

2025-09-20

제309회 KATRD 심포지엄
양재 aT 센터 4층 창조룸

Telemedicine in Cough Evaluation and Management

순천향대학교 서울병원
호흡기내과
윤희영



Contents

- Introduction
- Evidence from COVID-19 infection
- Cough monitoring technology advancement
- Telemedicine for chronic cough management
- Applications in diverse patient populations
- Benefits, challenges & future directions
- Conclusion

Contents

- **Introduction**
- Evidence from COVID-19 infection
- Cough monitoring technology advancement
- Telemedicine for chronic cough management
- Applications in diverse patient populations
- Benefits, challenges & future directions
- Conclusion

원격의료란? Telemedicine or Telehealth

- **Telemedicine**

- ✓ 의료 전문가가 **통신 기술을 사용하여 환자에게 제공하는 원격 임상 서비스**
- ✓ 진단, 치료 및 모니터링 포함
- ✓ 화상 진료, 원격 처방, 영상 판독

- **Telehealth**

- ✓ 단순한 임상 진료를 넘어 광범위한 원격 의료 서비스를 포괄하는 더 넓은 용어
- ✓ 진료 외 건강 교육, 생활습관 관리, 모니터링, 예방 중심 서비스까지 포함

Telemedicine의 주요 구성요소

1. 실시간 상호작용 (Real-time Interactive Services)

- 의료진과 환자가 화상 또는 전화로 실시간 진료
- 예: 실시간 화상 진료, 전화 상담

2. 비동기적 서비스 (Store-and-Forward)

- 의료정보(영상, 문서, 검사결과 등)를 전송하여 나중에 판독
- 예: 영상의학 판독, 피부질환 사진 전달 → 이후 진단

3. 원격 모니터링 (Remote Monitoring)

