차에 따라 평가항목 선정 및 분석을 진행하였다.

3.2 자료수집

본 연구의 자료수집을 위해 설문지는 크게 두 부분으로 구성되었다. 첫 번째 부분에서는 응답자의 일관된 판단을 유도하기 위해 쌍대비교 시 유의사항과 응답요령을 예시와 함께 제시하였다. 두 번째 부분은 헬스케어 공급망 리스크 요인에 대한 평가를 중심으로, 1차 기준과 2차 기준에 대한 쌍대비교 항목으로 설문을 구성하였다. 각 항목의 평가는 요소 간 중요도 및 선호도의 차이를 구분하기 위해 Saaty (1983)가 제안한 9점 척도를 사용하였다.

설문 대상자는 1) 의료기관의 구매공급업무 책임자급(해당업무 경력 10년 이상)이며, 2) 500병상 이상 의료기관을 선정(한 종업원이 여러 업무를 중복적으로 담당하는 경우가 상대적으로 높은 500병상 미만의 의료기관은 제외함)하였다. 앞에서 제시한 바와 같이, 헬스케어 공급망은 제약사, 물류업체, 의료기관, 정부 등 다양한 주체로 구성되어 있으며, 질병 치료를 위해 공급되는 의약품은 허가 절차가 복잡하다는 구조적 특성으로 인해 다른 산업에 비해 공급망 구조가 매우 복잡하다(최병돈&이돈희, 2013; 정희범 외, 2024). 특히 한국의 경우, 2024년 기준 의약품, 의료기기, 의료용품 등에 사용되는 원료의약품의 약 75%를 수입에 의존하고 있어(테일리팜, 2025), 물류·유통업체와 국내외 제약사를 모두 포괄하기는 현실적으로 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 공급망 내에 있는 모든 주체를 포함하지 않고, 의료기관을 대상으로 자료를 수집하였다. 예를 들어, 1,000병상 규



〈그림 1〉 AHP 분석을 위한 평가항목 도출 및 분석 절차

모의 의료기관은 일반적으로 700개 이상의 공급업체와 계약을 맺고 있는 것으로 알려져 있어(최병돈 & 이돈희, 2013), 본 연구를 수행하는 데 있어 타당성 확보에 문제가 없다고 판단하였다. 설문 작성의 유의사항에 대해 직접 면담을 통해 충분히 설명한 후, 이에 동의한 응답자를 대상으로 직접 설문지 방식을 활용하여 자기기입식 설문조사 방법을 활용하였다.

AHP 기법 적용 관련 연구 중 최병돈&이돈희(2013)는 의료 SCM 성공요인 비교연구에서 해당업무에 대한 경력이 3년 이상의 SCM 관련 실무전문가 23명을 대상으로 하였으며, 이창호(2000)는 10~15명의 응답자 수로도 충분하다고 하였다. 이들 연구의 공통점은 AHP 분석을 위한 데이터 수집은 실무적 또는

전문적 경험을 갖춘 집단을 대상으로 하면 집단의 동질성이 확보된다고 하였고, 이들 연구에서 분석된 데이터는 6~23명으로 차이가 크다.

본 연구의 AHP 설문조사는 2025년 6월 23일부터 7월 10일까지 국내 의료기관의 구매팀을 방문하여 책임자급에게 설문 목적과 내용을 설명한 후 직접 설문지를 배부하는 방식으로 진행되었다. 총 30부 중 72.0%인 21부가 회수되었고, 응답에 오류나 빠진 부분이 있는 설문지 4부를 제외하고 총 17부를 분석에 활용하였다.

본 연구에 참여한 응답자의 인구통계학적 특징과 참여 의료기관의 특성은 〈표 4〉와 같다. 의료기관의 특성별 특징 중 상급종합병원 52.94%, 종합병원

〈표 4〉 응답자의 인구통계학적 특성 및 의료기관의 구조적 특성

구분		빈도수	비율(%)	구분		빈도수	비율(%)
종별 형태	상급종합병원(3차)	9	52.94	병상수	500병상 이상~1000병상 미만	9	52.94
	종합병원(2차)	8	47.06		1000병상 이상	8	47.06
설립 형태	학교법인	6	32.29	소재지	서울	7	41.18
	재단/의료법인	9	52.94		경기 및 인천	6	35.29
	국공립	2	11.77		이외 지역	4	23.53
성 별	여	2	11.76	직위	팀장	14	82.35
	남	15	88.24		부장	3	17.65
부서 (팀)	구매물류	15	88.24	근무 기간	10년 이상~20년 미만	15	88.24
	물류 및 자재	2	11.76		20년 이상	2	11.76
구매부서 책임자가 바라본 의료기관 구매업무 중요성에 대한 구성원의 인지도				매우 중요함 중요함 보통임		3	17.65
						9	52.94
						5	29.41
총						17	100.00

47.06%로 나타났으며, 설립형태는 학교법인 32.29%, 재단/의료법인 52.94%, 국공립은 11.77%로 조사되었다. 병상규모에 있어서는 500병상 이상~1,000병상 미만 52.94%, 1,000병상 이상 47.06%로 나타났다. 본 설문에 응답한 응답자의 병원 구매관련 업무 경력은 10년 이상~20년 미만이 88.24%로 나타났다. 특히 의료기관의 구매관련 업무의 중요성에 대해 구매부서 책임자 급이 바라본 구성원의 인지도 중 70.59%는 중요하다고 인식하였다.

