

디지털 헬스 기술을 활용한 폐암 환자의 증상 모니터링 중재의 특성: 체계적 문헌고찰

신혜원¹ · 윤정미²

양산부산대학교병원 간호사 · 부산대학교 간호대학 대학원생¹, 부산대학교 간호대학 · 부산대학교 간호과학연구소 부교수²

Characteristics of Digital Health-based Symptom-monitoring Interventions for Patients with Lung Cancer: A Systematic Review

Shin, Hyewon¹ · Yun, Jungmi²

¹Registered Nurse, Pusan National University Yangsan Hospital; Graduate Student, College of Nursing, Pusan National University, Yangsan, Korea

²Associate Professor, College of Nursing-Research Institute of Nursing Science, Pusan National University, Yangsan, Korea.

Purpose: This systematic review examined the characteristics and reported outcomes of digital health-based symptom-monitoring and symptom-management components for patients with lung cancer. **Methods:** This review followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses 2020 statement and was registered in PROSPERO (CRD420261362833). PubMed, Embase, Cochrane Library, CINAHL, RISS, and DBpia were searched from inception to February 23, 2026. Studies were included if they utilized digital health-based symptom monitoring to adults with lung cancer or lung cancer-inclusive mixed-cancer populations and reported intervention-related outcomes. Study characteristics, intervention components, digital health modalities, and outcome variables were extracted and analyzed. Methodological quality was assessed using the Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Checklist. **Results:** Ten studies were included. Digital health modalities included mobile applications, web-based systems, institution-provided electronic devices, and interactive voice-response systems. Interventions commonly incorporated symptom reporting, severity classification, automated alerts, self-management information, and clinician feedback. Digital health-based symptom monitoring showed potential for improved symptom burden and quality of life; however, outcomes varied across studies. Positive outcomes were observed in some studies that included alerts and clinician's responses in case of symptom deterioration. Evidence regarding unplanned healthcare utilization remained limited. **Conclusion:** Digital health-based symptom monitoring in studies among patients with lung cancer showed potential to support early identification of symptom deterioration and symptom management in some studies; however, the findings should be interpreted cautiously because symptom-management components varied across studies. Future studies should clearly define symptom items, assessment timing, intervention duration, and feedback systems according to the treatment trajectory and symptom characteristics.

Key Words: Lung neoplasms; Digital health; Symptom assessment; Systematic review

주요어: 폐암, 디지털 헬스, 증상관리, 체계적 문헌고찰

Corresponding author: Yun, Jungmi

College of Nursing, Pusan National University, 49 Busandaehak-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 50612, Korea.
Tel: +82-51-510-8318, E-mail: jmyun@pusan.ac.kr

Received: May 26, 2026 | Revised: Jul 2, 2026 | Accepted: Jul 2, 2026

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

1. 연구의 필요성

폐암은 전 세계적으로 질병 부담이 큰 암종으로, 2022년 폐암 발생은 전 세계 암 발생의 약 12.4%, 암 사망의 약 18%로 각각 1위를 차지하였다[1]. 폐암 환자는 호흡곤란, 피로, 식욕저하와 같은 질병 관련 증상을 흔히 경험하며, 이러한 증상 부담은 일상생활 기능 상태, 삶의 질 및 치료 적응에 부정적인 영향을 미친다[2-4]. 또한, 시간이 지남에 따라 복합적인 증상의 양상과 강도가 지속적으로 변화하기 때문에 단일 시점의 평가만으로는 환자의 증상 경험을 충분히 파악하기 어려워 연속적인 평가를 할 수 있는 모니터링 체계가 필요한 실정이다[5].

최근 의료기술의 발달로 표적치료와 면역요법 등 새로운 치료 전략이 확대되면서 폐암 환자의 치료 기간과 생존 기간이 연장되고 있다. 그러나 면역치료를 받는 폐암 환자의 약 30%는 피부 발진, 통증, 부종, 설사 등의 다양한 장기 면역 관련 이상 반응을 경험하는 것으로 보고되며[6,7], 표적치료 또한 장기간 투여와 기존 항암화학요법 및 방사선요법 등을 병행하는 과정에서 부작용이 흔히 발생한다[6]. 현재 폐암 환자의 증상은 이런 치료를 위해 방문하는 외래 및 입원 환경 내에서 주로 관리되고 있다[8]. 폐암 환자의 주된 치료인 항암화학요법의 부작용은 치료 후 3~7일에 중등도 수준으로 나타나는데, 치료 간격 사이에 발생하는 증상 변화는 외래 방문 시점의 평가만으로는 적시에 확인하기 어렵고, 이에 따라 시의적절한 중재 개입에도 한계가 있다[9-11]. 폐암 환자의 증상 모니터링은 진단 이후 치료 단계 전반에서 지속적으로 이루어져야 하며[10], 치료 상태에 따라 치료 반응과 부작용, 질병 진행, 기능 상태 변화를 구분하여 파악할 필요가 있다. 이를 위해 환자가 실시간으로 입력한 증상을 즉시 확인하고, 변화 양상을 기반으로 필요한 중재가 연결될 수 있는 증상 모니터링 시스템이 요구된다.

이러한 암 환자의 증상 관리 및 평가의 연속성과 효율성 확보를 위해 디지털 헬스 기술을 이용한 정보 수집이 주목받고 있으며, 증상 관리에는 모바일 애플리케이션, 웹 기반 시스템, 전화를 통한 대화형 음성 응답(Interactive Voice Response, IVR), 의료기관 제공 전자기기 등이 활용되고 있다[12]. 디지털 기기를 통해 증상을 입력하는 방식은 보다 정확하고 완전한 데이터, 높은 순응도, 실시간 모니터링 등의 이점을 제공하여 다양한 임상 현장에서 활용되고 있으며[13,14], 기존 전자의무기록 시스템과 연동될 경우 활용성이 더욱 높아지는 것으로 보고된다[13]. 따라서, 디지털 헬스 기술을 이용한 증상 모니터링은 폐암 치료 과정에서 환자가 경험하는 증상 변화를 반복적으로

수집하고, 관리가 필요한 증상을 조기에 확인하며, 신속한 임상적 대응과 의사결정으로 연결하기 위한 접근으로 활용될 수 있다[15,16]. 즉, 디지털 증상 모니터링은 단순한 증상 입력 방식이 아닌 수집된 증상 정보를 통해 실질적인 관리로 이어질 때 증상 관리 시스템으로 기능할 수 있다[13].

국내에서도 디지털 헬스 인프라와 의료정보 연계 환경이 확대되면서 디지털 헬스 기술의 임상 적용 가능성은 더욱 높아지고 있다[17]. 디지털 헬스 기반 중재는 기존 다양한 암 환자의 삶의 질 및 치료 결과의 향상, 환자-의료진 간 의사소통 개선 등의 효과를 보이고 있다[15,18]. 지금까지 폐암 환자의 증상 관리를 위해 교육 프로그램, 자가관리 중재, 운동 중재의 효과를 체계적으로 고찰한 연구가 수행되었으며[19-21], 디지털 헬스 관련 증상 모니터링 중재의 효과를 체계적으로 고찰한 연구는 주로 진행성 암 환자 또는 전체 암 환자를 대상으로 수행되었다[22,23]. 따라서 기존 연구들은 암 환자 전반의 증상 관리 효과를 확인하는 데 의의가 있으나, 폐암 환자의 치료 과정에서 나타나는 호흡기 증상, 치료 관련 이상 반응, 치료 단계별 증상 변화와 같은 특성을 중심으로 디지털 헬스 기반 증상 모니터링 중재를 검토하는 데에는 제한이 있다. 폐암 환자를 대상으로 전자적 환자보고결과 기반 증상 모니터링 중재의 효과를 고찰한 연구[24]도 있었으나, 해당 연구는 무작위대조시험 중심의 알림 중재에 초점을 두고 있어, 폐암 환자의 치료 궤적에 따른 증상 경험과 디지털 헬스 기반 증상 관리 중재의 구성요소를 포괄적으로 설명하는 데에는 제한이 있다. 따라서, 본 연구는 디지털 헬스 기술을 활용한 폐암 환자의 증상 모니터링 중재를 적용한 문헌을 고찰하여, 중재의 구성요소와 적용 방식 및 보고된 결과를 체계적으로 검토하고, 향후 폐암 환자의 증상 관리 중재 설계와 실무 적용을 위한 근거를 마련하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 체계적 문헌고찰을 통해 디지털 헬스 기술을 이용한 폐암 환자의 증상 모니터링 중재의 특성과 중재 후 보고된 결과를 검토하여, 향후 증상 관리 중재 개발의 근거를 마련하고자 하는 것이다.

연구 방법

1. 연구설계

본 고찰은 폐암 환자에서 디지털 헬스 기술을 이용한 증상 모니터링 중재의 특성 및 중재 후 결과를 분석하기 위한 체계적

문헌고찰 연구이다. 본 고찰은 체계적 문헌고찰 보고지침(Prefered Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses [PRISMA]) 2020 statement [25]에 따라 작성하였다. 또한 연구의 프로토콜은 Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO)에 등록 및 승인 후 수행되었다(CRD420261362833).