- 환자의 건강 상태를 디지털 기기나 센서를 통해 모니터링
- 예: 폐기능(스피로미터), 심전도, 산소포화도 모니터링

※ Telehealth와 공통되는 영역이나, 진단 및 치료 목적이면 Telemedicine으로 분류

History of Telemedicine

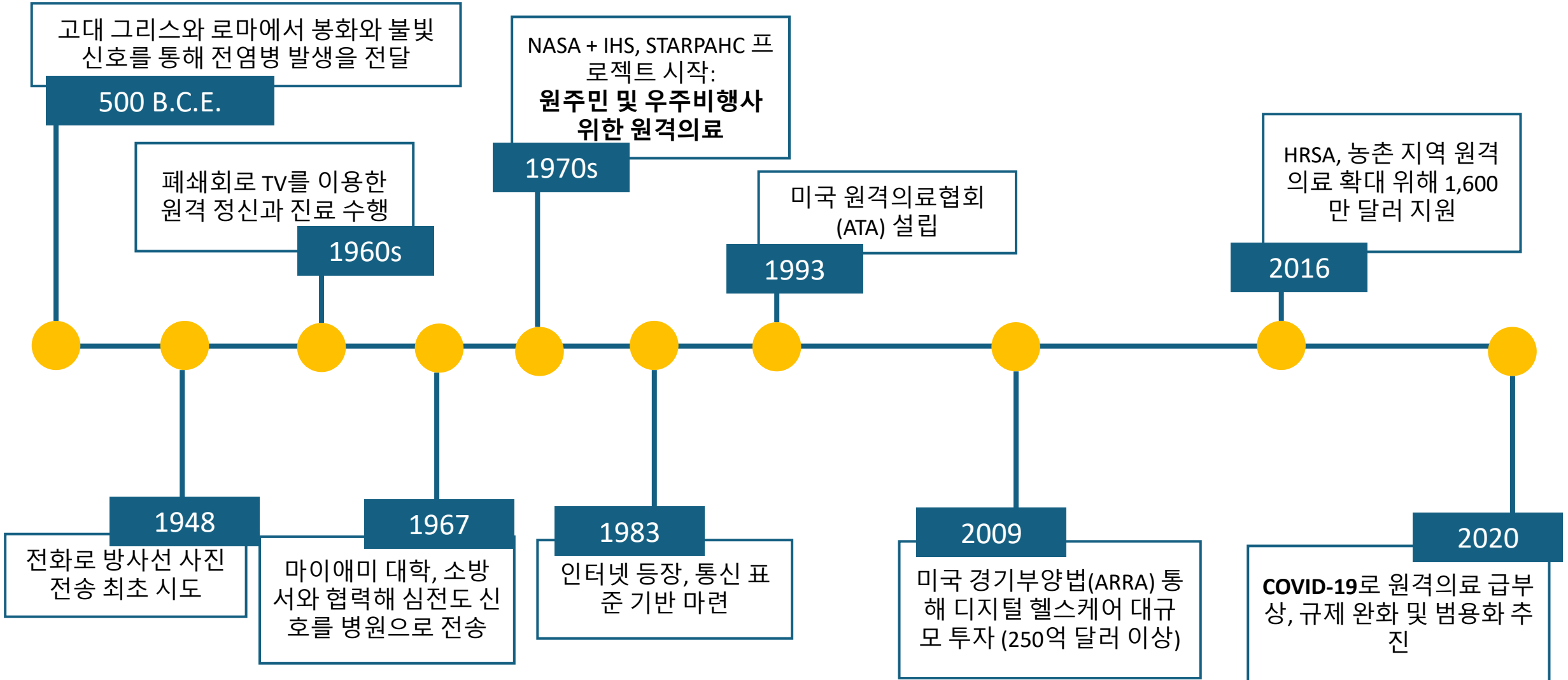


"Radio News" magazine, April 1924



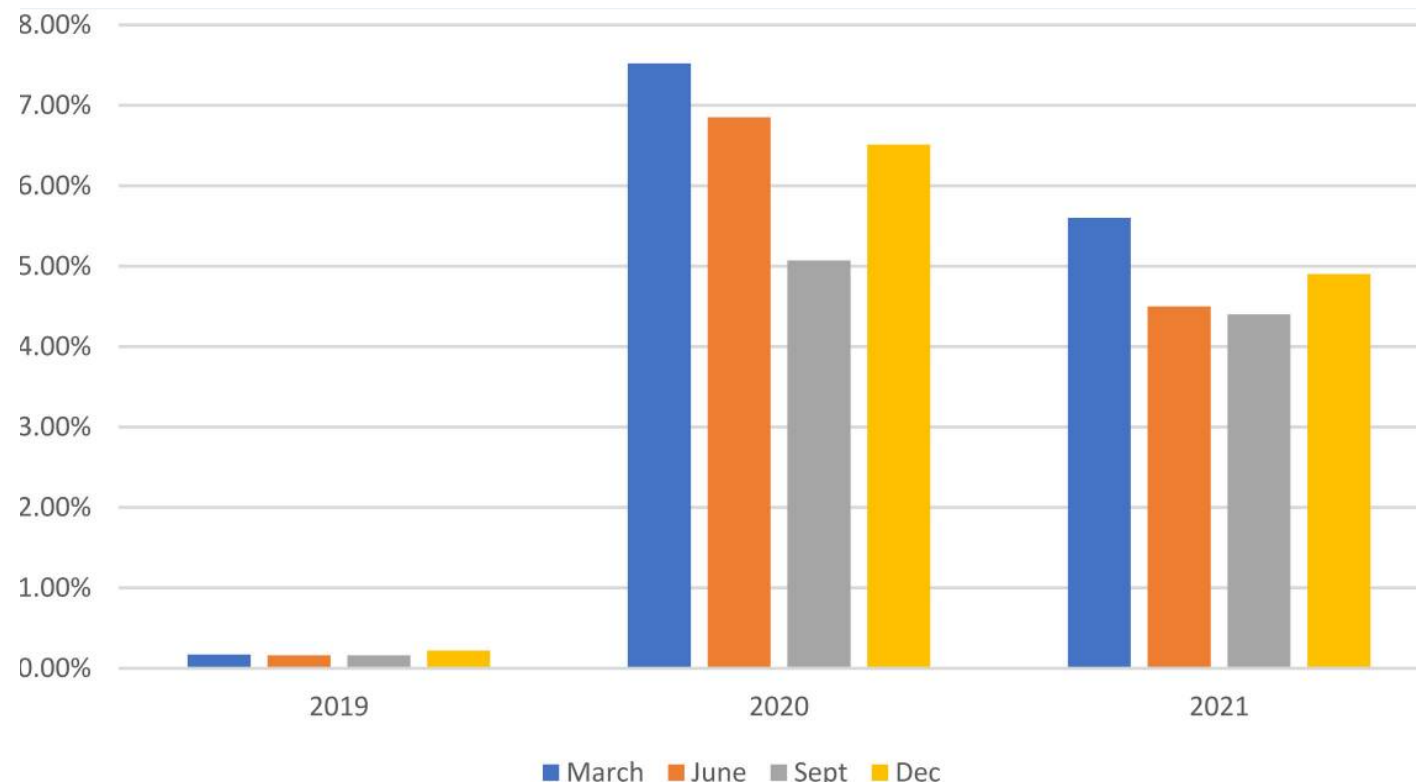
"Science and Invention" magazine, Feb 1925

History of Telemedicine



Evolution and Growth of Telemedicine

- COVID-19 & Telemedicine

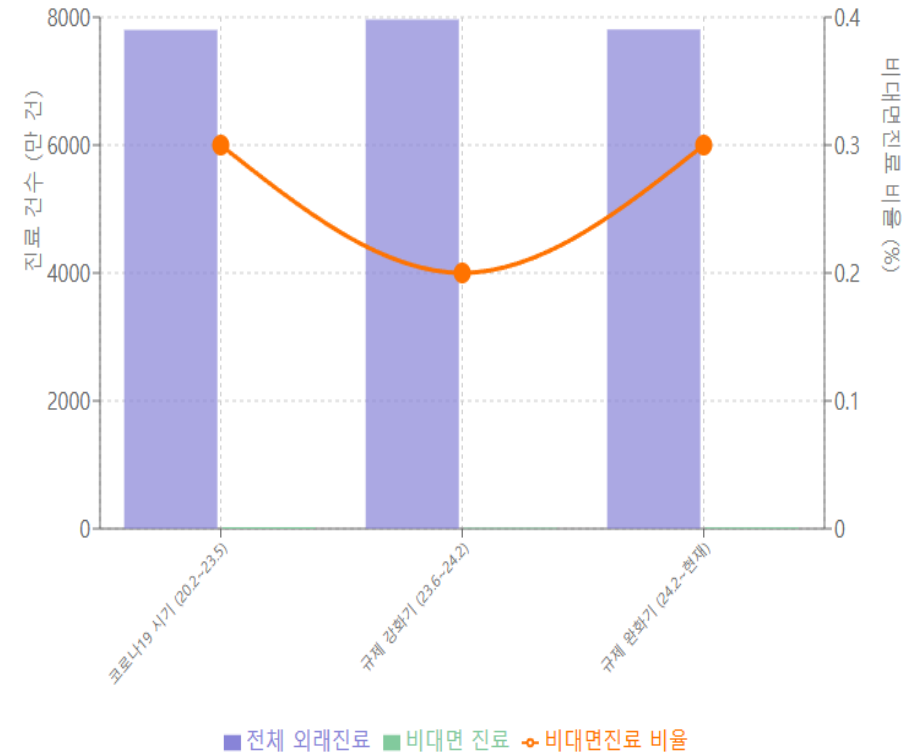


Telehealth claims (as a percentage of all claims) in the USA from 2019 to 2021

국내 비대면 진료 현황

- 총 이용자: 492만 명 (2020-2025)
 - 코로나19 시기 (2020.2 ~ 2023.5): 감염병 위기 대응으로 광범위 허용
 - 규제 강화기 (2023.6 ~ 2024.2): 재진환자 + 만성질환 11개로 제한
 - 규제 완화기 (2024.2 ~ 현재): 6개월 내 대면진료 경험자로 확대
- 참여 의료기관: 약 2.3만 개소
 - 의원급: 21,430개 (94.2%)
 - 병원급: 1,030개 (4.5%)
 - 종합병원: 262개 (1.2%)
 - 상급종합병원: 37개 (0.2%)
- 월평균 이용: 20만(급여) + 5만 (비급여) = 총 25만 건
- 전체 외래진료 대비: 0.2~0.3% 수준

