

2025-06-16

제309회 KATRD 심포지엄
양재 aT 센터 4층 창조룸

Cough and Telemedicine

순천향대학교 서울병원
호흡기내과
윤희영

Contents

- Introduction
- Cough management in COVID-19
- Cough monitoring via telemedicine
- Telemedicine for chronic cough
- Telemedicine in vulnerable populations
- Benefits & challenges
- Conclusion



Contents

- **Introduction**
- Cough management in COVID-19
- Cough monitoring via telemedicine
- Telemedicine for chronic cough
- Telemedicine in vulnerable populations
- Benefits & challenges
- Conclusion



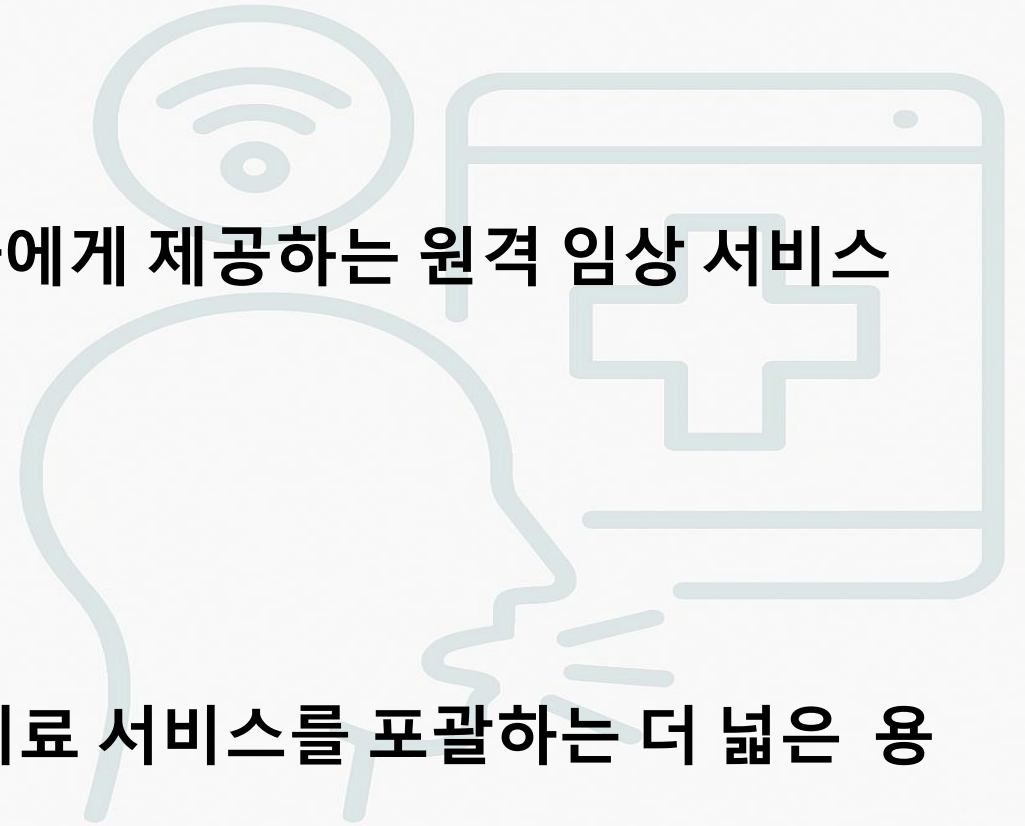
원격의료란? Telemedicine or Telehealth

- **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

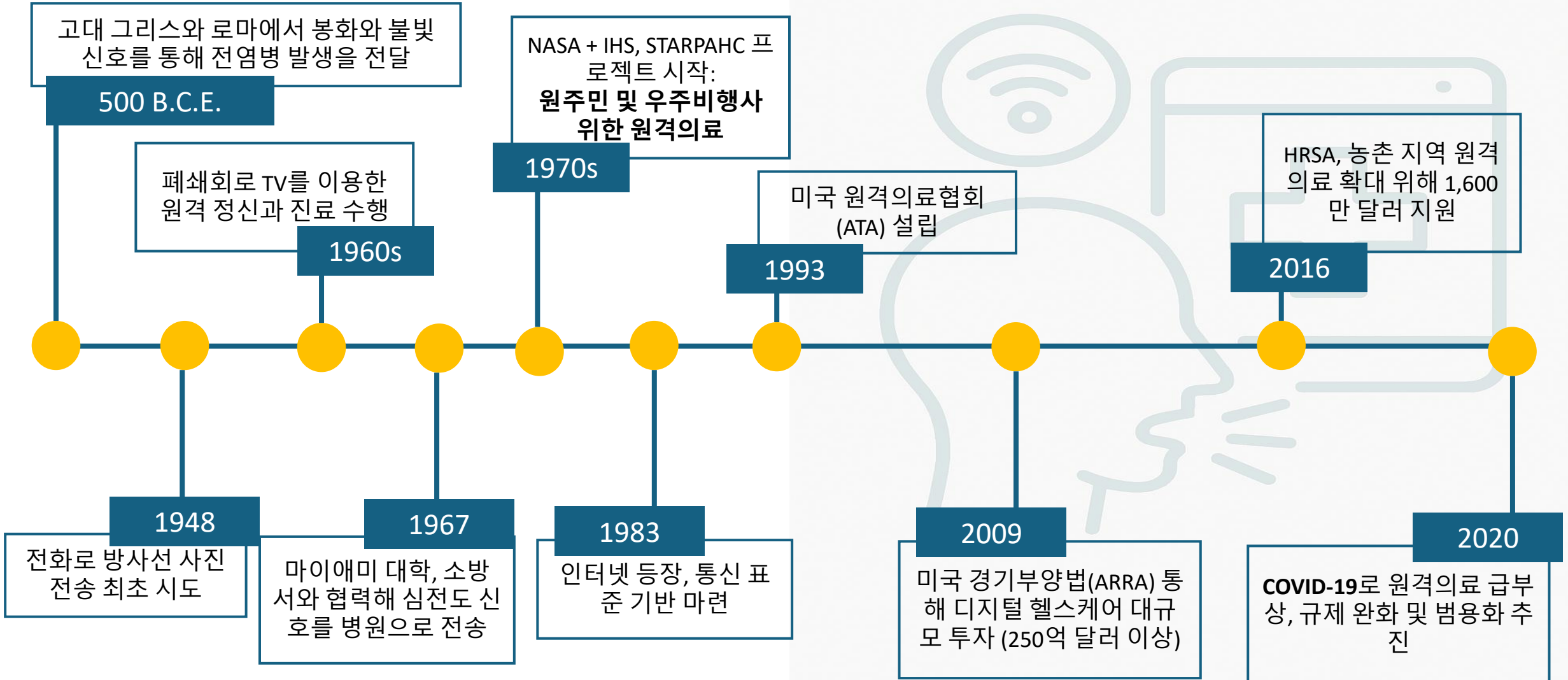


"Radio News" magazine, April 1924



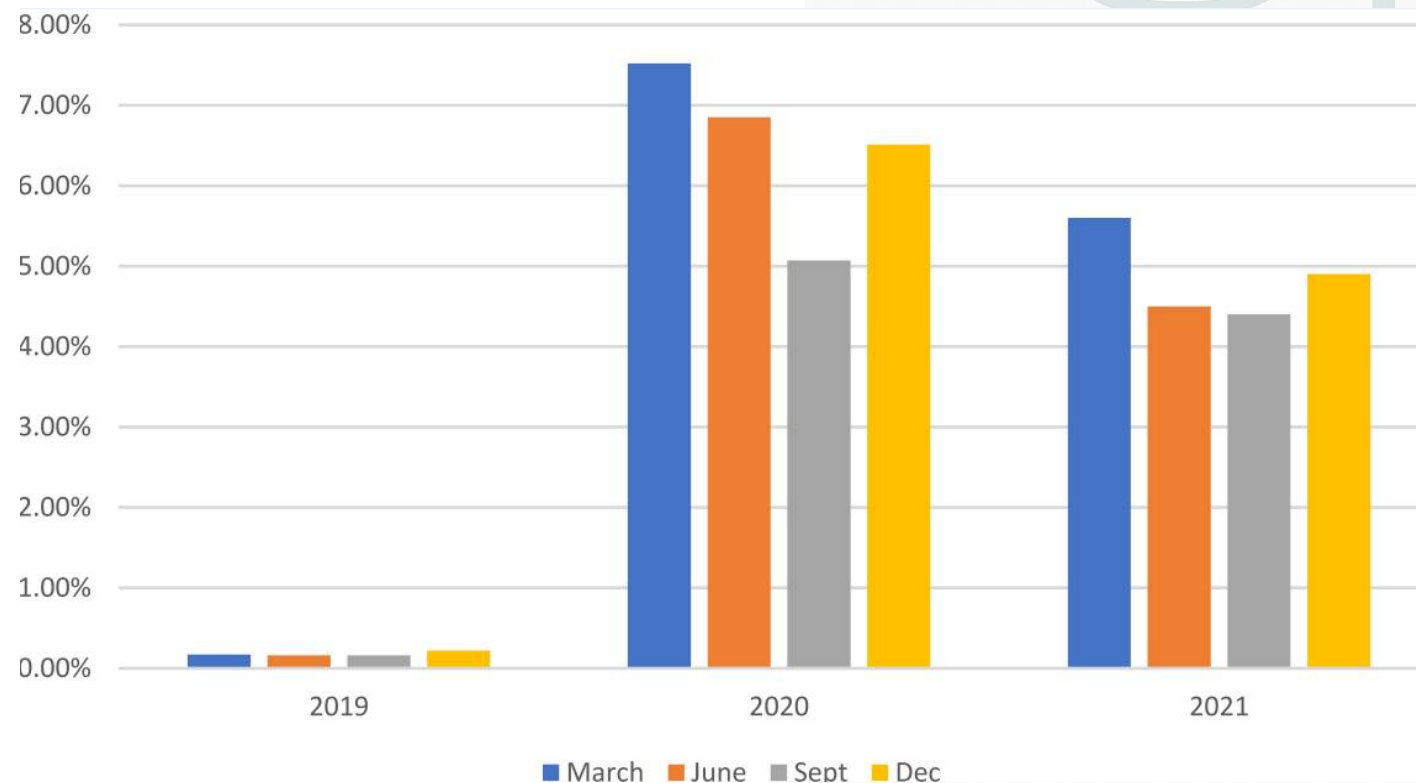
"Science and Invention" magazine, Feb 1925