IV. 분석결과

4.1 일관성 검증

본 연구에서는 수집된 AHP 자료에 대한 각 응답자의 의견에 대한 논리적 타당성 및 일관성 측정을 위해 논리적 일관성 검증은 일관성 비율(CR, Consistency

Ratio) 분석을 통해 타당성을 검증하였다. 일반적으로 AHP 분석에서 CR 값이 0.1 이하일 경우 용납 가능한(acceptable), 0.2 이하일 경우 허용가능한(tolerable) 범위로 평가한다(Saaty, 1983). 본 연구에서도 헬스케어 공급망 리스크 요인에 관한 중요도 순위 결정에 대한 의사결정을 위해 우선 각 항목별로 쌍대비교 기준은 CR 값으로 하였고, 그 기준값은 0.2 이하로 설정하였다(Saaty, 1983). 다만, 대용가능 지수(SI, Substitutability Index) 판단 기준의 경우 본 연구에서 사용되는 표본 수가 적고, 각 응답자의 의견이 CR 값 범위 내에 있다는 기준 하에 SI 값은 추가로 판정하지 않았다.

4.2 AHP 분석결과

AHP 방식에 의해 수집된 자료를 분석하기 위해 일반적으로 사용하는 Expert Choice 11.5를 사용하였다. 헬스케어 공급망 리스크 관리를 위한 우선순위를 결정하기 위해 본 연구에서 제안된 4개 항목과

20개 세부 항목에 대한 가중치 결과는 <표 5>와 같다.

평가항목에 대한 CR 값은 0.019~0.047로 분석되어 평가기준을 충족하였다(Saaty, 1983). 계층 1에 대한 분석결과에서 해당업무를 담당하는 전문가들의 관점에서는 헬스케어 공급망 리스크 관리를 위해 가장 중요한 요인으로 판단한 항목은 재고관리 영역으로 중요도가 30.7% 가장 높게 나타났다. 2위의 중요도는 기술, 시스템 및 프로세스(27.6%), 물류 및 조달업무의 중요도는 3위로 23.4%, 수요 및 공급업무 중요도는 4위인 18.3%로 분석되었다.

이러한 결과는 헬스케어 공급망에서 리스크를 최소화하기 위해서는 해당 의료기관에서 보관 중인 재고품목에 대한 관리(30.7%)가 가장 우선시되어야 함

을 의미한다. 일반적으로 상급종합병원인 3차 의료기관에 비해 2차 의료기관인 종합병원의 경우 질병 유형(예, A 종합병원은 BB 질병 치료에 특화된 등)에 따른 환자의 분포도가 보편적으로 알려져 있기 때문에 의료서비스를 제공하기 위해 요구되는 의약품 및 의료소모품에 대한 재고관리를 우선시하는 것으로 평가된다. 특정 의료기관에서 질병치료에 요구되는 의약품 및 장비가 부족할 경우 질병치료 지연이 발생할 수 있고, 이는 자칫 생명에 위협을 줄 수도 있기 때문일 것이다.

재고관리의 중요성 관점에서 수천 종류의 물품에 대해 일일이 사람에 의해 관리할 수 없는 만큼 기술, 시스템 및 프로세스업무(27.6%)가 두 번째로 중요

<표 5> 평가항목별 분석 결과(종합)

계층 1			계층 2				
평가 항목 (CR)	중요도	순위	평가항목	단계별(Local)		전체(Global)	
				중요도	순위	중요도	순위
수요 및 공급업무 (0.031)	0.183	4	고객 요구 변화에 대한 반응	0.158	4	0.035	19
			고객만족도 대응 및 개선 정도	0.137	5	0.024	20
			공급업체와의 커뮤니케이션 원활	0.189	3	0.038	17
			주요 의료 원부자재 및 제품 공급 안정성	0.265	1	0.061	5
			공급업체의 리스크 관리 역량 및 대응력	0.251	2	0.037	18
재고관리 (0.019)	0.307	1	적정 재고수준 유지 능력	0.148	5	0.039	16
			재고관리 자동화 시스템	0.239	2	0.063	2
			재고 실시간 모니터링	0.247	1	0.067	1
			재고회전율관리	0.195	3	0.048	11
			불용 재고 폐기 절차의 효율성	0.171	4	0.055	8
운송, 물류 및 조달업무 (0.035)	0.234	3	운송시간의 정확성	0.197	3	0.059	6
			운송경로 최적화 수준	0.172	4	0.055	8
			물류비용 예측 및 관리 능력	0.162	5	0.046	14
			조달시스템의 신뢰 수준	0.228	2	0.047	13
			긴급 조달 체계의 존재 여부	0.241	1	0.062	4
기술, 시스템 및 프로세스 (0.047)	0.276	2	의료기기 및 의약품 추적 시스템 활용 정도	0.257	1	0.063	2
			데이터 기반 의사결정 지원 시스템	0.221	2	0.058	7
			공급망 참여자 간 정보 공유 시스템 구축	0.221	2	0.052	10
			공급망 운영 최적화 시스템 구축	0.148	5	0.043	15
			프로세스 변화에 따른 유연성	0.153	4	0.048	11

한 요인으로 분석되었다. 사용되는 기술이나 시스템 및 프로세스 등에서 실시간 재고관리 모니터링은 매우 중요할 것이고 시스템이나 프로세스 과정에서 오류가 발생할 경우 질병치료를 부정적인 영향을 미칠 가능성이 높기 때문에 헬스케어 공급망 리스크 관리 요인 중 두 번째로 평가된 것으로 판단된다.

세 번째로 중요하다고 평가된 요인은 운송, 물류 및 조달업무(23.4%)로 분석되었는데, 이는 희귀질환이나 백신의 경우 빈번하게 사용되는 의약품이 아니기 때문에 운송이나 물류 및 조달업무가 중요하다고 판단한 결과라 생각된다. 특히 수술시 필요한 혈액 공급은 매우 긴급하게 요청될 수 있고, 운송시 일정 수준의 온도를 유지해야 하는 경우도 발생하고, 혈액의 경우는 보관 기간도 짧으며, 특히 글로벌 조달에 의존하는 경우 공급 중단 리스크도 높기 때문에 평가된다.