전체 외래진료 대비 비대면진료 건수 현황



국내 비대면 진료 현황

순위	전체	건수(%)	초진	건수(%)	재진	건수(%)
1	본태성 고혈압	424,394 (19.3)	급성 기관지염	87,227 (16.3)	본태성 고혈압	411,877 (24.7)
2	급성 기관지염	230,813 (10.5)	알레르기성 비염	35,555 (6.6)	2형 당뇨병	196,079 (11.8)
3	2형 당뇨병	199,296 (9.0)	비인두염(감기)	23,822 (4.4)	급성 기관지염	143,587 (8.6)
4	알레르기성 비염	86,584 (3.9)	눈물계통 장애	20,225 (3.8)	지질대사장애	80,697 (4.8)
5	지질대사장애	85,562 (3.9)	급성 인두염	12,840 (2.4)	알레르기성 비염	51,030 (3.1)

- **비대면 진료, 기침 관련 질환 비중 높음**
- 초진: 급성 기관지염, 알레르기성 비염, 비인두염, 인두염 등 기침을 유발하는 급성 호흡기 질환이 다수
- 재진: 급성 기관지염, 알레르기성 비염 등 기침 지속·재발 환자가 상위권 유지

호흡기 질환에서 원격의료의 필요성

기침 관리의 한계점

- 외래 진료 시점에서만 평가 → 실제 증상 변화 포착 어려움
- 환자 주관적 호소에 의존 → 객관적 평가 지표 부족
- 치료 반응 판단의 어려움 → 반복 방문에도 불구하고 불충분한 평가

원격의료의 장 점

- 24시간 연속 모니터링으로 실시간 데이터 확보
- 객관적 기침 분석 가능
- 치료 반응 추적 및 최적 중재 타이밍 제공

COVID-19 계기 로 급속 확산

- 국내 이용자 492만명 (2020-2025)
- 기침 관련 질환이 비대면 진료 상위권 차지
- 급성 기관지염 (2위), 알레르기성 비염 (4위)

Contents

- Introduction
- **Evidence from COVID-19 infection**
- Cough monitoring technology advancement
- Telemedicine for chronic respiratory conditions
- Applications in diverse patient populations
- Benefits, challenges & future directions
- Conclusion

COVID-19와 원격진료의 도입

- COVID-19 팬데믹은 전 세계적으로 비대면 진료의 필요성을 **급격히 가속화**
- 감염병 대응을 위한 긴급 정책 변화와 기술 수용성이 원격의료 도입을 촉진

제도적 변화	임시 허용 → 제도화 논의로 확장(미국 Medicare 원격진료 청구 확대, 국내 시범사업 확대)
기술 인프라 확산	화상진료 플랫폼, 원격 모니터링 기기, EMR 연동 활성화
임상 적용 증가	만성질환 관리, 약물 조정, 증상 추적 등에서 실제 활용
진료 접근성 향상	고위험군, 이동 제한 환자 대상 care continuity 보장

원격 vs 대면 진료 정확도: COVID-19

- 무작위 단일기관 연구 (n=98): 65세 이하, 면역저하/만성질환 無, 호흡기 증상 (평균 나이 36.3세, 여성 57.1%)
- 1:1 무작위 배정: Telemedicine 후 대면진료군 vs. 대면진료 단독군

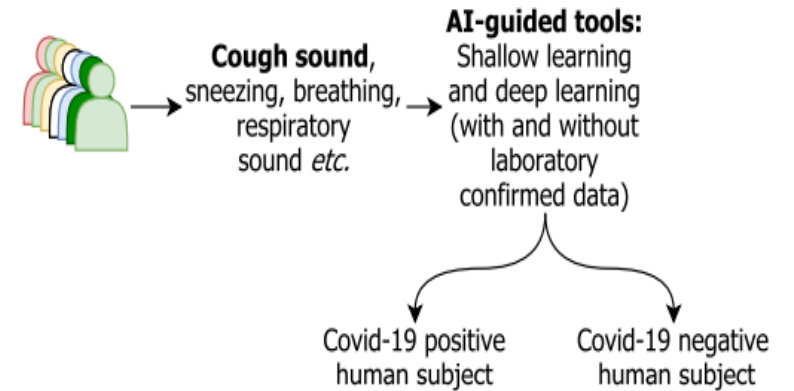
진단 정확도는 두 그룹 간 차이가 없었으며, 검사 처방률, 임상 경과에서도 비열등
→ 원격진료는 **급성 호흡기 환자의 초기 평가 전략**으로 의료체계 내 통합 필요성
시사

p > 0.999)

- Telemedicine군 중 18.7%만 ED 전원 필요

AI 기반 기침음 분석과 COVID-19 선별검사

- 2020-2021년 발표된 논문 16편을 체계적 분석
- 딥러닝(CNN, RNN 등), 머신러닝(SVM, RF 등) 알고리즘 활용
- 정확도: 74-97%, 민감도: 71-98%, 특이도: 35-96%
- 다수 연구에서 85~90% 수준의 성능 보고
- 데이터 출처(실험실 확진 여부)와 알고리즘 종류에 따라 편차가 존재함.