History of Telemedicine



Evolution and Growth of Telemedicine

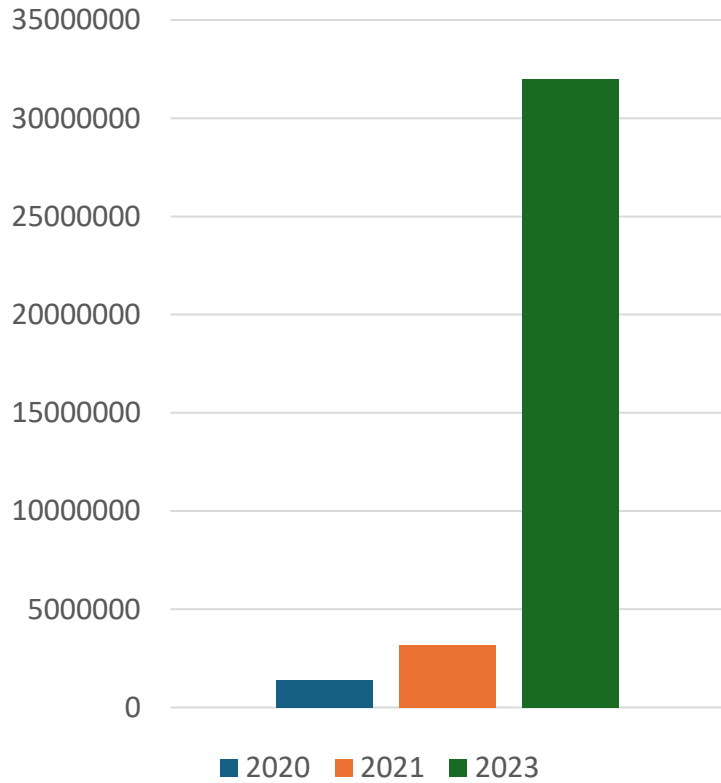
- COVID-19 & Telemedicine



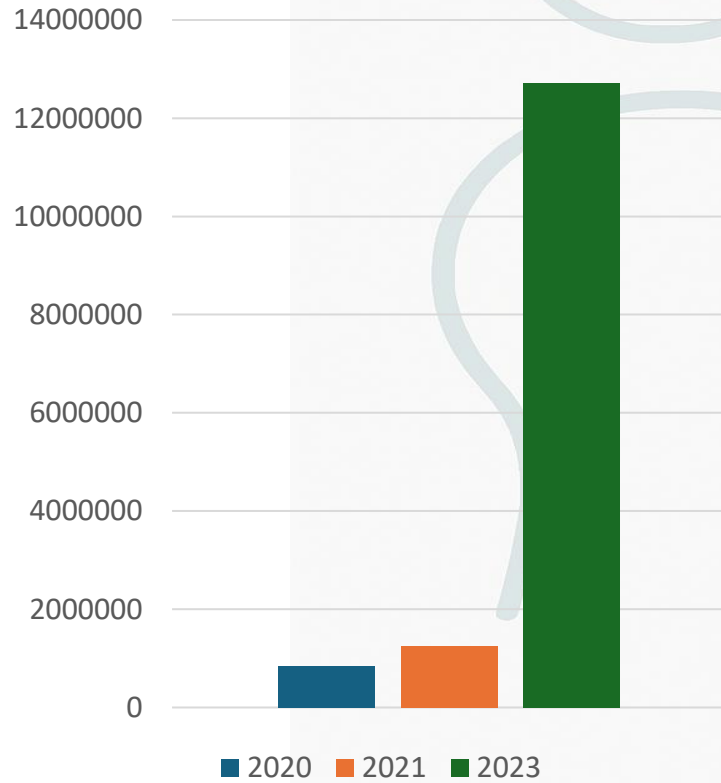
Telehealth claims (as a percentage of all claims) in the USA from 2019 to 2021

Telemedicine in South Korea

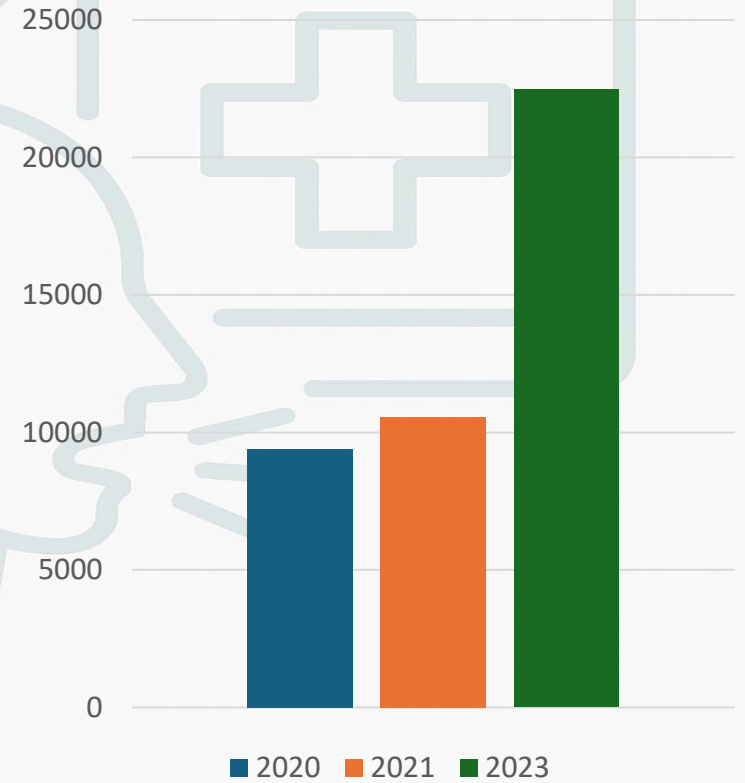
진료 건수



이용자수



참여 의료기관 수



기침 증상 관리의 복잡성과 중요성

- 급성/만성 구분 외에도 기침 양상의 이질성(시간대, 유발 요인, 주관적 인식 차이 등)으로 인해 **객관적 평가가 어려움**
 - 상기도염부터 폐섬유화, 위식도역류, ACEi 부작용 등 **다양한 감별 진단 필요**
 - 임상 현장에서는 주관적 호소에 의존한 평가가 많고, **시간 경과에 따른 변화 추적이 제한적**
 - 반복적 외래 방문에도 불구하고 치료 반응 평가가 불충분한 경우 빈번
- ➔ **정량적 기침 모니터링 또는 디지털 기반 기록 도구의 필요성이 증가**

기침 평가 및 관리를 위한 원격의료의 역할

임상적 필요성	기술 및 전망
<ul style="list-style-type: none">• 기침은 시간 기반 증상으로 정확한 평가를 위해 연속적 데이터 필요	<ul style="list-style-type: none">• 웨어러블 및 센서 기반 기침 모니터링으로 실시간 자료 확보 가능
<ul style="list-style-type: none">• 기존 외래 기반 진료는 증상 변동성 반영에 한계	<ul style="list-style-type: none">• 원격 모니터링을 통해 치료 반응 추적 및 중재 타이밍 최적화
<ul style="list-style-type: none">• 특히 만성 기침 환자는 정기 방문 외 시간대 데이터가 중요	<ul style="list-style-type: none">• COVID-19 이후 비대면 진료 인프라 확산으로 임상 적용 가속화
	<ul style="list-style-type: none">• 향후 기침 기반 디지털 치료제 개발에 기초 데이터 필수

Contents

- Introduction
- **Cough management in COVID-19**
- Cough monitoring via telemedicine
- Telemedicine for chronic cough
- Telemedicine in vulnerable populations
- 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(e.g., 미국 Medicare 원격진료 청구 확대, 국내 시범사업 확대 등)
기술 인프라 확산	화상진료 플랫폼, 원격 모니터링 기기, EHR 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