2. 핵심 질문

본 연구의 연구질문은 “디지털 헬스 기술을 이용한 폐암 환자의 증상 모니터링 중재는 어떠한가?”이다. 이에 따라, 문헌 검색을 위한 핵심 질문은 Participants, Intervention, Comparisons, Outcomes, Study Design (PICO-SD)의 기준에 따라 다음과 같이 구체화하였다.

3. 문헌 선정 및 배제 기준

본 연구는 PICO-SD에 따른 선정기준 및 제외기준에 따라 문헌을 선정하고, 문헌의 단계별 선정과정은 PRISMA 흐름도를 이용하여 문헌의 단계별 선택 과정을 나타내었다. 검색된 문헌을 관리하고 중복된 문헌을 제거하기 위해 EndNote 20 (Clarivate Analytics, PA, USA) 프로그램을 활용하였다.

연구대상(Participants)은 만 18세 이상의 성인 폐암 환자로 정의하였다. 수술적 진단 등을 통해 폐암이 의심되는 환자를 대상으로 한 연구와 폐암을 포함한 다암종 또는 흉부암 환자를 대상으로 한 연구도 포함하였다. 중재(Intervention)는 디지털 헬스 기술을 기반으로 한 증상 모니터링 중재로 정의하였다. 디지털 헬스 기술에는 웹 기반 시스템, 모바일 애플리케이션, 병원에서 제공하는 전자기기 등을 활용하여 대상자의 증상 또는 건강 상태를 수집 및 확인하고, 이를 기반으로 증상 관리를 지원하는 중재를 포함하였다. 비교대상(Comparisons)은 실험 처치를 제공하지 않은 대조군(no treatment control), 일상적인 처치를 받은 집단(usual care)으로 설정하였다. 결과(Outcomes)는 디지털 헬스 기술 기반 증상 모니터링 중재와 관련하여 보고된 결과 변수로 설정하였다. 본 연구에서 주요 관심 결과는 증상 경험과 삶의 질이었으나, 문헌에서 보고한 관련 결과를 포괄적으로 확인하기 위하여 결과 변수의 범위에는 제한을 두지 않았다. 연구설계(Study Design)는 디지털 헬스 기술 기반 증상 모니터링 중재가 실제 대상자에게 적용되고, 그 결과를 보고한 연구이다. 다만 학위논문, 학술대회 초록, 문헌고찰, 프로토콜 및 파일럿 연구 등 예비 연구, 질적연구, 이차분석 연구는 제외하였다.

구는 제외하였다.

이에 따른 문헌 선정기준은 (1) 폐암 환자에서 디지털 헬스 기술을 이용한 증상 모니터링 중재를 적용하고, 중재 후 보고된 결과를 확인할 수 있는 무작위대조시험 연구, 유사실험연구 또는 관찰연구 (2) 연구 전문(full-text)를 확보할 수 있는 연구, (3) 한국어나 영어로 작성된 문헌이다. 배제 기준은 (1) 연구대상자가 소아나 청소년인 연구, (2) 연구설계가 문헌고찰, 프로토콜 및 예비 연구, 질적연구, 이차분석 연구, (3) 학회 발표 초록과 출판되지 않은 학위논문은 동료 평가를 거치지 않았기 때문에, 연구결과의 신뢰성을 검토하기 어려워 배제하였다 [26].

4. 문헌검색 및 선정

본 고찰의 문헌검색은 데이터베이스에서 검색이 가능한 시기부터 2026년 2월 23일까지 국내외 학술지에 게재된 문헌을 대상으로 하였으며, 출판 연도에는 제한을 두지 않았다. 국외 문헌검색을 위해 PubMed, Embase, Cochrane Library, CINAHL (Cumulated Index to Nursing and Allied Health Literature) 전자 데이터베이스를 사용하였다. 국내 문헌검색은 학술연구정보서비스(Research Information Sharing Service, RISS)와 DBpia 전자 데이터베이스를 이용하였다.

검색어는 선행연구[12,24]를 참고하여 연구대상, 중재 및 주요 개념을 중심으로 구성하였다. 국외문헌은 lung cancer, lung neoplasms, patient-reported outcome, symptom assessment, symptom monitor, symptom management, symptom experience, symptom intervention, digital health, internet-based intervention, mobile phone, mobile device, handheld device, application 등을 조합하여 검색하였고, 국내 문헌은 ‘폐암’, ‘증상’, ‘모바일 애플리케이션’ 등을 조합하여 검색하였다. 각 검색어는 데이터베이스별 검색 체계에 맞는 통제어 및 자연어를 불리언 연산자로 조합하였다(Appendix 2).

문헌 선정과정은 2명(H.S., J.Y.)의 연구자가 진행하였다. 한 명의 저자(H.S.)가 초기 데이터베이스 검색을 수행하고 참고 문헌 목록을 정리한 후, EndNote 20을 사용하여 중복 문헌을 제거하였다. 두 연구자(H.S., J.Y.)가 독립적으로 제목과 초록을 검토하여 1차 선별을 수행하였고, 이후 전문을 독립적으로 검토하여 최종 선정 여부를 판단하였다. 이후 두 연구자(H.S., J.Y.)가 검토 결과를 비교하였으며, 결과에 불일치가 있는 경우에는 논의를 거쳐 최종 문헌을 선정하였다.

5. 문헌의 질 평가

문헌의 질 평가는 2명의 연구자(H.S., J.Y.)가 각 문헌의 연구 설계에 적합한 Joanna Briggs Institute (JBI) 평가 도구를 선정 한 후 독립적으로 수행하였다. 평가 후 두 연구자가 평가 결과를 대조하였으며, 평가자 간 불일치가 있는 경우 원문을 재검토 하고 논의를 통해 최종 평가 결과를 결정하였다.

무작위대조시험 연구는 Critical Appraisal Checklist for Randomized Controlled Trials를 이용하여 평가하였다[26]. ‘무작위 배정’, ‘그룹 할당 은폐’, ‘실험군과 대조군 간의 사전 동질성’, ‘연구대상자의 눈가림’, ‘중재 제공자의 눈가림’, ‘연구 평가자의 눈가림’, ‘중재 이외 동일한 조건’, ‘추적관찰 완료 및 탈락 자료 처리’, ‘배정된 대로 분석’, ‘동일한 측정 방법’, ‘신뢰할 만한 측정 방법’, ‘적절한 통계 분석’, ‘실험 설계의 적절성’ 등의 13개 항목으로 구성되어 있다.

전향적 관찰연구와 코호트 연구는 Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies를 이용하여 평가하였다[27]. ‘동일 모집단에서 모집된 두 군의 유사성’, ‘노출군과 비노출군 배정을 위한 노출 측정의 동일성’, ‘노출 측정의 타당성과 신뢰성’, ‘교란 변수 확인’, ‘교란변수 처리 전략’, ‘연구 시작 시점의 결과 발생

여부’, ‘결과 측정의 타당성과 신뢰성’, ‘충분한 추적 관찰 기간’, ‘추적관찰 완료 및 탈락 사유 제시’, ‘불완전한 추적 관찰 처리 전략’, ‘적절한 통계 분석’ 등의 11개 항목으로 구성되어 있다.

두 도구 모두 각 항목에 대해 ‘예/아니오/불명확함/해당없음’으로 답하여 평가하였으며, ‘예’인 경우 ‘1점’, 나머지는 모두 ‘0점’으로 처리하였다. 다만, 단일군 전향적 관찰연구에서 노출군과 비노출군 비교가 적용되지 않는 문항은 ‘해당없음’으로 평가하고 총점 산정에서 제외하였다.

6. 자료추출 및 자료분석

본 연구에 포함된 문헌의 특성은 Table 1에 제시된 저자, 출판연도, 출판국가, 연구설계, 대상자 특성, 중재 특성, 디지털 헬스 기술 유형 및 결과변수 항목을 기준으로 2명의 연구자 (H.S., J.Y.)가 독립적으로 추출하고, 추출한 내용의 정확성을 확보하기 위하여 교차 검토하였다. 연구자 간 내용이 일치하지 않을 때 논의를 통해 일치된 결과를 도출하였다. 추출된 자료는 연구설계, 대상자의 치료 특성, 증상 모니터링 시점과 기간, 증상 모니터링 범위, 디지털 헬스 중재 전달 방식, 알람 및 피드백 제공 여부에 따라 범주화하였다. 특히, 본 연구에서는 디지털

Table 1. Quality Assessment Using JBI Critical Appraisal Tools

No	Author (year)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13
JBI critical appraisal checklist for randomized controlled trials														
A1	Onsuz & Can (2026)	+	U/C	+	+	-	+	+	+	+	U/C	-	+	+
A2	Lv et al. (2025)	+	U/C	+	+	-	+	+	+	+	U/C	-	+	+
A3	Lee et al. (2023)	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
A4	Nipp et al. (2022)	+	U/C	+	-	-	+	-	+	+	U/C	-	+	+
A5	Greer et al. (2020)	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
A6	Basch et al. (2016)	+	+	+	-	-	+	-	+	+	U/C	-	+	+
A7	Yount et al. (2014)	+	U/C	+	-	-	+	-	+	+	U/C	+	+	+
JBI critical appraisal checklist for cohort studies														
A8	Amouin et al. (2025)	N/A	N/A	+	U/C	U/C	+	+	+	+	U/C	+	N/A	N/A
A9	McClaine et al. (2024)	+	+	+	+	+	+	+	+	U/C	+	+	N/A	N/A
A10	Cheng et al. (2021)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N/A	N/A

JBI, Joanna Briggs Institute; +, yes; -, no; U/C, unclear; N/A, Not applicable

For RCTs, Q1=true randomization; Q2=allocation concealment; Q3=baseline similarity; Q4=participant blinding; Q5=blinding of those delivering treatment; Q6=identical treatment between groups except the intervention of interest; Q7=outcome assessor blinding; Q8=same outcome measurement; Q9=reliable outcome measurement; Q10=complete follow-up and adequate description/analysis of differences during follow-up; Q11=analysis according to randomized groups; Q12=appropriate statistical analysis; Q13=appropriate trial design and accounting for deviations from standard RCT design.