다수 연구에서 민감도 및 특이도가 높았고, 낮은 비용과 비접촉 방식이라는 장점으로 **대규모 스크리닝 수단**으로서 잠재력 확인

→ 단, COVID-19 유행기에 진행된 연구들이 대부분, 실제 임상 환경에서의 적용 및 법적·윤리적 쟁점은 여전히 과제로 남음

COVID-19 회복기 환자에서의 원격진료 활용

- COVID-19 퇴원 환자(n=30)를 대상으로 최대 114일간 원격 SpO₂·심박수·기침/호흡곤란 설문 원격 모니터링

지표	임상 호전군	미호전군	p-value
평균 SpO ₂	96% (SD 1)	94% (SD 2)	0.01
최소 SpO ₂	92%	89%	0.04
SpO ₂ 변동 폭	7% [4-8]	9% [7-11]	0.03
기침/호흡곤란 점수	유의한 차이 없음		
심박수	차이 없음		

- 원격 모니터링 항목 선정 시 주관적 지표보다 객관적 생리 지표의 중요성을 시사

Cough management in COVID-19

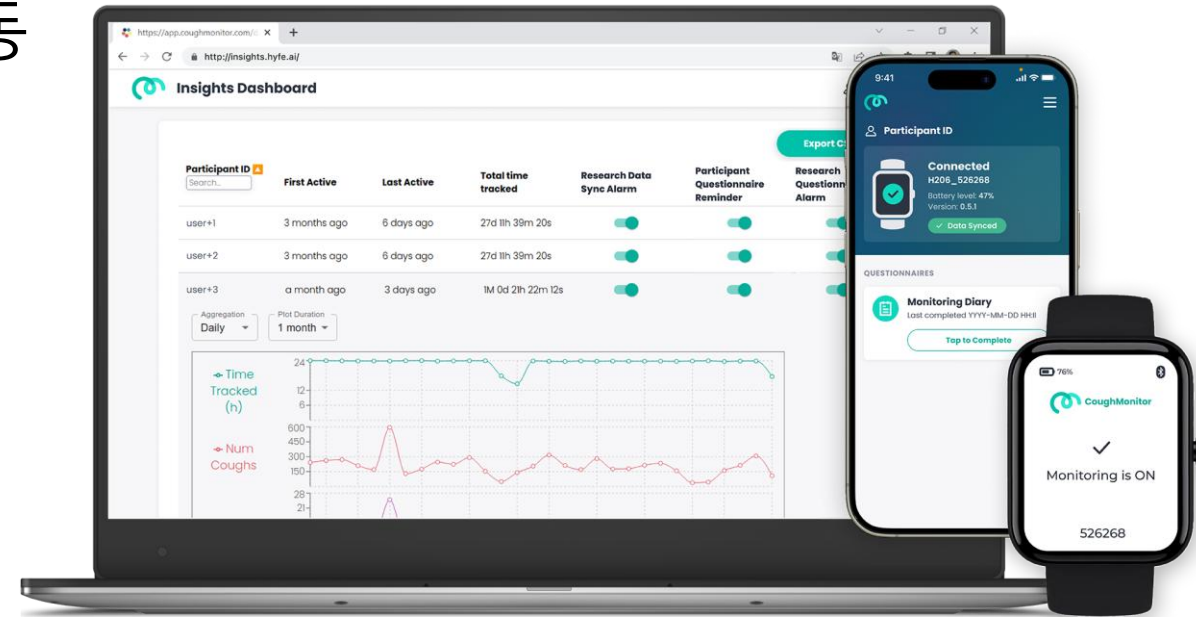
- 팬데믹 → 기침 환자 초기 평가·모니터링에 원격의료 효과 확인
- 그러나 만성기침·복합 원인 질환 → 여전히 대면 평가 필요
- 해결 과제
 - 기술적 신뢰성 확보
 - 환자 사용성 개선
 - 데이터 보안 강화

Contents

- Introduction
- Evidence from COVID-19 infection
- **Cough monitoring technology advancement**
- Telemedicine for chronic cough management
- Applications in diverse patient populations
- Benefits, challenges & future directions
- Conclusion

AI 기반 기침 모니터링

- **Hyfe Cough Tracker (스마트폰 앱)**
 - 마이크 + AI 음향 분석 → 기침 소리 자동 탐지
 - 침대·책상 위 두면 자동 작동
 - 기침 횟수·지속시간·패턴 → 일별/주간 그래프 제공
- **Hyfe Medical Monitor (디바이스)**
 - 24시간 이상 연속 모니터링
 - 호흡수·자세·활동량 동시 측정
 - 정밀도 향상 목적



AI 기침 모니터링 앱 성능 평가

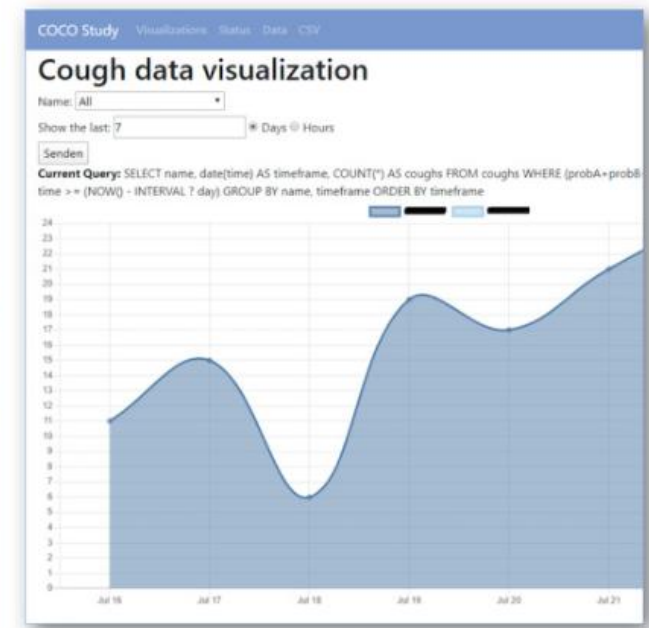
- 대상자: 49명, 다양한 기침 유사 소리 유도(10분간)
- 기준: 3명의 의료 훈련된 연구자가 수동으로 라벨링 (gold standard)

