

L'utilizzo della *mobile-Health* nelle patologie respiratorie: nuovi orizzonti nella gestione delle cronicità

The utilisation of mobile health (m-Health) in respiratory diseases: recent advances in chronic condition management

Arcangela Di Domenico^{1,2}, Giovanni Iaselli^{3,4}, Mauro Maniscalco^{1,2}, Gianni D'Addio³

¹ Riabilitazione Respiratoria, Istituti Clinici Scientifici Maugeri IRCCS, Istituto di Telese Terme, Telese Terme (BN); ² Dipartimento di Medicina Clinica e Chirurgia, Università di Napoli "Federico II", Napoli; ³ Bioingegneria, Istituti Clinici Scientifici Maugeri IRCCS, Istituto di Telese Terme, Telese Terme (BN); ⁴ Dipartimento di Electrical Engineering and Information Technology, Università di Napoli "Federico II", Napoli

Riassunto

La vasta diffusione della patologia respiratoria e il suo impatto sulla popolazione generano un peso rilevante sull'economia dei servizi sanitari. Sebbene i possibili approcci migliorativi siano tanti, negli ultimi anni si sta ponendo sempre maggior attenzione alle nuove tecnologie e, tra queste, alla *m-Health* (*mobile-Health*). Le soluzioni *m-health* stanno emergendo in modo rapido e, sempre più spesso, vengono riconosciute come dispositivi medici a tutti gli effetti (*medical devices*), ottenendo così validazione normativa e certificazioni che ne attestano l'efficacia clinica.

Contestualmente, il presente lavoro si propone di approfondire il panorama delle soluzioni digitali *mobile-Health* per la gestione delle patologie respiratorie croniche, analizzando sia la letteratura scientifica che le principali piattaforme di distribuzione di app mobili. L'obiettivo consiste nell'esaminare in profondità l'utilità delle applicazioni digitali attualmente presenti sul mercato, mettendo in luce sia le potenzialità sia le eventuali criticità o limitazioni.

Le evidenze raccolte suggeriscono che tali soluzioni digitali possano favorire una migliore *compliance* terapeutica, ottimizzare la gestione clinica del paziente e contribuire a prevenire riacutizzazioni, permettendo allo stesso tempo il tempestivo riconoscimento di eventuali esacerbazioni.

In sintesi, attraverso l'utilizzo di dispositivi indossabili, sensori, app per *smartphone* e piattaforme digitali, l'*m-health* consente un monitoraggio continuo e da remoto del paziente, con una condivisione immediata dei dati al medico. Questa modalità di gestione permette di valutare in modo più accurato il paziente cronico nel suo contesto di vita quotidiana, contribuendo così a ridurre il numero di ospedalizzazioni e i relativi costi sanitari.

Parole chiave: telemedicina, salute mobile, malattie respiratorie croniche, monitoraggio, follow-up

Summary

The pervasive prevalence of respiratory diseases and its profound impact on the populace impose a considerable economic strain on healthcare services. Despite the plethora of approaches for amelioration, recent years have seen an increased focus on new technologies, with m-Health (mobile health) solutions being a particular area of interest. m-Health solutions are emerging rapidly and are increasingly being recognised as medical devices in their own right, thus obtaining regulatory validation and certifications that attest to their clinical efficacy.

Concurrently, the present study aspires to examine the landscape of digital mobile health solutions for the management of chronic respiratory diseases, encompassing a comprehensive analysis of both scientific literature and the predominant mobile application distribution platforms. The objective of this study is to undertake a comprehensive examination of the

Ricevuto/Received: 24/04/2025
Accettato/Accepted: 13/05/2025

Corrispondenza

Gianni D'Addio
IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, via Bagni Vecchi 1, 82037, Telese Terme (BN)
gianni.daddio@icsmaugeri.it

Conflitto di interessi

This research was partially supported by the Ricerca Corrente funding scheme of the Italian Ministry of Health.