상대적으로 낮은 순위로 평가된 수요 및 공급업무(18.3%)는 특정 의료기관을 이용하는 환자의 질병 양상이 예측되는 만큼 새로운 고객(환자)을 찾기 위한 노력이 다른 서비스 분야에 비해 상대적으로 낮기 때문으로 판단된다. 비록 팬데믹이나 계절성 질병의 경우 정확한 수요 예측을 통해 민첩하게 대응(공급)하는 것이 지역사회 안녕을 추구하기 위해 중요하지만, 이는 공공의료의 역할이 더 크기 때문에 <표 5>와 같은 분석결과가 나온 것으로 생각된다. 그러나 기후변화, 자연재해, 전쟁, 감염병 확산 등은 의료환경에 다양한 변동성과 불확실성을 초래하여 의료체계를 위협할 수 있다. 예를 들어, 전쟁이나 감염병(예: COVID-19) 등은 의료시설 파괴·운영 마비, 의료인력 이동, 백신 및 의료물자 부족 등을 발생시켜 의료자원 공급의 불균형과 의료서비스 수요 급증을 초래하며, 이로 인해 수요 예측을 더 어렵게 하고 있다. 그러므로 수요 예측에 대한 관심과 예측의 정

확성을 위한 노력이 필요하다.

계층 2에 대한 분석결과, 계층 1의 각 4개 평가항목에 대한 가중치 분석결과(<표 5>의 단계별 항목)를 요인별로 살펴보면 다음과 같다.

수요 및 공급업무 영역에서는 주요 의료 원부자재 및 제품 공급 안정성(1위, 26.5%), 공급업체의 리스크 관리 역량 및 대응력(2위, 25.1%)으로 분석되었다. 의료기관에서는 필수 의약품 등의 공급이 중단될 경우, 환자치료에 직접적으로 심각한 영향을 미칠 수 있다. 즉, 공급 불안정은 치료 지연, 수술 취소, 환자안전 위협 등으로 이어질 수 있으므로 공급 안정성 확보가 수요 및 공급업무 영역에서 중요한 요인으로 평가된 것이라 할 수 있다. 공급업체가 자체적으로 리스크를 식별·평가하고, 신속하게 대응할 수 있는 역량을 갖추는 것은 전체 공급망의 회복력에 중요하기 때문에 공급업체의 리스크 관리 역량 및 대응력 또한 중요한 요인으로 평가된 것이라 판단된다.

재고관리업무 영역에서는 재고 실시간 모니터링(24.7%), 재고관리 자동화 시스템(23.9%), 재고 회전율관리(19.5%)의 순으로 나타났다. 이러한 분석결과는 헬스케어 분야가 질병치료 및 건강관리 과정에서 환자치료의 연속성과 안전을 최우선 가치로 삼기 때문에 재고 부족이나 과잉, 유통기한 만료 등과 같은 재고관련 이슈를 실시간으로 추적 및 모니터링하여 신속하게 대응할 수 있는 공급체계의 중요성을 보여준 결과라고 할 수 있다. 재고관리 자동화 시스템은 인적 오류를 줄이고, 재고 입출고 및 주문 과정을 효율적으로 관리하여 운영 리스크를 줄일 수 있다. 특히 의료기관은 병동이나 수술실로 출고된 의약품 등이 실제로 사용되지 않았더라도 재고로 간주하지 않기 때문에 어느 시점을 기준으로 재고를 파악할 것인가가 중요하다. 예를 들어, 수술실 재고의 평균 13%

는 사용되지 않은 채 보관만 되다가 유통기한이 경과되었다(Owens and Minor, 2023). 그러므로 재고관리 자동화 시스템을 통해 재고수준을 실시간으로 모니터링하는 것은 리스크 및 비용을 줄이기 위한 활동이 될 수 있다. 재고회전율관리는 재고의 효율적 관리와 비용 최적화에 중요한 지표이다. 그러나 헬스케어 분야는 환자안전과 인간의 존엄성이라는 가치가 비용 효율성보다 우선시되므로, 재고회전율관리는 상대적으로 낮게 평가된 것으로 해석될 수 있다. 그러므로 헬스케어 공급망 리스크 관리의 필요한 의약품 등을 적시에 공급(JIT)하는 것을 원칙으로 해야 하며, 이를 위해 공급망의 업스트림과 다운스트림 전반에서 가시성 확보와 리스크 관리 운영방안이 마련되어야 한다(정희범 외, 2024; Owens and Minor, 2023).

운송, 물류 및 조달업무 영역에서는 긴급 조달 체계의 존재 여부(24.1%), 조달 시스템의 신뢰 수준(22.8%), 운송시간의 정확성(19.7%)이 주요 요인으로 분석되었다. 헬스케어 분야에서는 감염병 유행이나 재난과 같은 예기치 못한 수요 급증에 신속히 대응하기 위한 긴급 조달 체계의 유무가 매우 중요한 요소로 작용한다(정희범 외, 2024). COVID-19와 같은 팬데믹은 응급의료체계 구축의 중요성을 여실히 보여준바 있으며, 특히 혈액 공급처럼 보관 기간이 짧은 자원의 경우에는 긴급 조달 체계가 더욱 필수적이다. 또한 조달 시스템에 대한 신뢰는 의약품의 품질과 안전성을 담보하며, 이는 환자치료의 기본 조건이라 할 수 있다. 위조 의약품이나 품질 미달 제품이 공급될 경우 환자의 생명에 중대한 위협을 초래할 수 있기 때문에 높은 신뢰 수준의 조달 시스템 구축이 필수적이다(정희범 외, 2024). 운송시간의 정확성 또한 수술 일정 및 치료 계획에 직접적인 영향을 미치므로 리스크 관리의 중요한 요인이라 할 수 있다.