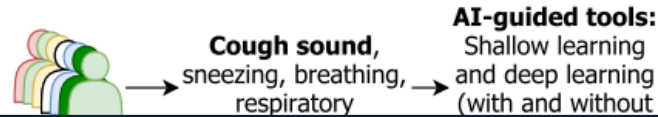
- 무작위 단일기관 연구 (n=98): 65세 이하, 면역저하/만성질환 無, 호흡기 증상 (평균 나이 36.3세, 여성 57.1%)
- 1:1 무작위 배정: Telemedicine 후 대면진료군 vs. 대면진료 단독군

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

- COVID-19 PCR 시행률: 원격진료 76.5% vs 대면진료 79.4% (Kappa = 0.715, p > 0.999)
- Telemedicine군 중 18.7%만 ED 전원 필요

AI 기반 기침음 분석을 활용한 COVID-19 선별검사

- 2020-2021년 발표된 논문 16편을 체계적 분석



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

→ 단, 실제 임상 환경에서의 적용 및 법적·윤리적 쟁점은 여전히 과제로 남음

- 정확도: 74-97%, 민감도: 71-98%, 특이도: 35-96%
- 다수 연구에서 85~90% 수준의 성능을 보고했으며, 데이터 출처(실험실 확진 여부)와 알고리즘 종류에 따라 편차가 존재함.

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

- 팬데믹을 계기로 원격의료는 기침 환자의 초기 평가 및 모니터링에 효과적임을 확인함.
- 그러나 **만성기침 등 복합 원인을 지닌 질환에는 여전히 대면 평가가 필요**하며, 기술적 신뢰성과 환자 사용성 문제, 데이터 보안 이슈가 병행 해결되어야 함.

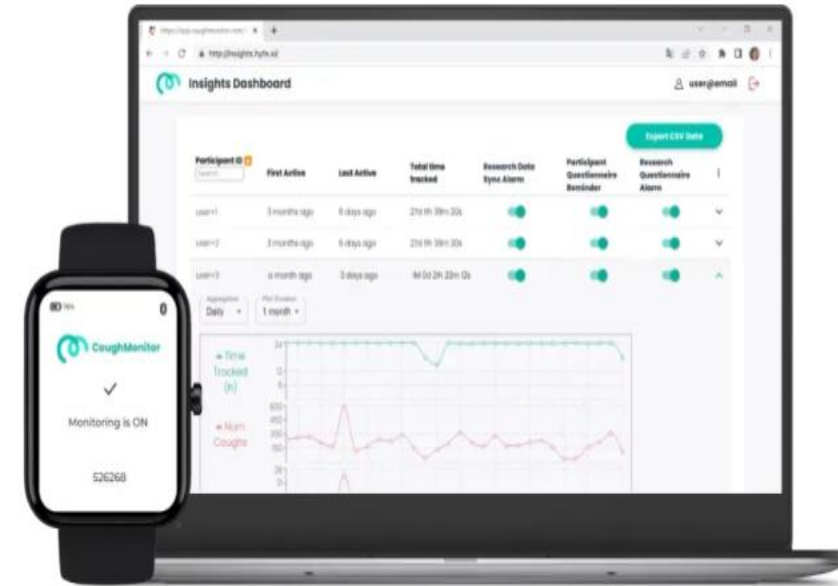
Contents

- Introduction
- Cough management in COVID-19
- **Cough monitoring via telemedicine**
- Telemedicine for chronic cough
- Telemedicine in vulnerable populations
- Benefits & challenges
- Conclusion



기침 모니터링 기술의 발전

- **스마트폰 기반 기침 인식 앱: Hyfe Cough Tracker 앱**
 - 스마트폰의 마이크와 AI 음향 분석 알고리즘을 활용하여 사용자의 기침 소리를 탐지하고 기록
 - 스마트폰을 침대 옆이나 책상 위에 소리가 잘 들리는 위치에 두기만 하면 **자동으로 작동**
 - **시간대별 기침 횟수, 지속 시간, 패턴 등을 일별/주간 그래프**
- **Hyfe Medical Monitor**
 - 정밀도 향상을 위해서 디바이스 사용
 - 24시간 이상 지속 모니터링 가능
 - 호흡수, 자세, 활동량도 같이 측정



AI 기침 모니터링 앱 성능 정확도 평가

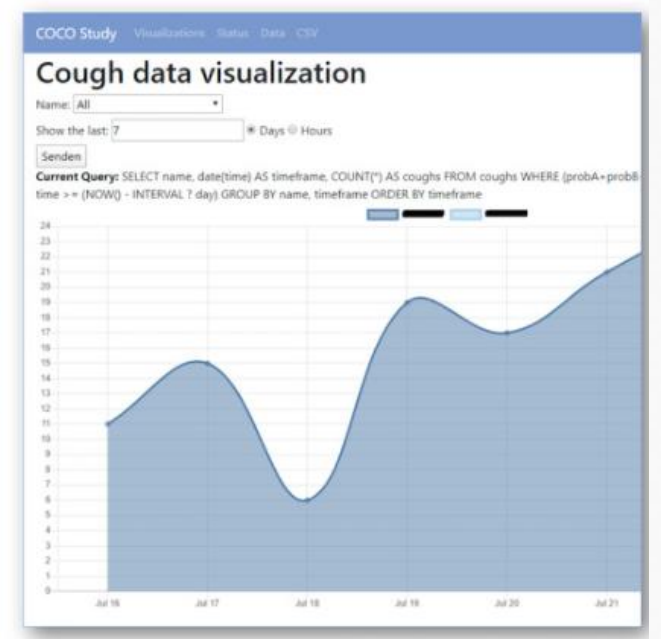
- 스마트폰 기반 AI 기침 모니터링 앱(Hyfe Cough Tracker)의 정확도 평가
- 기침 음성의 수동 라벨링을 gold standard로 설정하여 자동 감지 성능 측정
- 대상자 49명에게 다양한 기침 유사 소리를 유도(10분간)
- 모든 음성 파일은 **3명의 의료 훈련된 연구자가 수동으로 라벨링**