Come citare questo articolo: Di Domenico A, Iaselli G, Maniscalco M, D'Addio G. L'utilizzo della *mobile-Health* nelle patologie respiratorie: nuovi orizzonti nella gestione delle cronicità. Rassegna di Patologia dell'Apparato Respiratorio 2025;40:48-51. <https://doi.org/10.36166/2531-4920-789>

© Copyright by Associazione Italiana Pneumologi Ospedalieri – Italian Thoracic Society (AIPO-ITS/ETS)



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

present utility of the digital applications that are currently available on the market. In order to achieve this, the study will methodically highlight the potential of these applications, whilst also acknowledging and analysing any critical limitations or shortcomings.

Evidence suggests that such digital solutions can promote better therapeutic compliance, optimise the clinical management of the patient and help prevent exacerbations, while allowing for the timely recognition of exacerbations.

In summary, the utilisation of wearable devices, sensors, smartphone applications and digital platforms facilitates continuous and remote patient monitoring, with immediate data sharing with the physician. This management paradigm allows a more precise evaluation of the chronic patients within their daily life context, thereby contributing to a reduction in hospitalisation rates and associated healthcare expenditures.

Keywords: *telemedicine, mobile-health, chronic respiratory diseases, monitoring, follow up*

Come funziona?

Negli ultimi anni, lo sviluppo di soluzioni tecnologiche avanzate per il supporto e l'assistenza a pazienti fragili, cronici o anziani ha favorito la diffusione su vasta scala di un nuovo paradigma noto come Health 4.0¹. L'evoluzione tecnologica, in particolare nel settore della connettività e dell'analisi dei dati, ha rivoluzionato il modo in cui vengono erogate le prestazioni sanitarie, rendendo i servizi medici non solo sempre più digitalizzati, ma anche più accessibili da remoto. È proprio in questo contesto che si afferma l'*m-health* (*mobile-health*), definita dall'OMS come "l'uso delle tecnologie *wireless* mobili per la sanità pubblica, parte integrante della *e-Health* (salute digitale), che si riferisce all'uso sicuro ed economicamente vantaggioso delle informazioni e delle comunicazioni tecnologiche a sostegno della salute e dei settori a essa connessi"².

Queste soluzioni, grazie alla loro capacità di monitorare sintomi, implementare servizi di telemedicina e telemonitoraggio e persino prevedere esacerbazioni tramite algoritmi di intelligenza artificiale e analisi avanzata dei dati, stanno ridefinendo il paradigma della presa in carico del paziente cronico o fragile, con particolare rilevanza anche nei disturbi respiratori. Le soluzioni di *m-health* rappresentano, pertanto, un elemento chiave nell'evoluzione della sanità digitale, non solo come strumenti complementari all'*Internet of Medical Things* (IoMT), ma anche come sistemi autonomi, validati e riconosciuti, in grado di migliorare l'accesso alle cure, personalizzare i trattamenti, ottimizzare la gestione delle patologie croniche, favorire l'adesione alle terapie farmacologiche e, non da ultimo, ridurre potenzialmente i costi legati alle ospedalizzazioni. Infatti, l'elevata prevalenza di patologie respiratorie e il loro considerevole impatto sulla popolazione conducono a un onere economico significativo per i sistemi sanitari. Non a caso, negli ultimi anni si è osservato un crescente interesse per tale tecnologia allo scopo di migliorare la gestione delle malattie respiratorie croniche e/o acute³. Alla luce delle considerazioni sopra esposte, si rende necessario analizzare il ruolo delle applicazioni *m-health* nella gestione delle patologie respiratorie, esaminandone sia le potenzialità che le eventuali criticità. In tale ambito, il presente studio si prefigge di fornire

una rassegna delle principali applicazioni attualmente disponibili in ambito pneumologico, evidenziandone le funzionalità, i benefici per i pazienti e le potenziali limitazioni per gli utilizzatori. Nella fattispecie, l'analisi si concentrerà sull'efficacia di tali soluzioni nel migliorare la gestione delle patologie respiratorie, valutandone l'impatto clinico e le prospettive future di sviluppo.

Qual è lo stato dell'arte?