기술, 시스템 및 프로세스업무 영역에서는 의료기기 및 의약품 추적 시스템 활용 정도(25.7%), 데이터 기반 의사결정 지원 시스템과 공급망 참여자 간 정보 공유 시스템 구축(22.1%)이 중요도 높은 것으로 분석되었다. 의료기기 및 의약품의 추적 시스템(예, RFID, 의료기기 표준코드(UDI) 등)은 제품의 위치, 상태, 유통기한, 사용 이력 등을 실시간으로 파악할 수 있게 하며, 위조·불량 제품 유입, 유통기한 경과, 재고 오류 등 다양한 리스크를 감지하고 신속하게 대응할 수 있게 한다. 이는 환자안전을 직접적으로 보장하고, 정부 규제(예, UDI 도입 의무화) 등에 대응할 수 있도록 하여 공급망의 투명성과 신뢰성을 극대화에 기여한다(Guo et al., 2025). 또한 데이터 기반 의사결정 지원 시스템과 공급망 참여자 간 정보 공유 시스템 구축이 2위로 선정되었는데, 이는 정확한 수요 예측 및 리스크 사전 감지, 복잡한 환경에서 민첩하고 정확한 대응을 통해 의사결정 지원 등을 가능하게 한다. 이는 공급망 전체의 가시성, 협업, 투명성, 신뢰성 향상에 직접적으로 기여하므로, 공급망 리스크 관리에 있어 매우 중요한 역할을 한다(정희범 외, 2024; Guo et al., 2025).

전체 20개 평가항목의 가중치를 살펴보면(〈표 5〉참조), 항목 간 큰 차이는 없으나 재고 실시간 모니터링(6.7%)이 가장 높은 가중치를 보였으며, 이어서 재고관리 자동화 시스템, 의료기기 및 의약품 추적 시스템 활용 정도(각 6.3%), 긴급 조달 체계의 존재 여부(6.2%), 주요 의료 원부자재 및 제품 공급 안정성(6.1%), 운송시간의 정확성(5.9%) 순으로 나타났다. 반면, 고객 만족도 대응 및 개선 정도(2.4%)는 가장 낮은 비중으로 평가되었다.

이러한 분석결과는 헬스케어 공급망 리스크 관리가 비용 효율성보다는 환자치료, 안전성, 연속성, 그리고 시스템 신뢰성과 정보 투명성 확보 등 인간의

존엄성 가치에 기반하여 운영되고 있음을 보여준다 (Market Research Report, 2024). 이는 헬스케어 산업의 특수성(사회적 파급력, 강력한 규제, 글로벌 상호의존성 등)을 반영한 결과라고 할 수 있다. 그러므로 실시간 모니터링, 자동화, 추적 시스템, 정보 공유, 공급 안정성, 공급업체의 대응력 등이 헬스케어 공급망 리스크 관리의 핵심 요인임을 알 수 있다.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 헬스케어 공급망 리스크 관련 요인을 선행연구 고찰을 통해 1차적으로 도출한 후 의료기관의 실무전문가 회합을 통해 평가항목을 선정하였다. 선정된 평가항목은 AHP 기법을 활용하여 각 요인의 상대적 중요도를 분석함으로써 리스크 관리의 우선순위를 체계적으로 제시하고자 하였다.

계층 1단계 분석결과, 의료기관에서 가장 중요하게 인식하는 업무 영역은 재고관리(1순위, 30.7%), 기술·시스템 및 프로세스(2순위, 27.6%), 물류 및 조달(3순위, 23.4%), 수요 및 공급 업무(4순위, 18.3%) 순으로 나타났다. 이는 의료기관 운영에서 재고관리의 중요성이 상대적으로 높게 인식되고 있음을 보여준다. 의료기관의 서비스 제공 특성상, 특정 의료기관을 방문하는 고객(환자)의 질병 군은 비교적 안정적으로 유지되며, 서비스 내용 또한 대부분 표준화된 진료나 처치 범위 내에서 이루어진다. 이러한 구조는 의약품 수요의 급격한 변동 가능성을 낮추며, 결과적으로 수요 예측 활동의 필요성을 감소시키고, 오히려 기존 재고 품목의 안정적 관리가 더 중요함을 의미한다. 특히 백신 및 희귀의약품의 경우, 사용 빈도와 수요가 예측 불가능하거나 낮기 때문에

사전 재고를 유지하기보다는 필요시 조달하는 방식을 일반적으로 채택한다. 또한 의료기관은 개별 제약회사와의 직접적인 거래보다는, 중간 유통 또는 거점 업체를 통해 필요한 의약품과 자원을 공급받는 경향이 강하다. 본 연구에 참여한 실무전문가들은 의뢰 기기나 희귀의약품과 같은 특수 의약품의 경우에는, 일시적으로 태스크포스(TF) 팀을 구성하여 단기적으로 대응하는 방식을 취한다고 한다. 이는 일상적인 운영 체계보다는 상황에 따라 유연하게 대응하는 방식으로 효율적 운용을 위한 전략적 선택이라고 할 수 있다.