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

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

AI 기침 모니터링 앱 성능 유효성 평가

- 기침은 호흡기 질환(COPD, 폐렴, COVID-19 등)의 흔한 증상이자 임상 증상 악화 예측 인자
- 기존 기침 모니터링 도구는 침습적이거나 비현실적
- **병동 입원 환자에서 스마트폰 앱 기반 기침 모니터링 시스템의**
- **폐렴 환자 9명 (SARS-CoV-2 감염 4명 포함)**
- 두 명의 평가자가 수작업으로 분석한 결과와 비교 (gold standard)



야간 8시간(23시~07시) 동안 스마트폰(침대 머리맡 비치)으로 음성 녹음

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 환자의 기침 모니터링을 자동화하고 연속적으로 수행 가능
- 비접촉, 실시간, 소비자용 기기 기반 → 저비용·고효율
- 기침 빈도 증가 시 조기 개입 가능 → 병동 내 악화 예방 도구 가능성

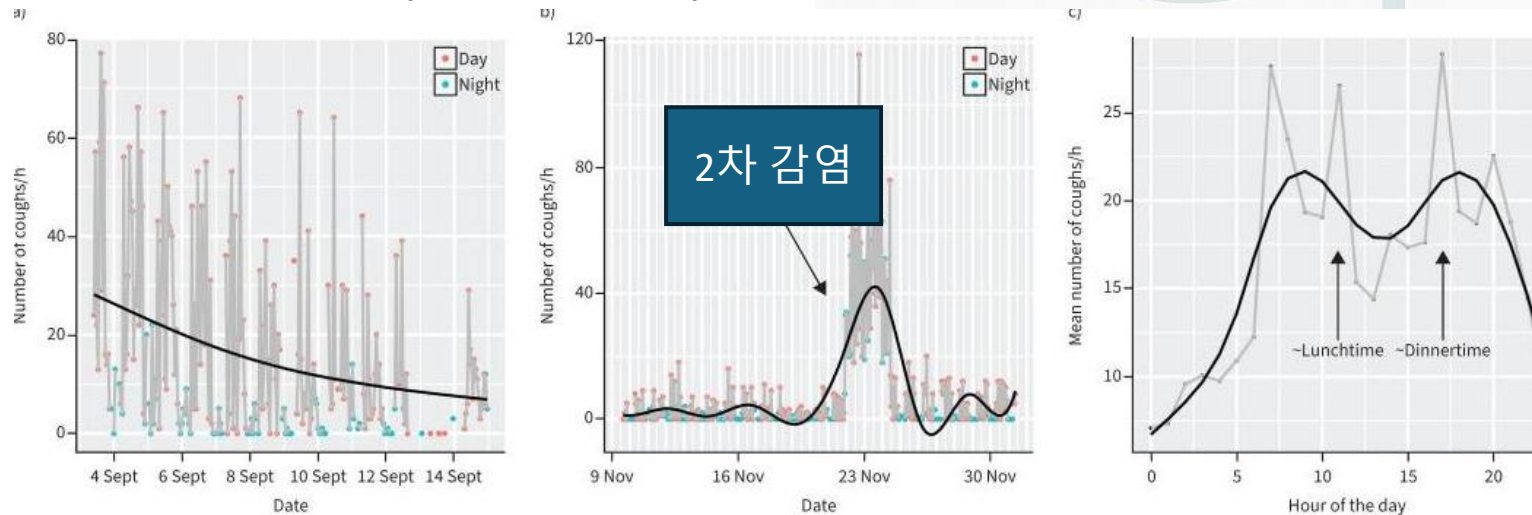
스마트폰 기반 기침 모니터링 기술

- 스마트폰 기반 자동 기침 탐지 기술의 병원 내 적용 가능성 및 임상 연관성 검증
- 기간: 2020년 4월~11월 (COVID-19 유행 초기)
- 장소: 스위스 St. Gallen 병원
- 대상자: COVID-19 폐렴 환자 32명, 비-COVID 폐렴 환자 14명
- Samsung Galaxy A3
 - 스마트폰 마이크로 환자 곁에서 24시간 이상 연속 녹음 및 분석
 - 분석된 기침 빈도는 ETH Zurich 서버로 실시간 전송
 - 특정 장비 착용 없이 비접촉 방식으로 기침 측정



스마트폰 기반 기침 모니터링 기술

- 기침 빈도는 입원 초기에 가장 높고 회복과 함께 지속적으로 감소
- 기침 양상은 낮 시간대(오전·오후)에 두 번의 피크를 보이고, 야간에는 감소



- 기침 빈도는 다음과 유의하게 연관: 산소포화도, 호흡수, 체온, 염증지표 (CRP, 페리틴), ROX index ($SpO_2/FIO_2 \div$ 호흡수)

➔ 단순한 스마트폰만으로도 병원 내에서 기침 모니터링이 가능하며, 특히 감염 병 상황에서 비대면 기술의 임상 활용 가능성을 제시

Cough monitoring via telemedicine

- **비접촉, 비침습적 방식**으로 기침 모니터링이 가능하며, 특히 수면 중 또는 입원환자 대상 감시에서 유용함.
- **기침 빈도가 질병의 중증도 및 회복 과정을 반영**하는 유의미한 지표가 될 수 있음
- 향후 천식, COPD, 감염 질환 등의 악화 예측, 환자 모니터링, 또는 임상시험의 바이오마커로 활용 가능성이 제시됨.