성능 지표	Hyfe 앱 결과
민감도	91%
특이도	98%
인간 라벨링과의 상관도	Pearson r = 0.968

- ✓ Hyfe 앱 → 기침 유사 소리 감지에 높은 정확도 보임
- ✓ 정밀한 자동 카운팅 기능 확인

AI 기침 모니터링 앱 성능 유효성 평가

- 기침 → COPD·폐렴·COVID-19 등 악화 예측 인자
- 기존 기침 모니터링 도구: 침습적이거나 비현실적
- **병동 입원 환자대상 → 스마트폰 앱(갤럭시 A3) 기반 기침 모니터링**
- **폐렴 환자 9명 (SARS-CoV-2 감염 4명 포함)**
- 방법: 침대 머리맡에 스마트폰 배치, 야간 8시간 녹음
- 비교: 2명의 평가자가 수작업 라벨링 (gold standard)



AI 기침 모니터링 앱 성능 유효성 평가

	On-device (스마트폰 자체 분석 기준)	On-computer (사후 컴퓨터 분석 기준)
민감도	71%	82%
특이도	99%	99%
정밀도	83%	92%
시간당 기침 수 차이	-1.2회	-0.9회
상관도(r)	0.82 (p<0.001)	0.95 (p<0.001)

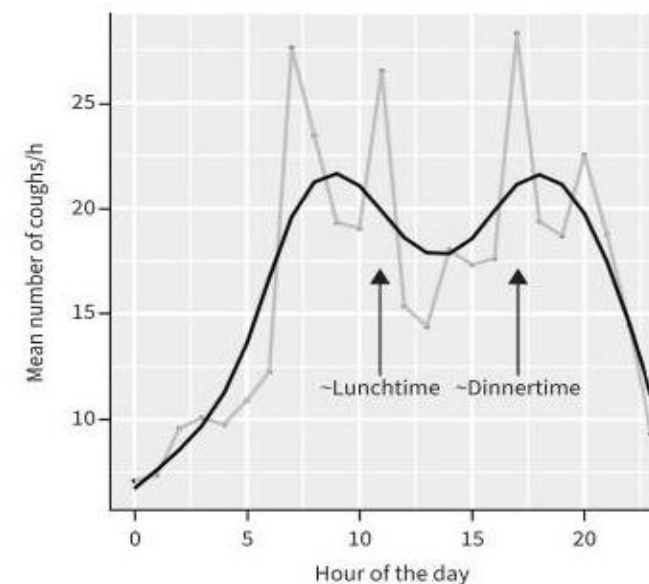
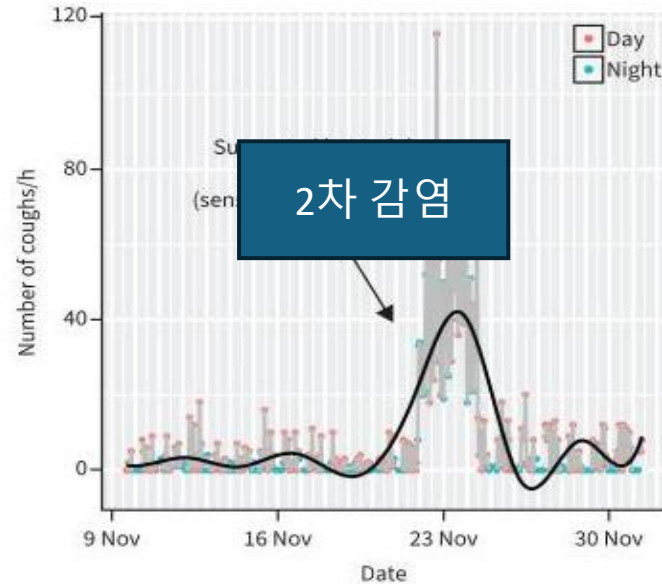
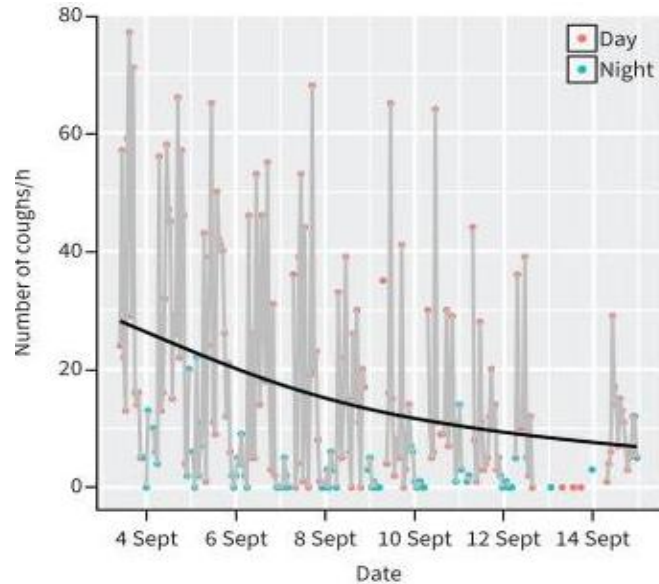
- 병동 환자 기침 모니터링 → 자동·연속적 수행 가능
- 비접촉·실시간·저비용 → 소비자용 기기 기반
- 기침 빈도 증가 = 조기 개입 신호 → 병동 내 악화 예방 도구 가능성