For Cohort studies, Q1=similar groups recruited from the same population; Q2=similar exposure measurement; Q3=valid and reliable exposure measurement; Q4=identification of confounding factors; Q5=strategies to address confounding factors; Q6=participants free of the outcome at baseline or at exposure; Q7=valid and reliable outcome measurement; Q8=sufficient follow-up time; Q9=complete follow-up and description/exploration of reasons for loss to follow-up; Q10=strategies to address incomplete follow-up; Q11=appropriate statistical analysis.

헬스 기술을 활용한 증상 입력 방식 자체보다, 입력된 증상 모니터링 결과가 자가관리 정보 제공, 의료진 알림, 전화상담, 약물 조정, 진료 연계 등 증상 관리 과정으로 어떻게 연결되는지를 중심으로 분석하였다. 또한 중재 후 보고된 결과는 증상 부담, 삶의 질, 비계획적 의료이용행태, 순응도 등 문헌에서 제시된 결과 변수의 개념적 특성에 따라 구분하여 분석하였다.

연구결과

1. 문헌검색 결과

문헌검색 결과, 국내 데이터베이스에서 RISS 179편, DBpia

153편으로 332편이 검색되었다. 국외 데이터베이스에서는 PubMed 197편, Embase 282편, Cochrane Library 114편, CINAHL 101편으로 694편이 검색되었다. 국내외 데이터베이스에서 검색된 총 1,026편의 문헌에서 중복 문헌 77편을 제거한 후, 제목과 초록을 중심으로 검토한 결과 913편은 선정기준에 적합하지 않아 제외되었다. 이후 36편의 문헌을 대상으로 원문을 확인하였으며, 예비 연구 17편, 전문을 확보할 수 없는 문헌 4편, 중재가 선정기준에 부합하지 않는 문헌 1편, 대상자가 선정기준에 부합하지 않는 문헌 1편, 연구설계가 선정기준에 부합하지 않는 문헌 3편을 포함한 총 26편을 제외하였다. 최종적으로 10편의 문헌이 본 고찰에 포함되었다(Figure 1).

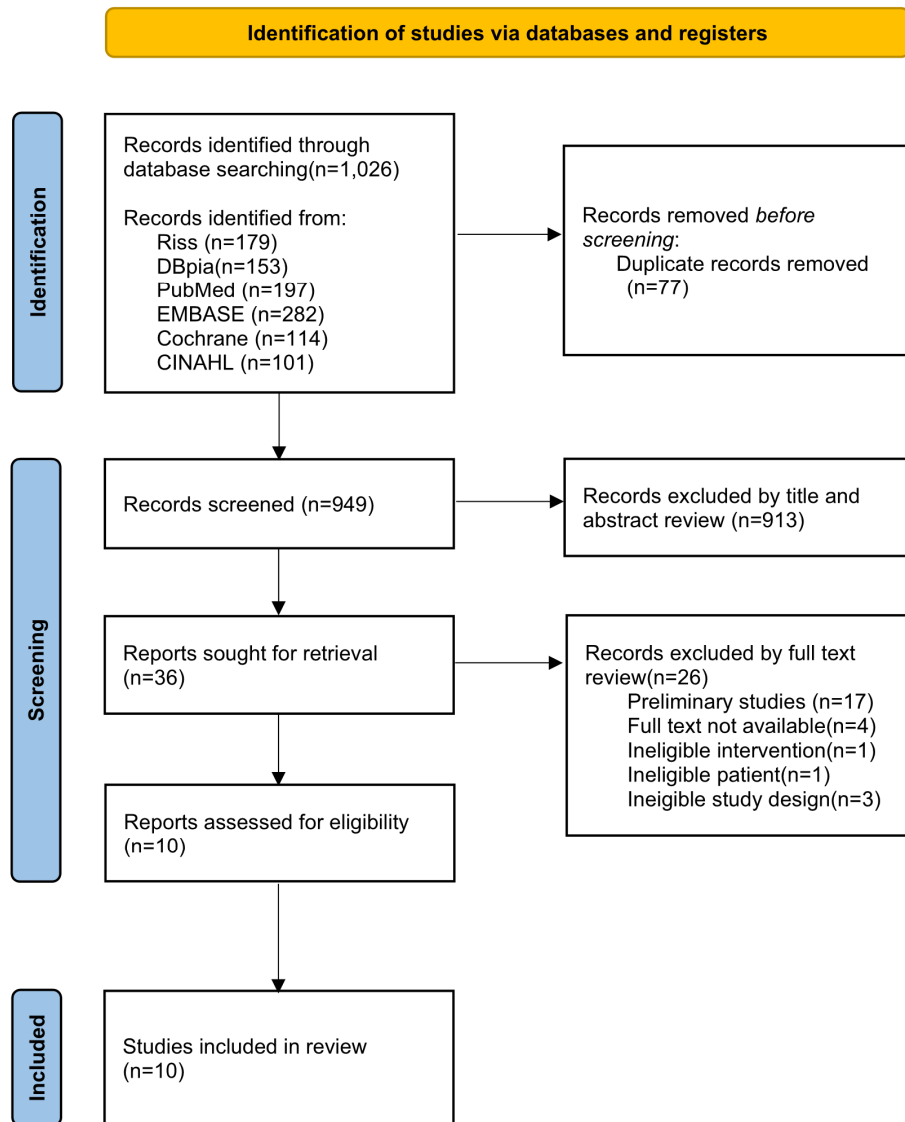


Figure 1. Flow diagram of study selection (PRISMA 2020).

2. 문헌의 질 평가

문헌의 질 평가 결과는 다음과 같다(Table 1). JBI의 Critical Appraisal Checklist for Randomized Controlled Trials를 이용하여 선정된 7개 무작위대조시험 연구의 질 평가를 시행하였다. 모든 문헌에서 실험군과 대조군 간의 사전 동질성이 확인되었으며, 중재 이외의 조건은 두 군 간 동일하게 제공된 것으로 나타났다. 또한 모든 문헌에서 결과 변수는 두 군에서 동일한 방법으로 측정되었고, 신뢰할 수 있는 측정도구를 사용하였으며, 적절한 통계 분석과 연구설계가 수행된 것으로 확인되었다. 다만, 배정 은폐는 3편에서만 명확히 보고되었고, 연구대상자 눈가림은 2편에서만 수행되었다. 중재 제공자의 눈가림은 모든 문헌에서 수행되지 않았으며, 결과 평가자의 눈가림은 3편에서 확인되었다. 추적 관찰 완료 및 탈락자 분석은 일부 문헌에서 불명확하게 보고되었고, 무작위 배정된 군에 따른 분석은 3편에서만 명확히 수행된 것으로 나타났다.

JBI의 Critical Appraisal Checklist for Cohort Studies를 이용하여 선정된 3개 전향적 관찰연구 및 코호트 연구의 질 평가를 시행하였다. 모든 문헌에서 노출 또는 모니터링 방법은 타당하고 신뢰할 수 있는 방식으로 측정되었으며, 연구 시작 시점에서 주요 결과가 발생하기 전 대상자를 포함한 것으로 확인되었다. 또한 모든 문헌에서 결과 변수는 타당하고 신뢰성 있는 방법으로 측정되었고, 연구목적에 적절한 추적 관찰 기간과 통계 분석이 제시되었다. 다만, A8 문헌에서는 비교군 구성이 적용되지 않아 관련 문항을 해당 없음으로 평가하였다. 교란변수의 확인과 교란변수 처리 전략은 2편에서 명확히 제시되었고, 1편에서는 불명확하게 보고되었다. 추적 관찰 완료 및 탈락 사유는 2편에서 명확히 제시되었으며, 1편에서는 불명확한 것으로 평가하였다. 불완전한 추적관찰을 처리하기 위한 전략은 2편에서 명확히 제시되었고, 1편에서는 불명확한 것으로 나타났다.