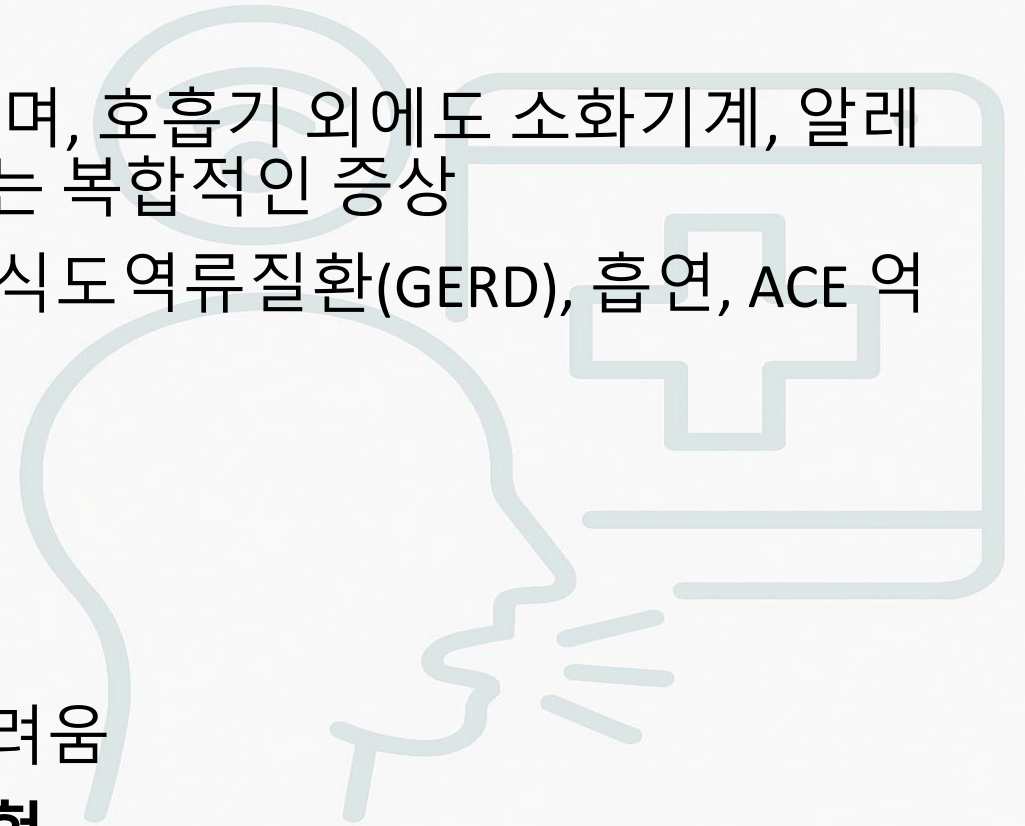
Contents

- Introduction
- Cough management in COVID-19
- Cough monitoring via telemedicine
- **Telemedicine for chronic cough**
- Telemedicine in vulnerable populations
- Benefits & challenges
- Conclusion



만성 기침: 원인 및 진료 난점

- **만성 기침: 8주 이상 지속되는 기침을** 말하며, 호흡기 외에도 소화기계, 알레르기, 약물 등 다양한 원인이 관여할 수 있는 복합적인 증상
- 상기도기침증후군(UACS), 기침형 천식, 위식도역류질환(GERD), 흡연, ACE 억제제 등 약물 등
- **복합 원인이** 동시에 작용하는 경우가 흔함
- **진단 과정이 단계적**이며 시간 소요 큼
- 병력 청취 및 증상 호소에 **의존도가 높음**
- **객관적 평가 지표 부족**, 치료 반응 판단 어려움
- 반복 외래 방문, **비효율적 진단 및 처방 위험**
- 환자 추적관찰 어려워 **지속적 모니터링 수단 필요**



만성 기침 환자의 원격진료

- 만성 기침 평가 및 관리를 위한 원격진료(virtual care) 전략들을 정리하고, **기침 중증도 및 환자 만족도에 미친 영향을 파악**
- 총 7편의 미국, 영국 논문 (2009-2022) 대상, 스코핑 리뷰 수행
- 대부분 전향적 코호트 연구 또는 후향적 리뷰

기침 중증도 감소

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

기침 원인 평가

- 온라인 문진 기반 진단 알고리즘으로 주요 원인 분류 가능

환자 만족도

- 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.

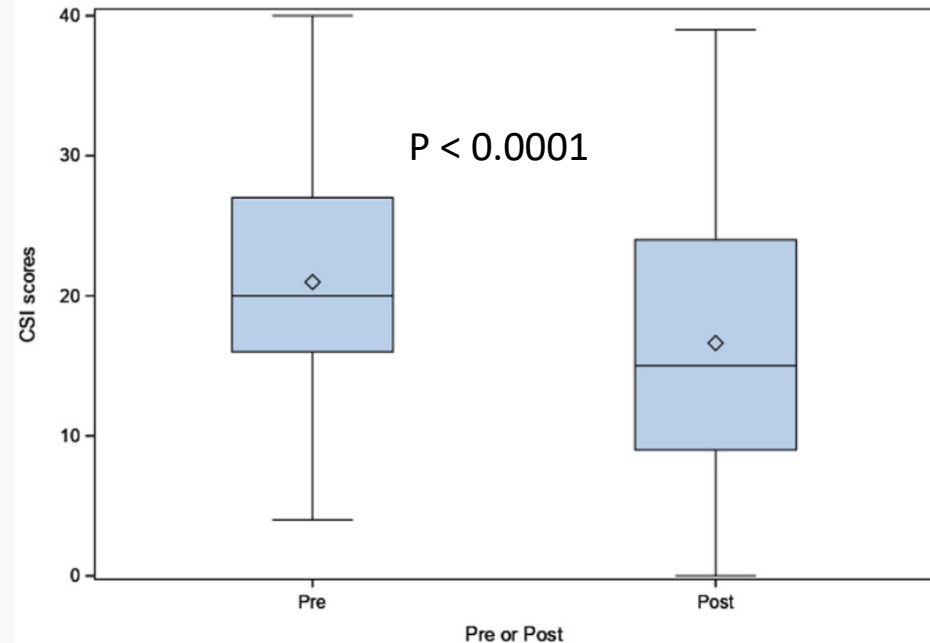
만성기침과 언어치료



- 만성 난치성 기침(CRC)에서 언어치료(Speech Pathology Intervention, SPI)는 기침 억제 및 후두 안정화에 효과적
- **보조 영상 제공**이 연습 정확도 및 치료 효과 향상에 도움이 되는지 평가
- RCT (n=18): 표준 SPI vs. SPI + 치료사 시범 영상 제공
- Outcome: **치료사 평가한 기침 억제 연습 정확도** + 기침 빈도·중증도 척도, Leicester Cough Questionnaire, 음성 지각 평가
- **두 군 모두 치료 후 유의미한 증상 개선**, but 보조 영상 제공군이 더 우월하지는 **않음**