Negli ultimi anni, le soluzioni *m-health* pensate per le patologie respiratorie stanno vivendo una vera e propria espansione. Sui principali store digitali, come quelli per dispositivi iOS e Android, sono sempre più numerose le app dedicate al monitoraggio, alla gestione e al supporto terapeutico di chi convive con problemi respiratori. Si tratta di strumenti molto diversi tra loro: alcune app sono vere e proprie estensioni di dispositivi medici certificati, altre nascono come supporto digitale indipendente, e altre ancora si muovono in una zona "grigia", senza una classificazione clinica formale ma con una diffusione che interessa sia il mercato europeo che quello internazionale. Ciò che colpisce, guardando da vicino questa realtà, è l'ampiezza delle condizioni trattate. Le app più numerose si concentrano sull'asma, seguita da disturbi come la Broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), la rinite allergica, la sindrome delle apnee ostruttive del sonno (OSAS) e, in misura minore, la fibrosi cistica. Esistono anche applicazioni più versatili, progettate per affrontare sintomi comuni a diverse patologie respiratorie, offrendo così un supporto integrato a pazienti con quadri clinici complessi o sovrapposti. In ogni caso, le patologie respiratorie trattate digitalmente attraverso soluzioni *m-health* rappresentano condizioni croniche che si differenziano in una vasta gamma di malattie, ciascuna con origini, decorso clinico, trattamenti e prognosi specifiche. Ciononostante, esse sono accomunate da importanti effetti negativi sulla qualità di vita dei pazienti e sul loro grado di disabilità. Inoltre, sono caratterizzate da una prevalenza estremamente alta sul territorio nazionale, con un impatto significativo sulla salute pubblica⁴.

Tra le patologie respiratorie più comuni, l'asma emerge come una condizione di notevole prevalenza e impor-

tanza clinica. Questa patologia cronica, caratterizzata da una broncocostrizione reversibile e da sintomi quali tosse, dispnea e senso di costrizione toracica, viene spesso diagnosticata fin dall'infanzia. Difatti, numerose sono le app sviluppate, soprattutto a supporto pediatrico ⁵, allo scopo di educare il paziente al corretto utilizzo dei *device* farmacologici (la somministrazione per via inalatoria richiede l'esecuzione di una corretta manovra per una valida assunzione del farmaco), promuovere l'aderenza alla terapia, monitorare i sintomi e tracciare i fattori scatenanti un'eventuale crisi asmatica. Con fine simile, sono state ideate piattaforme digitali e app per i pazienti affetti da rinite allergica ⁶ o, in modo più ampio, pazienti con allergia ai comuni inalanti, in grado di fornire in tempo reale un modello di mappa previsionale degli allergeni ambientali e di aiutare nel riconoscimento dei sintomi allergici.

Il supporto tecnologico permette il monitoraggio dei sintomi respiratori anche nel paziente con diagnosi di BPCO ⁷, nel quale la dispnea e la tosse cronica possono essere persistenti, così come anche la limitazione al flusso aereo non più reversibile. Nel suo decorso naturale la patologia è gravata da esacerbazioni intercorrenti per la cui identificazione e gestione può essere estremamente utile l'osservazione a distanza del paziente allo scopo di predire la riacutizzazione stessa, permettere un appropriato e tempestivo intervento terapeutico evitando, dunque, il peggioramento clinico-funzionale del paziente tanto più un suo ricorrere a frequenti o inappropriati accessi presso strutture ospedaliere.

A titolo esemplificativo, tra le applicazioni *open-source* dedicate alla gestione delle patologie respiratorie sopracitate, meritano attenzione Asthma Tracker e COPD Management App. La prima, sviluppata come progetto *open-source* per il monitoraggio dei sintomi e dei fattori scatenanti dell'asma, consente al paziente di registrare quotidianamente dati clinici, uso di farmaci e picchi di flusso espiratorio, facilitando il monitoraggio e il *follow-up* del paziente, nonché la comunicazione medico-paziente, attraverso un'interfaccia utente semplice e intuitiva.

La COPD Management App, invece, si propone come strumento per il supporto alla gestione domiciliare della BPCO, integrando funzioni quali il tracciamento dei sintomi tramite diari clinici, la registrazione dei farmaci assunti, il promemoria per l'aderenza terapeutica, la disponibilità di contenuti informativi e la connessione con gli operatori sanitari.