3. 문헌의 일반적 특성

10개 문헌의 출판연도는 2014년부터 2026년까지 분포하였으며, 2021년 이전 문헌이 3편, 2021년 이후 문헌이 7편으로 대부분의 연구가 최근 5년 이내에 수행된 것으로 나타났다. 연구가 수행된 국가는 미국 5편으로 가장 많았고, 중국 2편, 튀르키예, 한국, 프랑스가 각 1편이었다. 연구대상자는 폐암 환자를 대상으로 한 연구가 3편, 폐암을 포함한 다암종 환자를 대상으로 한 연구가 6편, 흉부암 환자를 대상으로 한 연구가 1편이었다. 치료 상태는 항암화학요법 중인 환자를 대상으로 한 연구가

7편으로 가장 많았으며, 면역요법 1편, 수술 관련 연구가 2편, 입원 중환자를 대상으로 한 연구가 1편이었다. 연구설계는 무작위대조시험 연구가 7편, 전향적 관찰연구 및 코호트 연구가 3편이었다(Table 2).

4. 디지털 헬스 기술을 이용한 증상 모니터링 중재 프로그램의 특성

선정된 문헌의 특성은 연구설계에 따라 무작위대조시험 연구와 관찰연구로 구분하여 제시하였다. 무작위대조시험 연구는 대상자의 증상 모니터링 범위 및 기간, 디지털 헬스 중재 전달 방식, 의료진 알림 및 환자 피드백 제공 여부를 중심으로 분석하였으며, 관찰연구는 증상 모니터링 범위 및 기간, 모니터링 시점, 관리 구성요소를 중심으로 분석하였다(Table 2).

선정 문헌 10편 중 증상 모니터링 시작 시점은 연구 등록 후 5편(50.0%)으로 가장 많았으며, 치료 시작 전을 명시한 연구가 3편(30.0%), 퇴원 후에 시작한 연구가 2편(20.0%)이었다. 증상 모니터링 간격은 주 1회가 4편(40.0%)으로 가장 많았고, 매일 시행한 연구가 4편(40.0%), 2주마다 시행한 연구가 2편(20.0%)이었다. 증상 모니터링 기간은 연구 기간동안 지속한 연구가 4편(40.0%)으로 가장 많았으며, 12주 동안 시행한 연구가 3편(30.0%)이었다. 그 외 3개월, 수술 후 30일, 입원 기간 동안 시행한 연구가 각각 1편(10.0%)으로 나타났다.

대상자의 치료 특성과 증상 모니터링 범위는 전체 10편 중 7편(70.0%)이 항암화학요법과 면역요법 환자를 대상으로, 통증, 오심·구토, 변비·설사, 식욕저하, 호흡곤란, 불면, 우울 등 치료 관련 이상 반응과 암 관련 증상을 함께 모니터링하였다. 이 중 5편의 연구에서 CTCAE (Common Terminology Criteria for Adverse Events) 기반 도구를 사용하였다. 선정된 문헌 10편 중 2편(20.0%)의 연구에서 폐암 수술 환자를 대상으로 하였으며, 폐암 수술 후 합병증 위험을 반영할 수 있는 통증, 기침, 호흡곤란, 발열 등의 증상을 모니터링하였다. 따라서, 선정 문헌의 증상 모니터링 범위는 항암화학요법 및 면역요법 환자의 치료 관련 이상반응 모니터링과 수술 후 환자의 회복 및 합병증 관련 증상 모니터링으로 구분되었다.

디지털 헬스 중재 전달 매체는 무작위대조시험 연구 7편 중 모바일 애플리케이션이 4편(57.1%)으로 가장 많았으며, 의료기관에서 제공하는 전자기기를 이용한 연구 2편(28.6%), 개인 컴퓨터를 이용해 웹사이트에 접속하여 증상을 보고하도록 한 연구 1편(14.3%), 전화를 이용한 대화형 음성 응답은 1편(14.3%)이었다. 관찰연구 3편에서는 모바일 애플리케이션이

Table 2. Summary of Selected Studies

(1) RCT study						
No.	Author (year)	Participants		Intervention contents		
		Country	Cancer type	N (IG/CG)	Treatment state	Years
A1	Onsuz & Can (2026)	Turkey	Multi-cancer	98/101	Chemotherapy	Mean 47.18 (± 13.83)
A2	Lv et al. (2025)	China	Lung cancer	76/77	Postoperative	Mean 60.0
A3	Lee et al. (2023)	South Korea	Multi-cancer	142/75	Chemotherapy	Mean 55.9
A4	Nipp et al. (2022)	USA	Multi-cancer	197/193	Inpatient	Mean 63.6 (± 12.8)
A5	Greer et al. (2020)	USA	Multi-cancer	91/90	Chemotherapy	Mean 53.30 (± 12.91)
A6	Basch et al. (2016)	USA	Multi-cancer	441/325	Chemotherapy	Median 61 (30-91) 62 (26-88)
A7	Yount et al. (2014)	USA	Lung cancer	123/130	Chemotherapy	Mean 60.2 (± 10.1)

AI=Artificial Intelligence; CG=Control Group; CTCAE=Common Terminology Criteria for Adverse Events; ECOG=Eastern Cooperative Oncology Group; EHR=Electronic Health Record; ePRO=electronic Patient-Reported Outcome; ER=Emergency Room; ESAS=Edmonton Symptom Assessment System; FISI=Functional Assessment of Cancer Therapy-Lung Cancer Symptom Index; HR=Heart Rate; HRQoL=Health-Related Quality of Life; IG=Intervention Group; IVR=Interactive Voice Response; NRS=Numeric Rating Scale; N-SAS=Nightingale Symptom Assessment Scale; OP=Operation; OTC=Over-the-Counter; PC=Personal Computer; PHQ-4=Patient Health Questionnaire-4; PRO-CTCAE=Patient-Reported Outcomes version of the Common Terminology Criteria for Adverse Events; PRO-CTCAE-K=Korean version of the Patient-Reported Outcomes version of the Common Terminology Criteria for Adverse Events; VAS=Visual Analogue Scale.

Table 2. Summary of Selected Studies (Continued)

No.	Author (year)	Country	Study design	(2) Observational study			Study procedures		
				Cancer type	Participants	Delivery mode	Symptom measurement	Time	Management components
A8	Amouin et al. (2025)	France	Prospective longitudinal observational study	Thoracic cancer	Chemotherapy (Immunotherapy)	Median 66 (51~84)	Web CTCAE-based customized questionnaire anytime, weekly encouraged → AI 4-state triage (green/yellow/orange/red)	Daily	·No Alert ·Feedback: ·Green/yellow: self-management advice only ·Orange/red: advice + contact hospital ·Low digital access; telephonic follow-up
A9	McClaine et al. (2024)	USA	Prospective longitudinal observational study	Multi-cancer	Chemotherapy	Mean 59.47 (±11.82)	Application ·CTCAE-based symptom survey ·Smartphone sensing ·Activity/HR/Sleep (using wearable devices)	Daily	·No Alert ·No Feedback
A10	Cheng et al. (2021)	China	Prospective cohort study	r/o Lung cancer (Post-OP diagnosis)	Post-discharge after surgery	Median 59 (49~66)	Application ·WeChat-linked App; pain NRS 0-10, cough VAS 0-5	Every 2 weeks	·No Alert ·No Feedback

AI=Artificial Intelligence; CG=Control Group; CTCAE=Common Terminology Criteria for Adverse Events; ECOG=Eastern Cooperative Oncology Group; EHR=Electronic Health Record; ePRO=electronic Patient-Reported Outcome; ER=Emergency Room; ESAS=Edmonton Symptom Assessment System; FISI=Functional Assessment of Cancer Therapy-Lung Cancer Symptom Index; HR=Heart Rate; HRQoL=Health-Related Quality of Life; IG=Intervention Group; IVR=Interactive Voice Response; NRS=Numeric Rating Scale; N-SAS=Nightingale Symptom Assessment Scale; OP=Operation; OTC=Over-the-Counter; PC=Personal Computer; PHQ-4=Patient Health Questionnaire-4; PRO-CTCAE=Patient-Reported Outcomes version of the Common Terminology Criteria for Adverse Events; PRO-CTCAE-K=Korean version of the Patient-Reported Outcomes version of the Common Terminology Criteria for Adverse Events; VAS=Visual Analogue Scale.

2편(66.7%), 웹 기반 시스템이 1편(33.3%)이었다.

증상 모니터링 중재의 특성은 중재 전달 방식, 알림 기능, 피드백 제공 여부를 중심으로 분석하였다. 무작위대조시험 연구 7편에서는 모두 증상 심각도에 따른 알림 기능이 포함되었으며, 그중 자동 알림을 제공한 연구는 2편(28.6%)이었다. 환자 피드백 또는 의료진의 증상관리 관련 대응이 제공된 연구는 5편(71.4%)이었고, 자동 피드백을 제공한 연구는 1편(14.3%)이었다. 반면 관찰연구 3편에서는 알림 기능이 제공되지 않았으며, 환자 피드백 또는 관리 구성요소가 포함된 연구는 1편(33.3%)이었다. 이와 같이 선정 문헌은 연구설계에 따라 중재 구성과 관리 요소에 차이가 있었으며, 각 연구에서 보고된 결과는 Table 3에 제시하였다.