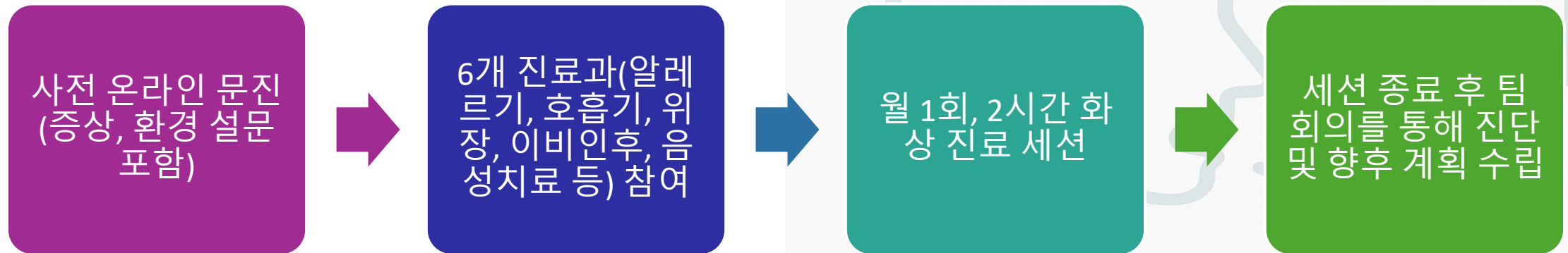
원격 언어치료(BCST) 효과

- BCST(Behavioral cough suppression therapy)는 최대 88% 효과 입증된 만성 난치성 기침 치료법 → 원격 BCST가 대면 치료와 비슷한 효과를 보이는지 평가
- 후향적 단일기관 연구 (2020.3-2022.1)
- 대상자: CRC 진단 및 BCST 원격치료 ≥1회, 치료 전후 CSI 점수 제공
- Cough Severity Index (CSI) 변화 비교
 - 총 51명 (평균 60세, 88% 여성)
 - 치료 후 CSI 점수 유의하게 감소
 - 기존 대면 치료와 유사한 효과
- 원격 BCST도 임상적 효과 충분
→ 대면·원격 병행한 유연한 제공 체계 유지 필요



만성기침과 다학제 원격진료

- 만성기침은 다양한 원인으로 인해 평가가 복잡하고 중복 검사가 많음
- ➔ 다학제적 접근 + 원격진료를 결합한 **Virtual Multidisciplinary Chronic Cough Clinic (MDCCC)** 모델 개발



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%)

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

복수 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

- 만성기침의 원격관리는 대면진료의 보완 또는 대체가 가능함.
- Speech-Language Pathology Therapy, 다학제 진료 등 구조화된 접근이 가능하며, 환자 만족도도 높은 편.
- 향후 대규모 임상연구를 통한 근거 축적과 함께 가이드라인 반영 필요.

Contents

- Introduction
- Cough management in COVID-19
- Cough monitoring via telemedicine
- Telemedicine for chronic cough
- **Telemedicine in vulnerable populations**
- Benefits & challenges
- Conclusion



모바일 메신저 기반 기침형 천식 관리

- 중국 RCT, 기침형 천식(Cough-Variant Asthma, CVA) 환자 80명
- ✓ TG (Traditional group, 전통치료군): 표준 흡입 치료만 제공
- ✓ WG (WeChat군): 표준 치료 + WeChat 공개계정을 통한 교육 및 관리
- 관찰기간: 3개월
- 완료자 수: 67명

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/pred, FEV1/FVC): WG에서 유의한 향상 ($p < 0.001$, $p = 0.012$)
- 기도 과민성 (PD20-FEV1): WG에서 더 뚜렷한 개선 ($p = 0.004$)
- ACQ-7: TG·WG 모두 향상, WG에서 더 유익함 ($p = 0.001$ / WG: $p = 0.001$)

✓ 디지털 헬스 교육 도구로서 WeChat 같은 소셜미디어 기반 접근이 CVA 관리에 유용함을 시사함.

• LCQ / FENO: WG에서 유익한 감소 ($p = 0.048$ / $p = 0.014$)

- 추적 순응도: WG 우수 ($p = 0.034$)