Di largo impiego nella pratica clinica risultano, poi, le app introdotte per il monitoraggio del paziente affetto da sindrome delle apnee ostruttive del sonno (OSAS). A tale tipologia di paziente è richiesto di fare uso durante il sonno di dispositivi CPAP; quest'ultimi sono associabili

ad app in grado di rilevare l'aderenza alla terapia e la sua efficacia attraverso la formulazione di report personalizzati valutabili a distanza dall'operatore sanitario: ciò permette la correzione *real time* della terapia, fatta su misura.

Anche per il paziente con fibrosi cistica, patologia cronica dalle molteplici implicazioni, tra cui le più frequenti e disabilitanti sono proprio quelle respiratorie, si ricorre sempre più spesso al supporto digitale il quale permette un controllo da remoto dei sintomi attraverso la compilazione da parte del paziente di un vero e proprio diario clinico, fornisce promemoria terapeutici e, in caso di necessità, assicura persino lo scambio di informazioni direttamente con il team medico.

Per tutti i pazienti con patologie respiratorie croniche non va poi dimenticata l'utilità della terapia riabilitativa e, anche in questo, la *m-health* risulta d'aiuto: sono state infatti introdotte piattaforme in grado di educare e guidare il paziente nell'esecuzione degli esercizi per la riabilitazione quanto più personalizzati e di condurlo all'autogestione, fornire supporto motivazionale oltre che monitorare i parametri vitali durante l'esercizio, quali la saturazione ossiemoglobinica periferica e frequenza cardiaca attraverso il collegamento a pulsossimetri indossati direttamente dal paziente ⁸.

Svariate app sono state ideate, più in generale, allo scopo di supportare il clinico nel percorso diagnostico e, ancor più, nel *follow-up* di varie patologie respiratorie senza risultare, perciò, ascrivibili a un'unica condizione patologica. Queste tecnologie sono in grado di fornire al team sanitario dati di funzionalità respiratoria attraverso il ricorso a spirometri domiciliari di facile utilizzo per il paziente (tipicamente asmatico o affetto da BPCO e dunque già avvezzo a simile esame strumentale) o ancora possono eseguire delle analisi automatizzate della tosse e dei suoni respiratori aiutando il medico a scegliere se rivalutare il paziente o meno.

In sintesi, l'utilizzo di tale tecnologia consente di valutare al meglio il paziente cronico nel contesto del mondo reale permettendo una rapida risoluzione di quesiti spesso semplici ma enfatizzati dalla disabilità e/o dalla lontananza del soggetto e di abbattere, dunque, le difficoltà quotidiane che quest'ultimo e spesso il *caregiver* affrontano nonché ottimizzare la gestione terapeutica riducendo il ricorso pressante ai servizi sanitari.

Quali sono le prospettive di utilizzo futuro?

Ad oggi, le criticità da affrontare sono ancora molte. Spesso il paziente pneumologico è un paziente anziano, con scarse conoscenze fino alla vera e propria difficoltà

nell'uso della tecnologia: l'analfabetizzazione digitale è il primo grande limite all'utilizzo della *m-health* e determinante risulta, dunque, la facilità di apprendimento e utilizzo della piattaforma da parte dell'utente.

L'uso effettivo delle app da parte del paziente resta, in ogni caso, una variabile quasi aleatoria, soprattutto se questo non viene dapprima appropriatamente edotto circa l'utilità. Al mancare del *feedback* del paziente, si perde ovviamente la validità dei dati inseriti, la cui accuratezza si conferma un'incognita.

Resta da sottolineare che la *m-health* nasce e si sviluppa a sostegno del medico, la cui attività clinica in presenza resta insostituibile così come gli algoritmi diagnostici immutabili. Ad esempio, alcune applicazioni utilizzano il microfono dello *smartphone* per registrare e analizzare i suoni respiratori del paziente, con l'obiettivo di monitorare eventuali anomalie. Tuttavia, questa tecnologia presenta diverse limitazioni tecniche: la qualità della registrazione può essere compromessa da rumori di fondo, dalla variabilità nella posizione del microfono o da malfunzionamenti degli auricolari. Inoltre, l'analisi delle tracce audio non può in alcun modo sostituire l'esame obiettivo condotto dal medico, né tantomeno indagini diagnostiche più approfondite, come esami di laboratorio e *imaging* radiologico. Anche l'esecuzione a domicilio in autonomia di esami spirometrici attraverso app apposite, allo stesso modo, benché i pazienti siano avvezzi alle manovre necessarie per prove di funzionalità respiratoria, non possono sostituire le indicazioni e il lavoro di operatori qualificati ed esperti in materia.