5. 디지털 헬스 기술을 이용한 증상 모니터링 중재 프로그램의 결과

본 연구에 선정된 문헌은 디지털 헬스 기반 증상 모니터링 중재의 결과를 다양한 변수로 보고하고 있었다. 본 연구에서는 중재 효과 평가의 목적에 부합하도록 무작위대조시험 연구를 중심으로 증상 부담, 삶의 질, 비계획적 의료이용행태를 비교하였다(Table 3).

무작위대조시험 연구 7편 중 증상 부담의 효과를 보고한 연구 5편 중, 유의한 개선 효과를 보인 연구는 2편(40.0%)이었다. 삶의 질을 결과 변수로 보고한 연구는 4편 중, 유의한 개선 효과를 보인 연구는 1편(25.0%)이었다. 비계획적 의료이용행태를 보고한 연구 6편 중, 유의한 개선 효과를 보인 연구는 1편(16.7%)이었으며, 응급실 이용률에서 유의한 감소 효과가 보고되었다.

관찰연구 3편에서는 중재의 적용 가능성과 순응도 및 참여도 관련 지표를 주로 보고하였다. 웹 기반 원격 모니터링 플랫폼을 적용한 연구에서는 대상자의 순응도가 83.3%로 보고되었으며[A8], 스마트폰과 웨어러블 기기를 활용한 자료수집률을 보고한 연구에서는 각각 73%, 70%로 나타났다[A9]. 또한, 애플리케이션 기반으로 수술 후 증상을 반복 수집한 연구에서는 퇴원 후 5회 설문 중 3회 이상 응답한 대상자가 71.3%로 나타났다[A10].

논 의

본 연구는 디지털 헬스 기술을 이용한 폐암 환자의 증상 모니터링 중재의 특성을 파악하고, 중재 후 보고된 결과를 검토

Table 3. Outcomes of the RCT and Observational Studies Included in the Review

(1) RCT study								
No.	Author (year)	Study design	Delivery mode	Alert	Feedback	Results		
						Symptom burden	QoL	Unplanned healthcare utilization
A1	Onsuz & Can (2026)	RCT	Application	Automatic	Automatic	+		-
A2	Lv et al. (2025)	RCT	Application	Automatic	Y	+		
A3	Lee et al. (2023)	RCT	Application	N	N		-	-
A4	Nipp et al. (2022)	RCT	Institution-provided electronic devices	Y	N	-		-
A5	Greer et al. (2020)	RCT	Application	Y	Y	-	-	-
A6	Basch et al. (2016)	RCT	Institution-provided electronic devices + Web (home)	Y	Y		+	+(ER visit)
A7	Yount et al. (2014)	RCT	IVR	Y	Y	-	-	-

Note. +: Significant improvement; -: No significant improvement.

ER=Emergency room; GI=Gastrointestinal; IVR=Interactive voice response; N=No; QoL=Quality of life; RCT= Randomized controlled trial; Y=Yes.

하여 향후 증상 관리 중재 개발의 근거를 마련하고자 수행된 체계적 문헌고찰 연구이다. 본 연구는 체계적인 문헌 선정 과정을 통해 관련 연구 10편을 분석하였으며, 무작위대조시험 연구 위주의 선행연구[24]에서 나아가 무작위대조시험 연구와 관찰연구를 함께 포함함으로써 연구설계의 범위를 확장하였고, 폐암 환자 대상 디지털 헬스 기반 증상 모니터링 중재의 결과를 다양한 측면에서 폭넓게 검토하였다.

본 연구의 선정 문헌은 2021년 이후 발표된 연구가 대부분으로, 최근에 폐암 환자의 증상 모니터링에 디지털 헬스 기술을 적용하려는 시도가 활발히 이루어지고 있었다. 또한, 여러 국가에서 다양한 연구방법으로 관련 연구가 이루어지고 있음을 확인할 수 있어, 디지털 헬스 기반 폐암 환자의 증상 모니터링 중재가 여러 국가와 다양한 연구설계를 통해 검토되고 있음을 보여준다.

본 연구는 디지털 헬스 기반 폐암 환자의 증상 모니터링 중재 프로그램의 특성을 증상 모니터링 시점과 기간, 대상자의 치료 특성과 증상 모니터링 범위, 디지털 헬스 중재 전달 방식으

로 나누어 분석하였다. 증상 수집 시점은 치료 시작 전과 치료 중 정기적 반복 측정이 기본 원칙이며[28], 대상자의 치료 단계와 예상되는 부작용 발생 시기에 맞추어, 이상 증상을 조기에 발견하고 적절한 시점에 대응해야 한다[16]. 그러나 선정 문헌 중 증상 모니터링 시작 시점을 특정 치료 전으로 명시하고, 수집 빈도와 기간에 대한 명시적인 기준을 제시한 연구는 적은 것으로 나타났다. 즉, 유사한 치료 경과에도 연구마다 시작 시점, 빈도, 종료 시점이 이질적이며, 그 차이가 임상 경과를 반영한 것인지, 연구 운영과 절차의 편의에 따른 것인지 명확히 드러나지 않았다. 따라서 향후 중재 개발 시에는 치료 시작 전의 기저선부터 증상을 측정하여, 증상의 발생 및 악화 양상에 따라 빈도를 설정하고, 중재 개입 시점과 결과 평가 시점을 종합적으로 반영하여 설계가 필요할 것으로 보인다.

선정 문헌 중 7편은 폐암의 항암화학요법과 면역요법 환자를 대상으로 치료 관련 독성과 암 관련 증상을 포괄적으로 모니터링하였다[A1,A3,A5-9]. 이는 항암화학요법과 면역치료 과정에서 증상이 급성으로 악화되거나 치료 관련 이상 반응이 지

연되어 나타날 수 있다는 특성[8,10]으로, 약물치료 과정에서 나타날 수 있는 위험 징후를 조기에 선별하는 방향으로 구성되고 있음을 보여준다. 특히 디지털 헬스 기반의 연속적인 증상 보고는 환자가 경험하는 증상 변화를 외래 방문 시점에만 평가하는 한계를 보완하고, 의료진이 치료 반응과 이상 반응을 보다 적시에 파악하여 중재를 결정하는 데 활용될 수 있다.

선정 문헌 중 2편은 폐암 수술 환자를 대상으로 하였으며, 수술 후 급성기에는 증상 강도와 양상이 빠르게 변하기 때문에 간결하고 반복 측정이 가능한 핵심 증상과 도구를 적용하였다[A2,A10]. 수술 후 환자의 증상 경험은 회복 경과와 합병증 위험을 민감하게 반영하고 있었으며, 기존의 병동 중심 간헐적 관찰이나 정기 외래 추적만으로는 이러한 초기 증상 변화를 충분히 포착하기 어렵다[29,30]. 이에 따라, 선정 문헌은 수술 환자 대상으로 통증, 기침, 호흡곤란, 발열 등 수술 후 회복 및 합병증과 관련된 핵심 증상을 중심으로 구성되었고, 이는 퇴원 이후 환자의 상태 변화를 조기에 확인하기 위한 전략으로 해석된다. 따라서, 폐암 환자의 디지털 증상 모니터링은 항암화학요법, 면역요법, 수술과 같은 치료 상태에 따라 모니터링 범위와 빈도를 달리 설계할 필요가 있겠다.

디지털 헬스 기반 중재의 특성은 중재 전달 방식, 증상 수준에 따른 알림 체계 및 의료진 피드백을 중심으로 분석하였다. 본 연구에서 디지털 헬스 기반 증상 모니터링 중재는 모바일 애플리케이션을 중심으로 적용되었으며, 이는 폐암 환자의 치료 과정 중 반복적인 증상 보고와 의료진-환자 간의 의사소통을 지원하는 방식으로 활용되고 있었다[A1-A3,A5,A8-A10]. 스마트폰은 뛰어난 접근성과 휴대성을 가지며, 스마트폰을 통해 환자가 언제 어디서든 증상을 빠르고 쉽게 입력할 수 있어 폐암 환자의 반복적 증상 보고를 지원하는 전달 방식으로 주로 적용되고 있었다[31,32]. 그 외 의료기관에서 제공하는 기기로 환자가 병원 내에서 증상을 입력하고 의료진이 이를 진료 또는 회진 과정에서 확인할 수 있도록 하였으며, 전화를 이용한 대화형 음성 응답 방식은 스마트폰이나 웹 기반 시스템 사용이 어려운 대상자에게 고려할 수 있는 방법이다. 따라서, 디지털 헬스 기반 증상 모니터링 중재는 단일 방식에 한정하기 보다는 대상자의 임상 상황을 고려하여 전달 방식을 유연하게 선택하거나 병행하는 전략이 필요하다.