WG에서 LCQ의 유의한 호전 확인

COPD 환자의 기침 증상과 원격 간호중재

- 연구목적

- ✓ COPD 환자군 내에서 환자 유형(phenotype)에 따라 어떤 원격 간호중재가 더 많이 활용되는지 탐색

- ✓ 원격 간호중재 이용 패턴과 증상 양상의 연관성 분석

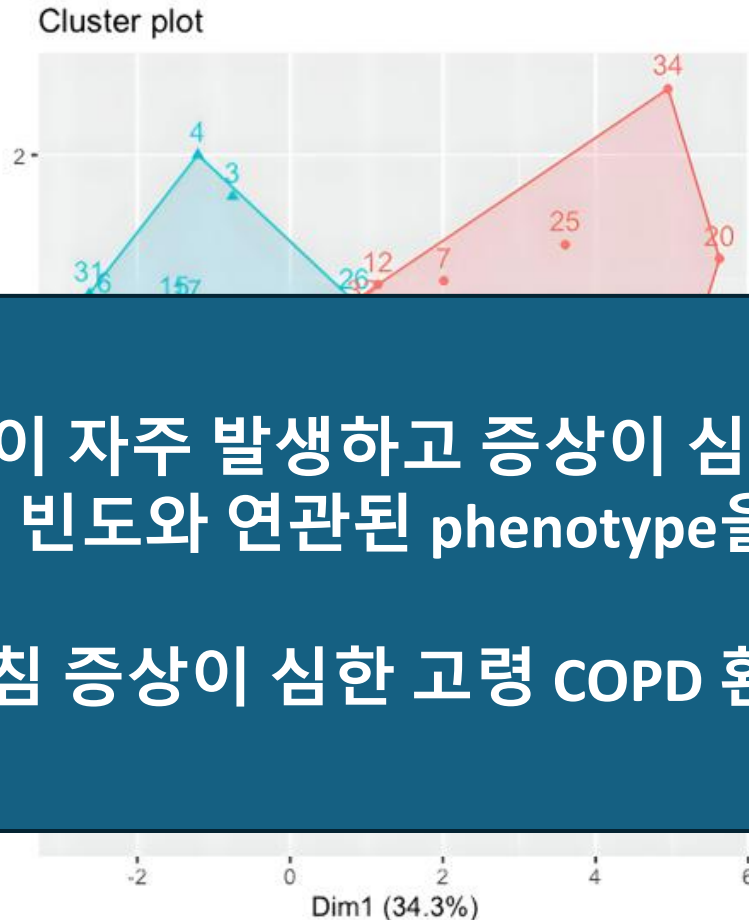
- 관찰 연구

- COPD 진단을 받은 65세 이상 환자 36명 → 12개월간 원격간호 서비스 제공

- 간호중재 내용 및 데이터 수집

항목	내용
자기보고 증상	SpO ₂ , 심박수, 기침, 가래 색/양, 호흡곤란 등 → 플랫폼에 환자 직접 입력
중재 대응	고위험 상황 발생 시 간호사 개입 → 교육, 평가, 추적중재
삶의 질 평가	HRQoL, 우울/불안, 외로움 등 반복 설문조사로 측정

COPD 환자의 기침 증상과 원격 간호중재



- 두 개의 distinct phenotype(cluster)이 도출됨.
- Cluster 1

기침 빈도 높음 (0.21, 0.02, 0.007)

- ✓ 기침이 자주 발생하고 증상이 심한 환자는 원격간호 개입의 빈도와 효과가 높음
- ✓ 기침 빈도와 연관된 phenotype을 기반으로, 대상자 선별과 맞춤형 간호 전략이 가능함
- ✓ 기침 증상이 심한 고령 COPD 환자는 원격간호중재의 주요 대상군으로 고려

소아환자 대상 비대면 스코어링 시스템

- COVID-19 시대의 소아 기침/호흡곤란 평가를 위한 **비대면 스코어링 시스템 (HOPS) 제안**
- Web 기반 애플리케이션으로 진단적 의사결정 지원

1. History of Present Illness (과거력 및 증상 경과)

- 기침 특징, 천명, 활동도, 수면 상태, 수분섭취, 증상 악화, 심폐질환 병력 등 총 7개 항목

2. Observation of Clinical Signs (화상 기반 관찰)

- 호흡곤란, 말하기/울음 여부, 수유 상태, 눕는 자세, 의식상태 등

3. Physical Signs (옵션, 보호자 측정 가능 시)

- 호흡수 및 산소포화도 (SpO₂)

4. Social Circumstances (사회적 환경)

- 병원 접근성 (거리, 차량 보유 여부 등)

소아환자 대상 비대면 스코어링 시스템

- 가장 높은 위험 점수 기준으로 triage:
 - 경증: 추적 관찰
 - 중등도: 6-8시간 또는 다음날 재진
 - 불안정한 환자: 당일 외래 내원 권유
 - 중증: 응급실 방문 또는 구급차 호출
-
- 비대면 환경에서도 증상 악화 조기 포착 가능
 - 일부 항목은 **전화만으로도 가능**, 화면/인터넷 없이 사용 가능
 - 웹앱 기반으로 자동 점수 계산 및 PDF 출력 가능
 - **임상검증이 필요함!!!!**



Telemedicine in vulnerable populations

- 다양한 취약집단에서도 원격진료는 기침 증상 모니터링과 관리에 효과적으로 활용될 수 있음
- 연령과 질환 특성에 따라 평가 도구와 플랫폼을 맞춤화하는 전략이 중요하며, 자가 보고와 디지털 중재를 결합하면 치료 순응도와 조기 대응 능력을 높일 수 있음

Contents

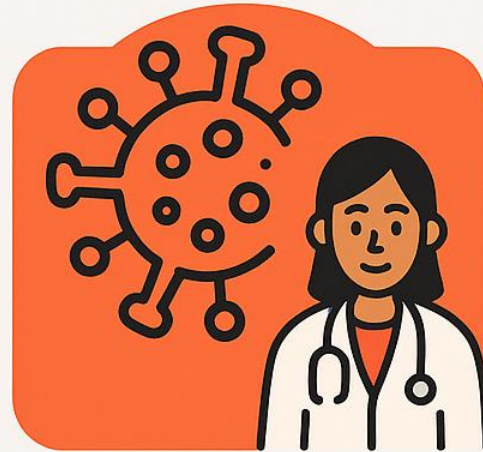
- Introduction
- Cough management in COVID-19
- Cough monitoring via telemedicine
- Telemedicine for chronic cough
- Telemedicine in vulnerable populations
- **Benefits & challenges**
- Conclusion



Benefits



Increase accessibility



Infection prevention



Time &
resource efficiency



Patient satisfaction



Redistribution of
healthcare resources



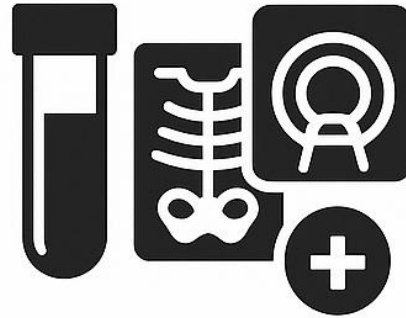
Connectivity with
digital health



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
- 의료 연계 플랫폼 통합
- 진료 지침 및 책임 기준 확립
- 지속 가능한 수가/보상체계 마련



Take home messages

- 기침은 **질병 활동성과 치료 반응**을 반영하는 중요한 **디지털 바이오마커**로 활용 가능
- **AI 기반 기침 모니터링 및 원격진료 기술**은 임상 적용 가능성이 높으며, 효율적이고 감염 위험을 줄이는 도구로 유용함
- 기침 환자 관리의 미래는 **맞춤형 원격모니터링과 다학제적 디지털 헬스 통합**에 있으며, 지속적인 연구, 법적·윤리적 기반 마련, 의료시스템과의 연계가 필수적임

경청해 주셔서
감사합니다!