계층 2단계인 단계별(local) 분석결과, 수요 및 공급업무 영역에서는 주요 의료 원부자재 및 제품 공급 안정성(1순위)과 공급업체의 리스크 대응 역량(2순위)이 핵심 요인으로 나타났으며, 재고관리업무 영역에서는 재고의 실시간 모니터링(1순위)과 재고 관리 자동화 시스템(2순위)이 중요하게 평가되었다. 이는 환자치료에 직접적으로 영향을 미치는 의약품 등의 재고 상황을 실시간으로 파악하고 적기에 공급하는 것이 의료현장의 리스크 감소에 결정적인 역할을 하기 때문으로 분석된다. 물류 및 조달업무에서는 긴급 조달 체계의 존재 여부가 가장 높은 중요도(24.1%)를 나타내었는데, 이는 감염병 유행이나 자연재해 등 긴급 상황에서 환자안전 확보를 위한 필수 조건으로 해석된다. 기술 및 시스템 측면에서는 의료기기 및 의약품의 추적 시스템 활용 정도(1순위)와 데이터 기반 의사결정 및 정보 공유 시스템이 두 번째로 높은 비중을 차지하였는데, 이는 공급망의 투명성과 신뢰성을 확보하고, 복잡한 상황에서 민첩하게 대응하기 위한 기반 요소로서의 중요성이 강조된 결과라고 할 수 있다.

계층 2단계인 전체(global)항목 분석결과, '재고 실시간 모니터링'이 가장 높은 가중치(6.7%)를 나타

내었으며, 2순위는 ‘재고관리 자동화 시스템(6.3%)’과 ‘의료기기 및 의약품 추적 시스템 활용 정도(6.3%)’, 4순위는 ‘긴급 조달 체계의 존재 여부(6.2%)’, 5순위는 ‘주요 의료 원부자재 및 제품 공급 안정성(6.1%)’ 등으로 나타났다. 이는 헬스케어 공급망 리스크 관리에 있어 비용 효율성보다 환자의 생명과 안전, 그리고 치료의 연속성을 보장하는 요소들이 우선적으로 고려되어야 함을 보여주는 결과로 공급망에서의 리스크 관리의 인간의 존엄성을 가장 높은 가치로 두고 헬스케어 서비스가 이루어지고 있음을 보여주는 간접적인 결과라 할 수 있다.

이러한 분석결과는 헬스케어 공급망 리스크 관리가 일반 제조업이나 서비스업과는 달리, 환자의 생명과 직결된 특수성과 사회적 파급력을 고려한 접근이 필요함을 시사한다. 특히 헬스케어 분야에서 ‘Just-in-Time’ 방식의 공급은 환자의 치료 결과에 직접적인 영향을 미칠 수 있으며, 의료기관의 재고 및 공급 체계는 단순한 운영효율성 측면보다는 인간의 존엄성과 환자안전을 중심으로 설계되어야 함을 시사한다 (Guo et al., 2025; Market Research, 2025). 따라서 공급망 전반에 걸쳐 실시간 모니터링, 자동화, 추적 시스템, 정보 공유 기반의 협업 구조가 필수적으로 요구된다. 그러므로 헬스케어 공급망 리스크 관리의 환자치료의 연속성과 안전 확보라는 궁극적인 목적을 달성하기 위해, 공급 안정성, 시스템 자동화, 정보 투명성, 신속한 대응 체계를 핵심 전략으로 포함해야 하며(Nze-Ekpebie and Udealor, 2023), 이러한 요소들은 향후 의료환경 변화 및 위기 상황에서도 지속가능하고 회복력 있는 공급망을 구축하는데 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

본 연구는 다음과 같은 학문적·실무적 시사점이 있다. 학문적으로 첫째, 본 연구는 기존 공급망 리스크 분석에서 상대적으로 소외되어 온 헬스케어 분야

를 정량적 분석 기법인 AHP기법을 활용하여 실증적으로 분석했다는 점에서 의의를 가진다. 둘째, 본 연구에서는 학문적으로 연구된 헬스케어 공급망 리스크 요인을 재분석하여 리스크 요인을 구성한 다음 실무전문가와 회합을 통해 평가항목을 선정하였다. 즉, 학문적 연구결과는 실무적으로도 통용되어야 한다는 점에서 본 연구는 학문적 연구결과와 실무적 관점을 통합하여 측정항목을 개발하였기 때문에 학문적 시사점이 있다.

헬스케어 공급망에서 발생할 수 있는 리스크를 최소화하기 위한 실무적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 재고 및 조달 시스템의 디지털 기반 구축은 헬스케어 공급망 리스크 관리를 위한 장기적인 관점으로 접근할 필요성이 있다. 즉, 재고 실시간 모니터링과 자동화 시스템의 구축은 의료현장에서 발생할 수 있는 재고 부족, 과잉, 유통기한 초과 등의 리스크를 사전에 식별하고 신속하게 대응할 수 있다. 특히 의료소비재의 사용 속도와 공급 시점이 환자의 생명과 직결되는 의료서비스의 특성을 고려할 때, 디지털 기술을 활용한 투명하고 효율적인 재고 흐름 관리 체계는 필수 요인이 될 수 있다. 그러므로 본 연구결과는 디지털 기반 공급망 리스크 관리 구축을 계획하는 데 있어 기초적이고 실증적인 결과를 제공하였다는 점에서 실무적 의의가 있다. 둘째, 의료기기 및 의약품의 추적 시스템(예, RFID, UDI 등)은 위조 제품 및 품질 미달 제품 유통을 차단하고, 사용 이력과 상태를 실시간으로 파악하여 환자안전을 직접적으로 보장할 수 있는 기반이 되므로 공급망의 투명성과 협업 기반의 리스크 대응 체계 구축은 중요하다. 이러한 관점에서 의료기관-공급업체 또는 거점 공급업체 간 실시간 정보 공유 및 데이터 기반 의사결정 시스템의 중요성이 본 연구결과를 통해 제시되었다. 그러므로 공급업체와의 전략적 협력관계 구축시 의사결정의 기초를