대상자가 보고한 증상 수준에 따른 의료진의 증상관리 중재 개입이 있었던 연구는 7편이었으며, 연구자들이 입력된 증상 데이터를 이용하여 심각도에 대한 분류체계를 만들어 자가관리 정보를 제공하거나, 전화상담, 복용 약물 조정, 병원 방문 등의 다양한 피드백을 제공하고 있었다. 일부 연구에서는 자동 알

고리즘을 적용하여 증상 심각도에 따라 대응이 이루어지도록 구성한 시스템도 확인되었다[A1,A8]. 디지털 헬스 기술을 통한 증상 모니터링은 환자가 외래 방문 간격 사이에서도 증상을 지속적으로 보고할 수 있게 함으로써, 증상 악화를 조기에 포착하고 전화상담, 약물 조정, 추가 진료 연계와 같은 신속한 임상적 대응으로 연결될 수 있다는 점에서 의의가 있다. 또한 이러한 기술은 환자가 자신의 증상 변화를 신속히 인지하고, 자가관리 수행과 의료진과의 의사소통 참여를 증진시키는 측면에서도 유용한 것으로 기대된다.

증상 모니터링 중재는 증상 상태의 변화뿐 아니라 기능 상태, 정서 상태, 자가관리, 삶의 질과 같은 다양한 결과 지표를 통해 평가될 수 있다[33]. 이에 본 연구에 포함된 문헌들을 통해 중재의 적용 가능성을 확인할 수 있는 증상 부담, 삶의 질, 비계획적 의료이용행태를 중심으로 분석하였다. 먼저, 증상 부담과 삶의 질의 효과를 보고한 연구 중 일부 연구에서 유의한 개선이 확인되었다[A1,A2]. 이는 전자적 환자보고결과, 웹, 모바일 기반 증상관리 중재의 신체적 증상 부담 효과를 보고한 선행연구와 유사한 결과이다[22-24]. 이들 연구는 애플리케이션 또는 웹 기반 시스템을 통해 입력된 증상 데이터를 자동 알고리즘이나 사전에 설정된 기준에 따라 분류하고, 증상 악화 시 자가관리 정보 제공 또는 의료진 대응으로 연결되도록 구성하였다. 그 외 알림 체계를 포함한 연구들에서도 증상 악화나 일정 기준 이상의 증상 점수가 이메일 알림, 웹 대시보드 또는 출력된 요약지를 통해 의료진에게 전달되었으나, 증상 경험의 유의한 개선이 나타나지는 않았다[A4,A5,A7]. 이는 디지털 헬스 기반 증상 모니터링이 단순 증상 수집을 넘어 임상적 대응체계로 연결될 때 증상 관리에 활용될 가능성은 확인할 수 있으나, 포함 문헌수의 제한, 중재의 구성요소와 측정시점 등에 이질성이 높아, 중재 구성요소와 결과 간의 관련성은 신중하게 해석할 필요가 있다.

또한, 삶의 질의 유의한 개선을 보고한 연구는 중재 후 6개월 시점에 평가한 반면[A6], 유의한 차이가 없었던 연구는 추적 기간은 8주에서 12주였다[A3,A5,A7]. 이는 전자적 환자보고 결과 기반 중재의 메타분석 결과, 3개월 이하 중재의 삶의 질 개선 효과가 유의하지 않았고, 3개월 초과 중재에서 유의한 개선 효과가 보고된 것과 유사하였다[22]. 삶의 질은 신체적 증상뿐 아니라 심리·정서적 상태, 사회적 관계 등 다양한 차원의 영향을 함께 받으므로[34], 단기간의 증상 모니터링만으로 즉각적인 변화가 나타나기 어려웠을 가능성이 있다. 대체로 증상 부담, 삶의 질에서 유의한 효과가 확인되지 않은 연구들에서는 디지털 증상 모니터링의 실행 가능성은 확인되었으나[A5-7],

보고된 증상에 대한 표준화된 임상 대응 체계와 효과가 기대되는 대상자 선별이 필요함을 시사하였다. 향후 연구에서는 항암 치료, 면역요법, 수술 등 폐암 환자의 치료 궤적에 따른 증상 양상과 중재 구성요소의 근거를 명확히 하고, 증상 및 삶의 질에 영향을 줄 수 있는 임상적, 환경적 요인을 분석 과정에서 함께 반영할 필요가 있다.

비계획적 의료 이용 행태는 응급실 방문 감소를 제외하고 뚜렷한 결과를 보고하지 않았다. 이는 응급실 방문이나 입원과 같은 의료 이용이 증상 변화뿐 아니라 질병 진행, 치료 과정, 의료 접근성 등 다양한 요인의 영향을 함께 받기 때문으로 해석할 수 있다. 한편, 선정 문헌 중 관찰연구 3편에서는 웹 기반 원격 모니터링 플랫폼의 순응도, 스마트폰의 자료수집률이 비교적 양호하게 보고되어, 폐암 환자 대상 디지털 증상 모니터링 중재의 적용 가능성을 확인할 수 있었다[A8-A10]. 이러한 결과들을 종합하여, 증상 모니터링 중재는 폐암 환자의 치료 단계와 질병 진행 과정에서 나타나는 증상 변화, 알림 및 의료진 대응 시스템, 추적 기간 및 결과 변수의 특성에 따라 구성요소를 유연하게 구성할 필요가 있다.

본 고찰의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 영어와 한국어로 작성된 문헌만을 포함하였기 때문에 다른 언어로 출판된 관련 연구가 누락되었을 가능성이 있다. 둘째, 학술지에 게재된 문헌만을 대상으로 하였으므로 연구가 진행 중이거나 출판 전 단계에 있는 연구는 포함되지 않았을 수 있다. 셋째, 본 연구에는 폐암 환자를 단일 대상으로 한 연구와 폐암 환자를 포함한 다암종 환자 대상 연구가 함께 포함되었으므로, 일부 결과는 폐암 환자만의 특성을 반영한 것으로 해석하는 데 제한이 있다. 따라서 향후 연구에서는 폐암 환자만을 대상으로 한 디지털 헬스 기반 증상 모니터링 중재의 효과를 보다 명확히 확인할 필요가 있다. 넷째, 본 연구에 포함된 질 평가 결과, 일부 연구에서 배정 은폐, 눈가림, 탈락 자료 처리 또는 교란변수 통제 등이 불명확하게 보고되어 결과 해석에 주의가 필요하다. 따라서 본 연구에서 제시한 중재 관련 결과는 포함 문헌의 질 평가 결과와 연구설계의 차이를 함께 고려하여 해석할 필요가 있다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 고찰은 폐암 환자를 대상으로 한 디지털 헬스 기술 기반 증상 모니터링 중재의 특성과 그 결과들을 체계적으로 종합하였다는 점에서 의의가 있다. 특히 증상 모니터링의 적용 시점과 기간, 디지털 헬스 기술의 전달 방식, 알림 및 피드백 체계, 주요 결과 변수를 함께 검토함으로써 향후 폐암 환자의 증상 관리 중재 설계와 임상 적용을 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것이다. 또한, 디지털 헬스 기반 증상 모니터링의 임상 적용을 위해서는 보고된 증상을 검토하고,

환자교육과 의료진 간 의사소통을 조정하는 간호사의 역할이 중요하다. 이에 따라 간호 실무와 교육에서는 디지털 증상 데이터 활용 역량, 디지털 헬스 리터러시 및 디지털 기기 사용 교육을 강화할 필요가 있다.

결론

본 연구는 디지털 헬스 기술을 활용한 폐암 환자의 증상 모니터링 중재 연구를 체계적으로 고찰하고, 중재의 특성과 중재 후 보고된 결과를 종합적으로 검토하고자 하였다. 선정된 문헌에서는 모바일 애플리케이션, 웹, 전화 기반 대화형 음성 응답 등 다양한 전달 방식이 활용되었으며, 증상 보고 이후 심각도 분류, 자동 알림, 의료진 피드백 등 여러 중재 구성 요소가 있었다.

디지털 헬스 기술 기반 증상 모니터링 중재는 폐암 환자의 증상 부담과 삶의 질 개선에 긍정적인 가능성을 보였으나, 연구에 따라 효과는 일관되지 않았다. 알림 및 의료진 대응 체계가 포함된 일부 연구에서 긍정적 결과가 보고되었으나, 연구설계와 중재 구성요소의 이질성으로 인해 그 관련성은 신중하게 해석할 필요가 있다.

향후 연구에서는 폐암 환자의 치료 단계와 증상 특성을 고려하여 모니터링 증상 항목, 측정 시점과 기간을 명확히 설계하고, 대응 체계를 구체화한 중재 효과를 반복적으로 검증할 필요가 있다. 본 고찰의 결과는 폐암 환자의 증상 악화를 조기에 파악하고 효과적인 증상 관리 중재를 개발하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHORSHIP

Conceptualization or/and Methodology - SH; Data curation or/and Analysis - SH and YJ; Investigation - SH and YJ; Project administration or/and Supervision - YJ; Resources or/and Software - SH; Validation - SH and YJ; Visualization - SH; Writing: original draft or/and review & editing - SH and YJ.