I punti di forza, invece, sono potenzialmente numerosi: generalmente il paziente è fisicamente distante dal centro specialistico di riferimento e spesso, se si considerano le malattie respiratorie croniche, presenta limitazioni funzionali le quali creano difficoltà di tipo logistico che richiedono quasi sempre il supporto del *caregiver* o la presenza di un accompagnatore. Limitare gli accessi ai soli necessari, evitando di ricorrere a molteplici visite ambulatoriali tramite una migliore comunicazione medico-paziente, è sicuramente il più grande merito della *m-health*.

Il *remind* alla terapia e l'educazione all'autogestione seguono immediatamente: la *mobile-health* offre la possibilità di incrementare l'aderenza alla terapia da parte del paziente e migliorare l'assunzione (o l'esecuzione se si tratta di terapia riabilitativa o ventilatoria) di questa conducendo, auspicabilmente, a un minor rischio di scompenso clinico di un paziente cronico e perciò di per sé già labile. La valutazione, poi, di prove funzionali o suoni respiratori a distanza permette al medico di identificare quanto prima variazioni clinico-funzionali che possano supportarlo nelle decisioni cli-

niche scongiurando il presentarsi di esacerbazioni. In conclusione, sulla base delle suddette osservazioni, si può confermare che a oggi l'*m-health* rappresenti una risorsa preziosa per la pratica clinica, distinguendosi per la sua efficacia nel migliorare gli esiti di salute e ridurre i costi sanitari. I suoi benefici superano ampiamente le limitazioni ancora esistenti, rendendola uno strumento sempre più importante nel supporto alla cura delle patologie croniche che favorisce un approccio olistico e altamente personalizzato alla gestione del paziente.

La *m-health*, e più in generale l'impegno della tecnologia della pratica medica, rappresenta dunque attualmente un ponte ancora in costruzione ma capace già di mettere in collegamento l'operatore sanitario e il paziente creando una connessione virtuale ma con benefici quanto più concreti e funzionali.

Bibliografia

- 1 Aceto G, Persico V, Pescapé A. Industry 4.0 and health: internet of things, big data, and cloud computing for healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration* 2020;18:100129. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100129>
- 2 World Health Organization, 2018. mHealth: use of appropriate digital technologies for public health (A71/20). Retrieved from https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha71/a71_20-en.pdf
- 3 Hamine S, Gerth-Guyette E, Faulx D, et al. Impact of mHealth chronic disease management on treatment adherence and patient outcomes: a systematic review. *J Med Internet Res* 2015;17:e52. <https://doi.org/10.2196/jmir.3951>
- 4 Ferrante G, Baldissera S, Campostrini S. Epidemiologia delle malattie respiratorie croniche e fattori associati nella popolazione italiana adulta. *European Journal of Public Health* 2017;27:1110-1116. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckx109>
- 5 Sapouna V, Kitixi P, Petrou E, et al. Mobile health applications designed for self-management of chronic pulmonary diseases in children and adolescents: a systematic mapping review. *J Bras Pneumol* 2023;49:e20230201. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20230201>
- 6 Bousquet J, Ansotegui IJ, Anto JM, et al. Mobile technology in allergic rhinitis: evolution in management or revolution in health and care? *J Allergy Clin Immunol Pract* 2019;7:2511-2523. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2019.07.044>
- 7 Shaw G, Whelan ME, Armitage LC, et al. Are COPD self-management mobile applications effective? A systematic review and meta-analysis. *NPJ Prim Care Respir Med* 2020;30:11. <https://doi.org/10.1038/s41533-020-0167-1>
- 8 Kiani S, Abasi S, Yazdani A. Evaluation of m-Health-rehabilitation for respiratory disorders: a systematic review. *Health Sci Rep* 2022;5:e575. <https://doi.org/10.1002/hsr2.575>