제안하였다는 점에서 실무적 시사점이 있다. 셋째, 본 연구에서는 환자 중심의 리스크 관리 체계를 구축하기 위한 구체적인 우선순위 지표를 도출하였기 때문에 공급망 운영의 민첩성과 회복력 제고의 운영 방안을 제시하였다는 점에서 실무적 가치가 있다. 넷째, 본 연구는 헬스케어 공급망에서 발생 가능한 리스크 요인과 그 우선순위를 의료기관 관점에서 제시하였기 때문에, 의료기관 실무자는 해당 기관의 특성을 반영하여 공급망 리스크 관리 및 사전 예방 활동을 위한 리스크 요인 선정 시 객관적인 기준으로 활용할 수 있다. 다섯째, 국내 헬스케어에 공급되는 의약품 등의 수입 의존도가 75% 이상에 달해 국내 원료의약품 개발의 필요성이 요구되는 만큼, 본 연구는 공급망 리스크를 줄이기 위한 개별적 노력뿐 아니라 국가 차원의 지원과 노력을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

이러한 연구결과의 의의가 있음에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계점을 지닌다. 첫째, 리스크 측정항목은 1차적으로 선행연구를 기반으로 도출하였고, 실무전문가 회합을 통해 최종 측정항목을 선정하였지만, 헬스케어 전 분야의 전문가를 통한 의견 수렴이 아니기 때문에 평가항목을 일반화할 수 없는 한계점이 있다. 둘째, 우선순위를 결정하기 위해 AHP 기법을 활용하였지만, 자료수집의 한계점(선정된 의료기관의 규모, 지역적 분포, 응답자 수)으로 충분한 데이터를 확보하지 못한 채 분석결과가 제시되었기 때문에 분석결과를 일반화하는 데에는 한계점이 있다. 헬스케어 공급망(제약사 - 물류업체 - 의료기관 - 정부 규제기관 등) 리스크는 헬스케어 공급망을 포괄하는 리스크 분석으로 진행되는 것이 타당하지만, 의료기관 관점에서의 공급망 리스크 측면을 분석하였기 때문에 공급망 전반의 주체를 포함하여 공급망 리스크 분석을 할 필요성이 있다.

따라서 향후 연구에서는 앞에서 제안된 한계점을 보완한 후속연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 헬스케어 영역은 의료기관(1차, 2차 3차 등), 의료기기, 의약품 등 영역이 다양하므로 헬스케어 영역별 요인을 고려하여 분야별 특성 및 협력업체 간 네트워크, 불확실성 대응을 위한 대응 체계 등의 산업 변수를 포함하는 포괄적인 공급망 리스크 관리 방안을 모색할 수 있으므로 이러한 점을 고려한 연구가 진행될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 고경석, 허재준, 오재민 (2021). “스마트팩토리 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 - 고객사와 공급사 간 비교를 중심으로 -”, **경영학연구**, 제25권 3호, pp.129-151.
- (Ko, K. S, Huh, J. J. and Oh, J. I. (2021). “A Study on the Factors that Affect the Adoption of a Smart Factory - Focusing on the Comparison between Customers and Suppliers,” *Korea Business Review*, 25(3), pp.129-151.)
- 김동숙, 송인명, 최상은, 박은자, 이주연, 허규남, 신주영, 이해성 (2024). “의약품 유통 선진화를 위한 유통체계 개선방안 연구,” **건강보험심사평가원**.
<https://www.hira.or.kr/ra/trend/study/getReportInfo.do?pgmid=HIRAA030095000000&studyDataSeq=707&brdScnBltno=4&brdBltno=>
- (Kim, D. S., Song, I. M., Choi, S., Park, E., Lee, J., Heo, G., Shin, J. and Lee, H. (2024). “A Study on the Efficiency of High-Growth ICT Service Companies,” *Health Insurance Review & Assessment Service*)
- 권오탁 (2018). “품질관리가 필요한 의료장비 선정기준 및