ORCID

Shin, Hyewon

<https://orcid.org/0009-0005-9809-3106>

Yun, Jungmi

<https://orcid.org/0000-0002-3741-2530>

REFERENCES

1. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, et al. Global cancer observatory: cancer today. Lyon: Interna-

- tional Agency for Research on Cancer; 2024. Available from: <https://gco.iarc.who.int/today>
2. Gonzalez-Ling A, Galindo Vázquez O, Espinoza Bello M, Robles R, Rascón-Gasca ML, Lara-Mejía L, et al. Quality of life, anxiety, depression, and distress in patients with advanced and metastatic lung cancer. *Palliative and Supportive Care*. 2023;21(4):608-15. <https://doi.org/10.1017/S147895152200116X>
3. Chiou LJ, Lin YY, Lang HC. Effects of symptom burden on quality of life in patients with lung cancer. *Current Oncology*. 2024;31(10):6144-54. <https://doi.org/10.3390/curroncol31100458>
4. Mody GN, Stover AM, Wang M, King-Kallimanis BL, Jansen J, Henson S, et al. Electronic patient-reported outcomes monitoring during lung cancer chemotherapy: a nested cohort within the PRO-TECT pragmatic trial (AFT-39). *Lung Cancer*. 2021; 162:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2021.09.020>
5. Karlsson K, Olsson C, Erlandsson A, Ahlberg KM, Larsson M. Exploring symptom clusters and their measurements in patients with lung cancer: a scoping review for practice and research. *Oncology Nursing Forum*. 2023;50(6):783-815. <https://doi.org/10.1188/23.ONF.783-815>
6. Lahiri A, Maji A, Potdar PD, Singh N, Parikh P, Bisht B, et al. Lung cancer immunotherapy: progress, pitfalls, and promises. *Molecular Cancer*. 2023;22(1):40. <https://doi.org/10.1186/s12943-023-01740-y>
7. Vaddepally R, Doddamani R, Sodavarapu S, Madam NR, Katkar R, Kutadi AP, et al. Review of immune-related adverse events (irAEs) in non-small-cell lung cancer (NSCLC): their incidence, management, multiorgan irAEs, and rechallenge. *Biomedicines*. 2022;10(4):790. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10040790>
8. Yao J, Novosel M, Bellampalli S, Kapo J, Joseph J, Prsic E. Lung cancer supportive care and symptom management. *Hematology/Oncology Clinics of North America*. 2023;37(3):609-22. <https://doi.org/10.1016/j.hoc.2023.02.011>
9. Liu J, Liu X, Dong M, Zhao H, Li M, Zhang H, et al. Symptom trajectories during chemotherapy in patients with non-small cell lung cancer (NSCLC) and the function of prolonging low dose dexamethasone in promoting enhanced recovery after chemotherapy. *Thoracic Cancer*. 2021;12(6):783-95. <https://doi.org/10.1111/1759-7714.13830>
10. Ju X, Bai J, She Y, Zheng R, Xu X, Wang W, et al. Symptom cluster trajectories and sentinel symptoms during the first cycle of chemotherapy in patients with lung cancer. *European Journal of Oncology Nursing*. 2023;63:102282. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2023.102282>
11. Martin ML, Chung H, Rydén A. Willingness to report treatment-related symptoms of immunotherapy among patients with non-small cell lung cancer. *Quality of Life Research*. 2022; 31(4):1147-55. <https://doi.org/10.1007/s11136-021-02966-3>
12. Shelton J, Casey S, Puhl N, Buckingham J, Yacyshyn E. Electronic patient-reported outcome measures using mobile health technology in rheumatology: a scoping review. *PLoS One*. 2021;16(7):e0253615. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253615>
13. Glenwright BG, Simmich J, Cottrell M, O'Leary SP, Sullivan C, Pole JD, et al. Facilitators and barriers to implementing electronic patient-reported outcome and experience measures in a health care setting: a systematic review. *Journal of Patient-Reported Outcomes*. 2023;7(1):13. <https://doi.org/10.1186/s41687-023-00554-2>
14. Meirte J, Hellemans N, Anthonissen M, Denteneer L, Maertens K, Moortgat P, et al. Benefits and disadvantages of electronic patient-reported outcome measures: systematic review. *JMIR Perioperative Medicine*. 2020;3(1):e15588. <https://doi.org/10.2196/15588>
15. Basch E, Schrag D, Henson S, Jansen J, Ginos B, Stover AM, et al. Effect of electronic symptom monitoring on patient-reported outcomes among patients with metastatic cancer: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2022;327(24):2413-22. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.9265>
16. van den Hurk CJG, Mols F, Eicher M, Chan RJ, Becker A, Geleijnse G, et al. A narrative review on the collection and use of electronic patient-reported outcomes in cancer survivorship care with emphasis on symptom monitoring. *Current Oncology*. 2022;29(6):4370-85. <https://doi.org/10.3390/curroncol29060349>
17. Baek JY, Kim H, Cho WK, Kim N, Lee TH, Cha WC. Evaluating the feasibility of an electronic patient-reported outcomes platform integrating electronic health records and a mobile messaging app in breast cancer radiotherapy: retrospective cross-sectional study. *JMIR mHealth and uHealth*. 2026;14:e67514. <https://doi.org/10.2196/67514>
18. Salmani H, Nasiri S, Ahmadi M. The advantages, disadvantages, threats, and opportunities of electronic patient-reported outcome systems in cancer: a systematic review. *Digital Health*. 2024;10:20552076241257146. <https://doi.org/10.1177/20552076241257146>
19. Árbol-Guerrero LM, Ortega-Valle D, Fricke-Comellas H, Casuso-Holgado MJ, Muñoz-Fernández MJ, Martínez-Miranda P. Effect of patient education in improving quality of life, fatigue and anxiety in people diagnosed with lung cancer: systematic review. *Supportive Care in Cancer*. 2026;34:159. <https://doi.org/10.1007/s00520-026-10331-8>
20. Nguyen T, Tracy K, Ullah A, Karim NA. Effect of exercise training on quality of life, symptoms, and functional status in advanced-stage lung cancer patients: a systematic review. *Clinics and Practice*. 2023;13(3):715-30. <https://doi.org/10.3390/clinpract13030065>

21. Rowntree RA, Hosseinzadeh H. Lung cancer and self-management interventions: a systematic review of randomised controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(1):536.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19010536>
22. Li Y, Li J, Hu X. The effectiveness of symptom management interventions based on electronic patient-reported outcomes (ePROs) for symptom burden, quality of life, and overall survival among patients with cancer: a meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Nursing Studies*. 2023;147:104588.
<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2023.104588>
23. Saeidzadeh S, Kamalumpundi V, Chi NC, Nair R, Gilbertson-White S. Web and mobile-based symptom management interventions for physical symptoms of people with advanced cancer: a systematic review and meta-analysis. *Palliative Medicine*. 2021;35(6):1020-38.
<https://doi.org/10.1177/02692163211006317>
24. Xia Y, Guan X, Zhu W, Wang Y, Shi Z, He P. Effectiveness of symptom monitoring on electronic patient-reported outcomes (ePROs) among patients with lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *NPJ Digital Medicine*. 2025;8(1):399.
<https://doi.org/10.1038/s41746-025-01812-x>
25. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
26. Barker TH, Stone JC, Sears K, Klugar M, Tufanaru C, Leonardi-Bee J, et al. The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for randomized controlled trials. *JBIC Evidence Synthesis*. 2023;21(3):494-506.
<https://doi.org/10.11124/JBIES-22-00430>
27. Barker TH, Hasanoff S, Aromataris E, Stone JC, Leonardi-Bee J, Sears K, et al. The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for cohort studies. *JBIC Evidence Synthesis*. 2025;23(3):441-53.
<https://doi.org/10.11124/JBIES-24-00103>
28. McCann L, Lewis L, Oduntan O, Harris J, Darley A, Berg GV, et al. Patients' and clinicians' experiences using a real-time remote monitoring system for chemotherapy symptom management (ASyMS): qualitative study. *Journal of Medical Internet Research*. 2024;26:e53834. <https://doi.org/10.2196/53834>
29. Di Maio M, Basch E, Denis F, Fallowfield LJ, Ganz PA, Howell D, et al. The role of patient-reported outcome measures in the continuum of cancer clinical care: ESMO Clinical Practice Guideline. *Annals of Oncology*. 2022;33(9):878-92.
<https://doi.org/10.1016/j.annonc.2022.04.007>
30. Danielsen AV, Andreassen JJ, Dinesen B, Hansen J, Petersen KK, Duch KS, et al. Pain trajectories and neuropathic pain symptoms following lung cancer surgery: a prospective cohort study. *European Journal of Pain*. 2024;28(8):1343-55.
<https://doi.org/10.1002/ejp.2265>
31. Merlo A, Carlson R, Espey J 3rd, Williams BM, Balakrishnan P, Chen S, et al. Postoperative symptom burden in patients undergoing lung cancer surgery. *Journal of Pain and Symptom Management*. 2022;64(3):254-67.
<https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2022.05.016>
32. McClaine S, Fedor J, Bartel C, Chen L, Durica KC, Low CA. Engagement with daily symptom reporting, passive smartphone sensing, and wearable device data collection during chemotherapy: longitudinal observational study. *JMIR Cancer*. 2024;10:e57347. <https://doi.org/10.2196/57347>
33. Lee M, Kang D, Kang E, Kim S, Kim Y, Ahn JS, et al. Efficacy of the PRO-CTCAE mobile application for improving patient participation in symptom management during cancer treatment: a randomized controlled trial. *Supportive Care in Cancer*. 2023;31(6):321.
<https://doi.org/10.1007/s00520-023-07779-3>
34. Smith MJ, Liehr PR. Middle range theory for nursing. 4th ed. Springer Publishing Company; 2018. p. 147-77.