스마트폰 기반 기침 모니터링 기술

- 기간: 2020.4 ~ 11 (COVID-19 초기)
- 대상: COVID-19 폐렴 환자 32명, 비-COVID 폐렴 환자 14명
- 방법
 - 스마트폰(갤럭시 A3)을 환자 곁에 두고 24시간 이상 연속 녹음
 - 기침 빈도 → ETH Zurich 서버로 실시간 전송
- 특정 장비 착용 불필요
- 비접촉·연속 모니터링 가능



스마트폰 기반 기침 모니터링 기술



- 기침 빈도: 입원 초기 → 가장 높음
- 회복과 함께 지속적으로 감소
- 기침 빈도와 연관성: 산소포화도, 호흡수, 체온, 염증지표 (CRP, 페리틴), ROX index ($SpO_2/FIO_2 \div$ 호흡수)
- 2차 감염시 빈도 증가
- 기침 양상: 낮 시간(오전·오후) → 2회 피크
- 야간 → 감소
- 단순한 스마트폰만으로도 병원 내에서 기침 모니터링이 가능
- 감염병 상황에서 비대면 기술의 임상 활용 가능성을 제시

Cough monitoring via telemedicine

- 비접촉·비침습적 방식 → 수면 중·입원환자 감시에 유용
- 기침 빈도 → 질병 중증도·회복 과정 반영 지표
- 활용 가능성
 - 천식·COPD·감염질환 악화 예측
 - 환자 모니터링
 - 임상시험 바이오마커

Contents

- Introduction
- Evidence from COVID-19 infection
- Cough monitoring technology advancement
- **Telemedicine for chronic cough management**
- Applications in diverse patient populations
- Benefits, challenges & future directions
- Conclusion

만성 기침: 원인 및 진료 난점

- 정의: 8주 이상 지속되는 기침
- 원인 다양: UACS, 기침형 천식, GERD, 흡연, ACE 억제제 등
- 복합 원인 동시 작용 → 진단 복잡
- 진단 과정 단계적·시간 소요 큼
- 병력 청취·증상 호소에 의존도 높음
- 객관적 평가 지표 부족 → 치료 반응 판단 어려움
- 반복 외래 방문 → 비효율적 진단·처방 위험
- 추적관찰 어려움
- 지속적 모니터링 필요

만성 기침 환자의 원격진료 효과

- 총 7편의 미국, 영국 논문 (2009-2022) 대상, 스코핑 리뷰 수행
- 연구 유형: 전향적 코호트 연구/후향적 리뷰

기침 증증도 감소

- 기침 증증도 지표(CSI, LCQ) 전반적으로 유의하게 개선
- 원격 Behavioral cough suppression therapy 이후, LCQ 증가 및 VAS 개선 확인

기침 원인 평가 가능

- 온라인 문진 기반 진단 알고리즘으로 주요 원인 분류 가능

환자 만족도 높음

- 대부분의 환자들에서 사용 편의성 높고, 치료계획 전달 명확
- 다학제 진료 및 그룹 치료: 심리적 지지와 정보 공유 효과
- 70% 이상이 타인에게 추천 의향

➔ 장기적 효과 및 재발률 관련 근거는 제한적.

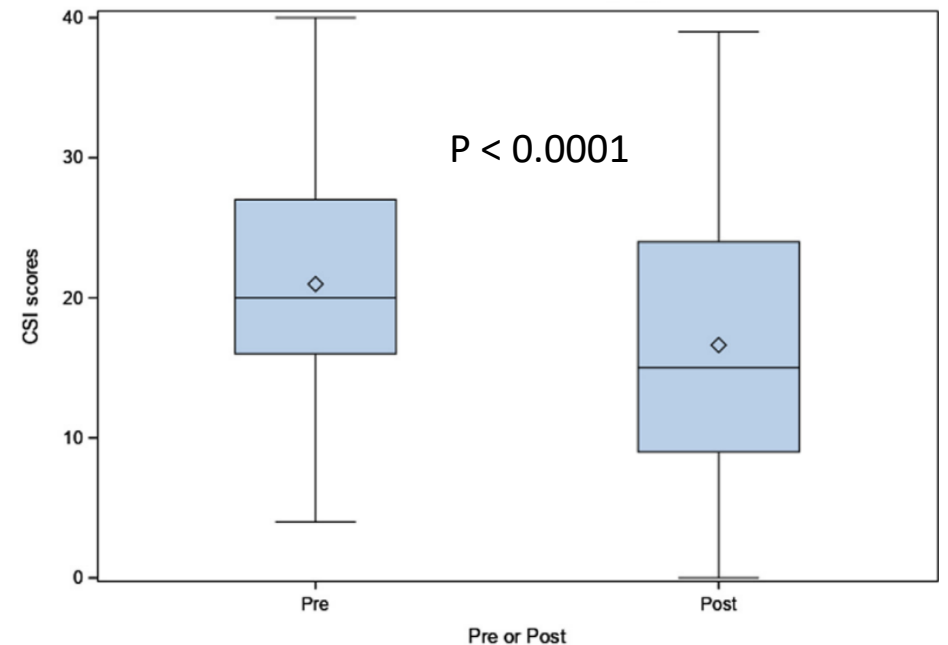
만성기침과 언어치료 (Speech Pathology Intervention, SPI)

- 대상: 난치성 만성 기침 (CRC)
- 중재: SPI (기침 억제 훈련) ± 보조 영상 제공
- 연구: RCT (n=18)
- 평가 지표: 기침 억제 연습 정확도, 기침 빈도·중증도, LCQ, 음성 지각
- **결과**
 - 두 군 모두 증상 유의한 개선
 - 보조 영상 제공군이 추가적 이득 없음



원격 언어치료(BCST, Behavioral cough suppression therapy) 효과

- **BCST**: 최대 88% 효과 입증된 CRC 치료 방법
- 대상: CRC 환자 (n=51, 평균 60세, 여성 88%)
- 중재: 원격 BCST (≥1회)
- 평가 지표: Cough Severity Index (CSI)
- **결과**
 - ▶ 치료 후 CSI 점수 유의한 감소 ($p < 0.0001$)
 - ▶ 효과는 대면 치료와 유사
- 원격 BCST도 충분히 효과적
- 대면·원격 병행 및 유연한 의료 제공 체계 필요성 시사