- 우선 적용대상 의료장비 선정,” **건강보험심사평가원 정책동향**, 제12권 3호, pp.33-48.
- (Kwon, O. K. (2018). “Election Criteria for Medical Equipment Requiring Quality Control and Selection of Medical Equipment Subject to Priority Application,” *Health Insurance Review & Assessment Service Policy Trends*, 12(3), pp.33-48.)
- 데일리팜 (2025). “원료약 자급도 2년새 12% → 31%...국내 생산 원료 사용” <https://www.dailypharm.com/Users/News/NewsView.html?ID=324429>, 2025년 8월 접속.
- (Dailypharm (2025). “Self-sufficiency rate for raw pharmaceutical materials jumps from 12% to 31% in two years...Domestically produced raw materials used” <https://www.dailypharm.com/Users/News/NewsView.html?ID=324429>, retrieved August 2025)
- 박민규, 김민용, 양성병 (2020). “계층화분석기법(AHP)을 이용한 건강보험 부담청구 감지지표 우선순위 도출,” **경영학연구**, 제24권 1호, pp.89-105.
- (Park, M. K., Kim, M. Y. and Yang, S. B. (2020). “Prioritizing Indicators for Detecting Fraudulent Claims of Health Insurance Based on AHP,” *Korea Business Review*, 24(1), pp.89-105.)
- 박은자, 박주현, 박나영, 곽윤경, 천희란, 오영호 (2023). “코로나19 대유행에 따른 국민의 건강영향과 의료 이용 변화 분석,” **한국보건사회연구원, 연구보고서 2023-20**, <https://doi.org/10.23060/KIHASA.A.2023.20>
- (Park, E., Park, J., Park, N. Y., Kwak, Y. K., Chun, H. and Oh, Y. (2023). “Analysis of Changes in Health Behavior, Health Status and Medical Use During COVID-19 Pandemic,” *Korea Institute for Health and Social Affairs, Research Report 2023-20*, <https://doi.org/10.23060/KIHASA.A.2023.20>)
- 이충배, 류희찬 (2020). “코로나-19 확산 하에서 공급사슬 위험관리전략에 관한 연구,” **통상정보연구**, 제22권 4호, pp.137-157.
- (Lee, C. B. and Ryu, H. C. (2020). “A Study on Supply Chain Risk Management Strategies During Covid-19,” *International Commerce and Information Review*, 22(4), pp.137-157.)
- 지성우, 하현구 (2022). “의약품 콜드체인 물류서비스 품질에 근거한 물류서비스 협력사 결정요인 분석: AHP (Analytic Hierarchy Process)의 적용,” **로지스틱스연구**, 제30권 2호, pp.1-19.
- (Ji, S. W. and Ha, H. K. (2022). “Analysis of Determinants of Pharmaceutical Cold Chain Logistics Service Quality: Application of AHP(Analytic Hierarchy Process),” *Korea Logistics Academy*, 30(2), pp.1-19.)
- 정지은, 최윤희, 허선경 (2022). “바이오의약품산업의 가치 사슬별 경쟁력 진단과 정책 방향,” **월간 KIET 산업경제**, 제287권, pp.48-60.
- (Jeong, J., Choi, Y. and Heo, S. (2022). “Competitiveness Diagnosis and Policy Direction by Value Chain of the Biopharmaceutical Industry,” *Monthly KIET Industrial Economy*, 287, pp.48-60.)
- 정지훈, 고영희 (2023). “국내 바이오제약 기업 성장 프로세스와 코로나-19 기회활용 전략: 셀트리온과 삼성바이오로직스 전략 메커니즘 비교분석,” **경영학연구**, 제27권 1호, pp.27-52.
- (Jeong, J. and Ko, Y. H. (2023). “Growth Process of Domestic Biopharmaceutical Companies and Strategies for Utilizing COVID-19 Opportunities,” *Korea Business Review*, 27(1), pp.27-52.)
- 정희범, 정의범, 이돈희 (2024). “헬스케어 공급망 리스크 주요 이슈 분석: 뉴스기사를 중심으로,” **한국생산관리학회지**, 제35권 3호, pp.355-379.

- (Jung, H. B., Jeong, E. B. and Lee, D. H. (2024). "Analysis of Key Risk Issues in Healthcare Supply Chains: Focusing on News Media Publications," *Korean Production and Operations Management Society*, 35(3), pp.355-379.)
- 최병돈, 이돈희 (2013). "AHP기법을 이용한 의료SCM 성공요인에 대한 비교: 자체운영 vs. 아웃소싱," **서비스경영학회지**, 제14권 5호, pp.125-146.
- (Choe, B. D. and Lee, D. H. (2013). "A comparative study on the critical success factors of healthcare SCM using the AHP method: in-house vs. outsourcing operations in healthcare organizations," *Journal of Korean Service Management Society*, 14(5), pp.125-146.)
- 이창효 (1999). **집단의사결정론**, 서울: 세종출판사.
- (Lee, C. H. (1999). *Group Decision Theory*, Sejong Publishing, Seoul)
- Ahmad, F., Shamayleh, A., Daghfous, A., Al Khatib, I., Al Salloum, G., and Elabed, S. (2024). "Healthcare Supply Chain Disruption Risks," *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 17(2), pp.264-283.
- Ahmadi, E., Mosadegh, H., Maihami, R., Ghalekhondabi, I., Sun, M., and Suer, G. A. (2022). "Intelligent inventory management approaches for perishable pharmaceutical products in a healthcare supply chain," *Computers and Operations Research*, 147, 105968.
- Anozie, U. C., Adewumi, G., Obafunsho, O., Toromade, A., and Olaluwoye, O. (2024). "Leveraging advanced technologies in supply chain risk management (SCRM) to mitigate healthcare disruptions: A comprehensive review," *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(1), pp.1039-1045.
- Benazzouz, T., Charkaoui, A., and Echchatbi, A. (2018). "Risks related to the medical supply chain in public hospitals in Morocco: Qualitative study," *Pharmacies Hospitalier et Clinicien*, 54(1), pp.19-29.
- Breen, L. (2008). "A Preliminary Examination of Risk in the Pharmaceutical Supply Chain (PSC) in the National Health Service (NHS)," *Journal of Service Science and Management*, 1, pp.193-199.
- Čerkauskienė, A., and Meidute-Kavaliauskiene, I. (2023). "The aspects of supply chain risk management in the healthcare industry," *Journal of Logistics, Informatics and Service Science*, 10(1), pp.1-19.
- Chan, C., and Green, L. (2013). "Improving access to healthcare: models of adaptive behavior," in Brian, T. (ed.), *Handbook of Healthcare Operations Management*, Springer, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-5885-2>.
- Chapman, P., Christopher, M., and Wilding, R. (2002). "Identifying and managing supply chain vulnerability," *Journal of the Institute of Logistics and Transport*, 4(4), pp.59-64.
- CIDRAP (2022). "RDSP maps medicine supply to US to predict, prevent shortages (part 2 of 2)," *Center for Infectious Disease Research and Policy*. <https://www.cidrap.umn.edu/covid-19/rdsp-maps-medicine-supply-us-predict-prevent-shortages-part-2-2>.
- Dogbe, C. S. K., Iddris, F., Duah, E., Boateng, P. A., and Kparl, E. M. (2023). "Analyzing the health supply chain risks during COVID-19 pandemic: The moderating role of risk management," *Cogent Business & Management*, 10(3). <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2281716>
- Elleuch, H., Hachicha, W., and Chabchoub, H. (2014).