Appendix 1. List of Studies Included in the Review

- A1. Onsuz U, Can G. Effectiveness of mobile-based monitoring system (ONKOSIS) in the management of chemotherapy-related symptoms: a randomized controlled trial. *Supportive Care in Cancer*. 2026;34(3):278.
<https://doi.org/10.1007/s00520-026-10512-5>
- A2. Lv C, Lu F, Zhou X, Li X, Yu W, Zhang C, et al. Efficacy of a smartphone application assisting home-based rehabilitation and symptom management for patients with lung cancer undergoing video-assisted thoracoscopic lobectomy: a prospective, single-blinded, randomised control trial(POPPER study). *International Journal of Surgery*. 2025;111(1):597-608.
<https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000001845>
- A3. Lee M, Kang D, Kang E, Kim S, Kim Y, Ahn JS, et al. Efficacy of the PRO-CTCAE mobile application for improving patient participation in symptom management during cancer treatment: a randomized controlled trial. *Supportive Care in Cancer*. 2023;31(6):321.
<https://doi.org/10.1007/s00520-023-07779-3>
- A4. Nipp RD, Horick NK, Qian CL, Knight HP, Kaslow-Zieve ER, Azoba CC, et al. Effect of a symptom monitoring intervention for patients hospitalized with advanced cancer: a randomized clinical trial. *JAMA Oncology*. 2022;8(4):571-8.
<https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2021.7643>
- A5. Greer JA, Jacobs JM, Pensak N, Nisotel LE, Fishbein JN, MacDonald JJ, et al. Randomized trial of a smartphone mobile app to improve symptoms and adherence to oral therapy for cancer. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 2020;18(2):133-41.
<https://doi.org/10.6004/jnccn.2019.7354>
- A6. Basch E, Deal AM, Kris MG, Scher HI, Hudis CA, Sabbatini P, et al. Symptom monitoring with patient-reported outcomes during routine cancer treatment: a randomized controlled trial. *Journal of Clinical Oncology*. 2016;34(6):557-65.
<https://doi.org/10.1200/JCO.2015.63.0830>
- A7. Yount SE, Rothrock N, Bass M, Beaumont JL, Pach D, Lad T, et al. A randomized trial of weekly symptom telemonitoring in advanced lung cancer. *Journal of Pain and Symptom Management*. 2014;47(6):973-89.
<https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2013.07.013>
- A8. Amouin S, Brureau L, Parnot C, Picchi H, Le Roy A, Barhli A, et al. Optimizing the management of immune-related adverse events and survival in patients with thoracic cancer receiving immunotherapy through artificial intelligence (electronic patient-reported outcomes): The IMPATHI study. *Bulletin du Cancer*. 2025;112(2):149-56.
<https://doi.org/10.1016/j.bulcan.2024.11.004>
- A9. McClaine S, Fedor J, Bartel C, Chen L, Durica KC, Low CA. Engagement with daily symptom reporting, passive smartphone sensing, and wearable device data collection during chemotherapy: longitudinal observational study. *JMIR Cancer*. 2024;10(1):e57347. <https://doi.org/10.2196/57347>
- A10. Cheng X, Yang Y, Shentu Y, Ding Z, Zhou Q, Tan Q, et al. Remote monitoring of patient recovery following lung cancer surgery: a messenger application approach. *Journal of Thoracic Disease*. 2021;13(2):1162-71.
<https://doi.org/10.21037/jtd-21-27>

Appendix 2. Search Strategy

Pubmed

("lung neoplasms"[Mesh] OR "lung neoplas*" OR "pulmonary neoplas*" OR "lung cancer*" OR "cancer of the lung" OR "lung tumor*" OR "lung malignanc*" OR "lung nodule*" OR "lung mass*" OR "NSCLC" OR "Non-Small Cell Lung Cancer" OR "Squamous Cell Carcinoma" OR "Adenocarcinoma" OR "SCLC" OR "small cell lung cancer") AND ("Symptom Assessment"[Mesh] OR "Patient Reported Outcome Measures"[Mesh] OR "Patient Outcome Assessment"[Mesh] OR "Diagnostic Self Evaluation"[Mesh] OR "symptom report*" OR "symptom monitor*" OR "self report*" OR "symptom manage*" OR "symptom experience*" OR "symptom intervention*" OR "electronic patient reported outcome*" OR "electronic patient-reported outcome*" OR "ePRO*" OR "e-PRO*" OR "PROMIS" OR "Patient Reported Outcome*") AND ("Digital Health"[Mesh] OR "Internet-Based Intervention"[Mesh] OR "Patient Portals"[Mesh] OR "Mobile Applications"[Mesh] OR "Telemedicine"[Mesh] OR "Information Technology"[Mesh] OR "Computers, Handheld"[Mesh] OR "Cell Phone"[Mesh] OR "Mobile Phone*" OR "Mobile Device*" OR "Handheld Device*" OR "Handheld Phone*" OR "applicat*" OR "Tablet Computer*" OR "mHealth" OR "eHealth" OR "online based*" OR "Web based*")

Embase

('lung cancer'/exp OR 'lung neoplasm*' OR 'lung tumor'/exp OR 'lung mass*' OR 'lung nodule' OR 'NSCLC' OR 'non small cell lung cancer' OR 'SCLC' OR 'small cell carcinoma' OR 'lung adenocarcinoma' OR 'squamous cell carcinoma' OR 'cancer of the lung' OR 'lung malignanc*') AND ('symptom assessment'/exp OR 'self report*' OR 'symptom report*' OR 'symptom manage*' OR 'symptom experience*' OR 'symptom intervention*' OR 'patient-reported outcome'/exp OR 'ePRO' OR 'e-PRO' OR 'electronic patient record'/exp OR 'electronic patient reported outcome'/exp) AND ('web-based intervention'/exp OR 'telehealth'/exp OR 'digital health'/exp OR 'mhealth' OR 'mobile application'/exp OR 'mobile phone'/exp OR 'handheld device'/exp OR 'digital technology'/exp OR 'wearable electronic device'/exp OR 'mobile device')

Cochrane

(MeSH [Lung Neoplasms] OR (lung NEXT malignanc*) OR "lung mass" OR "lung nodule" OR "cancer of the lung" OR "lung tumor" OR "NSCLC" OR "non small cell lung cancer" OR "SCLC" OR "small cell carcinoma" OR "lung adenocarcinoma" OR "squamous cell carcinoma") AND (MeSH [Symptom Assessment] OR MeSH [Patient Reported Outcome Measures] OR MeSH descriptor:[Diagnostic Self Evaluation] OR "symptom monitor" OR (self NEXT report*) OR (symptom NEXT report*) OR (symptom NEXT manage*) OR (symptom NEXT experience*) OR (symptom NEXT intervention*) OR "electronic patient reported outcome*" OR "ePRO" OR "e-PRO" OR "Patient Reported Outcome") AND (MeSH [Mobile Applications] OR MeSH [Internet-Based Intervention] OR MeSH [Digital Health] OR MeSH [Telemedicine] OR MeSH [Cell Phone] OR MeSH [Computers, Handheld] OR MeSH [Wearable Electronic Devices] OR "Mobile Phone*" OR "Handheld Device" OR "Handheld Phone" OR (applicat*) OR "Tablet Computer" OR "mHealth" OR "eHealth" OR "online based" OR "Web based")

CINAHL

(MH "Lung Neoplasms+" OR MH "Adenocarcinoma of Lung+" OR "lung neoplas*" OR "pulmonary neoplas*" OR "lung cancer*" OR "cancer of the lung" OR "lung tumor*" OR "lung malignanc*" OR "lung nodule*" OR "lung mass*" OR "Non Small Cell Lung Cancer" OR "NSCLC" OR "Squamous Cell Carcinoma" OR "Adenocarcinoma" OR "SCLC" OR "small cell lung cancer") AND (MH "Patient-Reported Outcomes+" OR MH "Electronic Health Records+" OR MH "Self Report+" OR "electronic patient reported outcome*" OR "electronic patient-reported outcome*" OR "ePRO*" OR "e-PRO*" OR "PROMIS" OR "Patient Reported Outcome*" OR "symptom report*" OR "symptom monitor*" OR "self report*" OR "symptom manage*" OR "symptom experience*" OR "symptom intervention*") AND (MH "Telehealth+" OR MH "Internet-Based Intervention" OR MH "Digital Health+" OR MH "Mobile Applications" OR MH "Computers, Hand-Held" OR MH "Digital Media" OR MH "Smartphone" OR "Mobile Phone*" OR "Mobile Device*" OR "Handheld Device*" OR "Handheld Phone*" OR "applicat*" OR "Tablet Computer*" OR "mHealth" OR "eHealth" OR "online based*" OR "Web based*")