만성기침과 다학제 원격진료

- 만성 기침은 다양한 원인 → 평가 복잡, 중복 검사 多
- 다학제적 접근 + 원격진료 결합 모델 (MDCCC)
- **Virtual Multidisciplinary Chronic Cough Clinic (MDCCC) 프로세스**

사전 온라인 문진 (증상·환경 설문 포함)

6개 전문과 참여 (알레르기, 호흡기, 소화기, 이비인후, 음성치료 등)

월 1회·2시간 화상 진료 세션

세션 후 팀 회의 → 진단 및 향후 치료 계획

만성기침과 다학제 원격진료

- N=30, 여성 73.3%, 평균 연령 60.2세, 평균 기침 기간 5.2년
- 주요 진단
 - Cough hypersensitivity syndrome (43.3%), GERD/식도이상운동 (43.3%)
 - 기타·ACE-I 유발 IID 천식 등

Virtual MDCCC는 **복잡한 만성기침의 효율적 진단 및 관리 모델로** 가능성 제시
→ 동시 다수과 진료, 비용 감소, 환자 접근성 향상 기대

특수 전문과 진료
편의성

76.4%가 9~10점

치료계획 명확성
및 이해도

88.2% 강한 동의

Telemedicine 진
료 만족도

76.4%가 9~10점

타인 추천 의향

70%

Telemedicine for chronic cough

- 원격진료는 **대면진료의 보완·대체 수단**으로 가능성 확인
- Structured approach
 - Speech-Language Pathology Therapy
 - 다학제 진료 모델 → 환자 만족도 높음
- 대규모 임상연구 통한 근거 축적 & 가이드라인 반영 필요

Contents

- Introduction
- Evidence from COVID-19 infection
- Cough monitoring technology advancement
- Telemedicine for chronic cough management
- **Applications in diverse patient populations**
- Benefits, challenges & future directions
- Conclusion

모바일 메신저 기반 기침형 천식 관리

- 중국 RCT
- 기침형 천식(CVA) 환자 80명
- ✓ TG (Traditional group): 표준 흡입 치료만 제공
- ✓ WG (WeChat군): 표준 치료 + WeChat 기반 교육 및 관리
- 관찰기간: 3개월, 67명 완료

위챗

앱 :

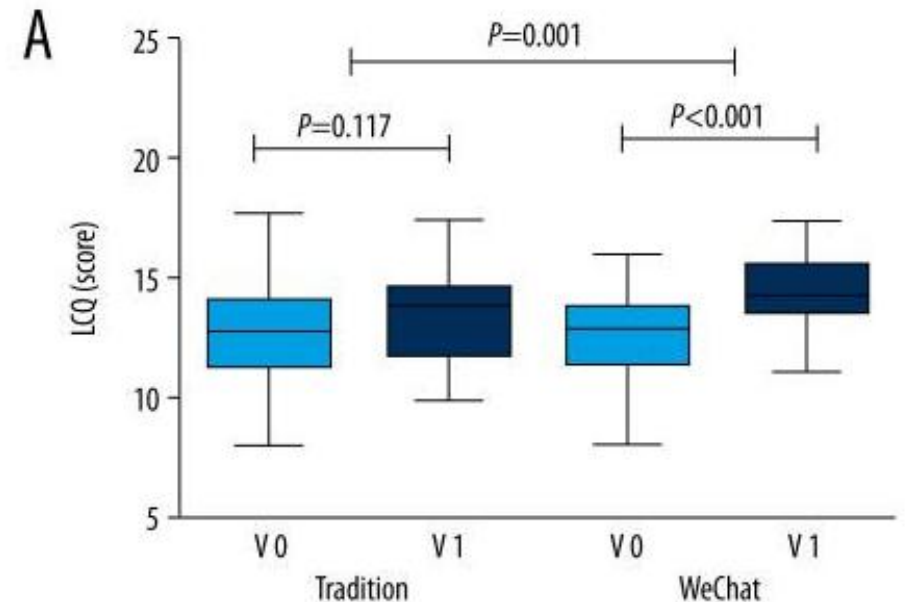


위챗 또는 웨이씬은 텐센트 홀딩스 유한회사가 개발하고 2011년 1월 21일에 시작한 모바일 인스턴트 메신저이다. 2015년 12월 위챗의 회원 수는 10억 명을 돌파했고, 적극적인 사용자는 약 6억 5천만 명이다. 위키백과 >

알림전송, 교육 콘텐츠 제공, 설문 및 증상 체크
데이터 수집 및 모니터링, 실시간 상담

모바일 메신저 기반 기침형 천식 관리

- 폐기능 (FEV1, FEV1/FVC): WeChat군에서 유의한 호전 ($p < 0.001$)
- 기침지표(LCQ): WeChat군에서 뚜렷한 향상 ($p < 0.001$)
- 치료 순응도: WeChat군 우수 ($p = 0.034$)
- 추가로 기도과민성, 호산구·FeNO도 개선



✓ 모바일 메신저 활용이 CVA 환자의 치료 효과와 환자 순응도를 동시에 향상.