- "A combined approach for supply chain risk management: description and application to a real hospital pharmaceutical case study," *Journal of Risk Research*, 17(5), pp.641-663.
- Getele, G. K., and Ruoliu, X. (2023). "Service supply chain risk management in the public health-care sector," *International Journal of Emerging Markets*, 19(11), pp.4259-4285.
- GlobeNewswire (2024). "Healthcare Market Size Worth US\$ 44,760.73 Billion By 2032, Continuous Advancements in Biotechnology & Pharmaceuticals Propels Growth," *Research by SNS Insider*. <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/08/01/2923001/0/en/Healthcare-Market-Size-Worth-US-44-760-73-Billion-By-2032-Continuous-Advancements-in-Biotechnology-Pharmaceuticals-Propels-Growth-Research-by-SNS-Insider.html>.
- Guo, Y., Liu, F., Song, J., and Wang, S. (2025). "Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective," *Fundamental Research*, 5(2), pp.450-463.
- Jaberidoost, M., Nikfar, S., Abdollahiasl, A., and Dinarvand, R. (2013). "Pharmaceutical supply chain risks: a systematic review," *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 21(1), 69(pp.1-7).
- Jeong, E., and Lee, D. (2025). "Metaverse applications in healthcare: opportunities and challenges," *Service Business*, 19(1), 4(pp.1-38).
- Market Research (2025). "Healthcare Supply Chain Management," *Global Industry Analysts*. <https://www.marketresearch.com>.
- Mustaffa, N. H., and Potter, A. (2009), *Healthcare supply chain management in Malaysia: a case study* [Doctoral dissertation, Cardiff University, UK]
- Nze-Ekpebie, R., and Udealor, L. (2023). "Global Supply Chain Effects on Medical Devices," *SSRN*, <https://ssrn.com/abstract=4477682>.
- OECD (2024). "Securing Medical Supply Chains in a Post-Pandemic World," *OECD Health Policy Studies*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/119c59d9-en>.
- Owens & Minor (2023). "Operating Room Efficiency - 2023 Research Report," *Owens & Minor*, pp.1-21.
- Ramesh, N., and Dickerson, T. (2022). "Just-in-Time to Just-in-Case," *IEEE Engineering Management Review*, 50(2), pp.17-18.
- Saaty, T. L. (1983). "Priority Setting in Complex Problem," *IEEE Transactions on Engineering Management*, 30(3), pp.140-155.
- Saaty, T. (1995). "Transport planning with multiple criteria: The analytic hierarchy process applications and progress review," *Journal of Advanced Transportation*, 29(1), pp.81-126.
- Senna, P., Reis, A., Santos, I., Dias, A., and Coelho, O. (2020). "A systematic literature review on supply chain risk management: is healthcare management a forsaken research field?," *Benchmarking: An International Journal*, 28(3), pp.926-956.
- Senna, P., Reis, A., Marujo, L., Guimarães, J., Severo, E., and Santos, A. (2023). "The influence of supply chain risk management in healthcare supply chains performance," *Production Planning & Control*, 35(12), pp.1-16. DOI:10.1080/09537287.2023.2182726.
- Shenoi, V. V., Dath, T. S., and Rajendran, C. (2021). "Supply chain risk management in Indian manufacturing industries: an empirical study

- and a fuzzy approach,” in Srinivas, S., Rajendran, S., and Ziegler, H. (eds.), *Supply Chain Management in Manufacturing and Service Systems: Advanced Analytics for Smarter Decisions*, International Series in Operations Research & Management Science, 304, pp.107-145.
- Sugihartanto, M. F., Mahendra, M. R., Baihaqi, I., and Rizaldy, H. (2024). “Supply Chain Risk Management Assessment and Strategy: Case Study in a Hospital Pharmacy,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 22(1), pp.35-44.
- Trkman, P., and McCormack, K. (2009). “Supply chain risk in turbulent environments - a conceptual model for managing supply chain network risk,” *International Journal of Production Economics*, 119(2), pp.247-258.
- Tri, N. (2024). “The impact of Industry 4.0 adoption barriers on supply chain capacity and operational efficiency: Empirical evidence in Vietnamese transport logistics industry,” *Global Business and Finance Review*, 29(7), pp.126-139.
- Wang, L., Ren, J., Wang, J., Paraskevadakis, D., and Morecroft, C. (2023). “A comprehensive analysis of diverse risk management strategies in healthcare supply chain,” 7th IEEE International Conference on Transportation Information and Safety, Xi'an, China.
- WHO (2024). “Substandard and falsified medical products,” *World Health Organization*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/substandard-and-falsified-medical-products>.

-
- 저자 정희범은 현재 인하대학교 일반대학원 경영학과 SSOM(Supply, Service & Operation Management) 전공 석사과정에 있다. 인하대학교 경영학과를 졸업하였다. 주요 연구 분야는 생산운영관리, 헬스케어, SCM, ESG 등이다.
 - 저자 이돈희 박사는 인하대학교 경영학과 SSOM 전공 교수로 재직중이다. 미국 네브래스카-링컨 대학교와 한성대학교에서 각각 경영학 박사 학위를 취득하였다. 관심 연구 분야는 서비스 및 생산운영관리, 헬스케어, 서비스 혁신과 품질, 공급망관리, DX/AX 등이다.
 - 저자 신영철 박사는 가톨릭대학교 은평성모병원 총무팀장으로 재직 중이며, 한성대학교에서 외래교수로 강의를 하고 있다. 한성대학교에서 경영학 박사를 취득하였으며, 가톨릭대학교 가톨릭중앙의료원, 서울성모병원, 여의도성모병원 등에서 기획·인사·홍보팀장 등의 경영관리분야의 직무를 수행하고 있다.