COPD 환자의 기침 증상과 원격 간호중재

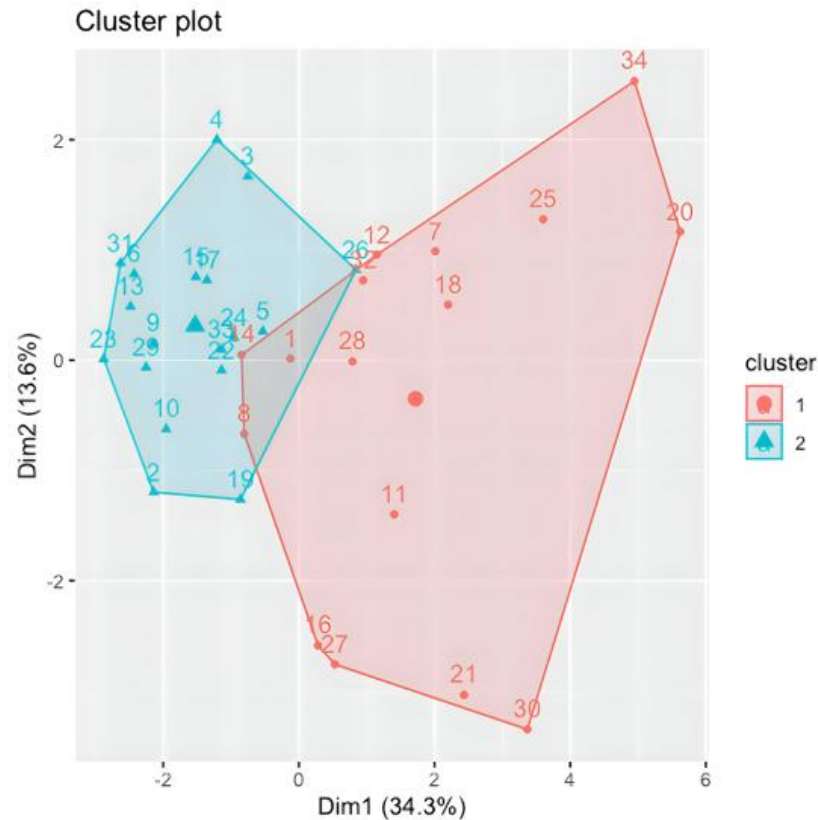
- 목적: COPD 환자 유형별 원격 간호중재 활용 패턴 및 효과 탐색
- 대상: 65세 이상 COPD 환자 36명
- 기간: 12개월 원격 간호 서비스
- **간호중재 내용 및 데이터 수집**

항목	내용
자기보고 증상	SpO ₂ , 기침, 호흡곤란 등 앱 입력
중재 대응	고위험 상황 시 간호사 개입 → 교육·평가·추적
삶의 질 평가	HRQoL, 우울/불안, 외로움 설문

- **원격 간호중재가 증상 관리와 삶의 질 평가를 구조화된 방식으로 지원 가능**

COPD 환자의 기침 증상과 원격 간호중재

- 두 개의 distinct phenotype(cluster)이 도출



구분	Cluster 1	Cluster 2
기침 빈도	높음 (3.34 vs 3.00)	낮음
증상	호흡곤란, 가래 분비 ↑	상대적으로 경미
원격간호 개입	호출·개입 많음, action plan 활용 ↑	개입 빈도 적음
기능/건강상태	낮음	양호

✓ 기침이 잦고 증상이 심한 COPD 환자는 원격 간호중재 개입 효과가 가장 큼

Applications in diverse patient populations

- 원격진료는 다양한 집단에서 기침 증상 모니터링 및 관리에 효과적으로 활용 가능
- 연령과 질환 특성에 맞는 **평가 도구와 플랫폼 맞춤화** 전략이 중요
- **자가 보고(self-report)**와 **디지털 중재**를 결합하면 치료 순응도 및 조기 대응 능력 향상

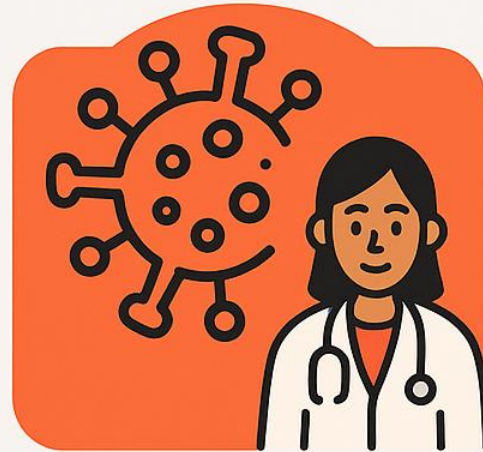
Contents

- Introduction
- Evidence from COVID-19 infection
- Cough monitoring technology advancement
- Telemedicine for chronic cough management
- Applications in diverse patient populations
- **Benefits, challenges & future directions**
- Conclusion

Benefits



Increase accessibility



Infection prevention



Time &
resource efficiency



Patient satisfaction



Redistribution of
healthcare resources

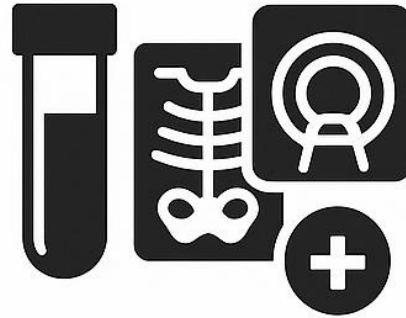


Connectivity with
digital health

Challenges



Limited diagnostic accuracy



Lack of test access



Technical issues



Difficulty handling emergencies



Lack of care continuity



Legal and ethical concerns

Future direction



정밀진단 보완 기술 개발



응급상황 대응 체계 구축



디지털 소외계층 접근성 강화



지속 가능한 수가/보상체계 마련

Take home messages

- 기침은 질병 활동성과 치료 반응을 반영하는 중요한 디지털 바이오마커로 활용 가능
- AI 기반 기침 모니터링 및 원격진료 기술은 임상 적용 가능성이 높으며, 효율적이고 감염 위험을 줄이는 도구로 유용함
- 그러나 진단 정확도, 응급상황 대처, 법적/윤리적 문제는 여전히 한계
- 향후 플랫폼 통합, 형평성 보장, 지속 가능한 보상체계 마련이 필요

경청해 주셔서 감사합니다

Q & A