

# Dalla maglietta nello spazio al telemonitoraggio cardiaco

La tecnologia sviluppata per il progetto "WearMon" è alla base di "SeisMote", dispositivo per il controllo domiciliare di pazienti con problemi di cuore

di Marco Di Rienzo

resp. Ricerca tecnologica area cardiovascolare, sensori indossabili e telemedicina - Fondazione Don Gnocchi

Si è da poco concluso il Progetto "WearMon", condotto dalla Fondazione Don Gnocchi in collaborazione con l'Agencia Spaziale Italiana e la Nasa, che ha portato la maglietta MagiC, frutto della ricerca sviluppata dal Laboratorio Sensori Indossabili e Telemedicina (WeSTLab) del Centro IRCCS "S. Maria Nascente" di Milano - sulla Stazione Spaziale Internazionale. Qui è stata indossata dall'astronauta Samantha Cristoforetti per una serie di esperimenti biologici sul sonno in assenza di peso. Il progetto si è rivelato un'importante sfida tecnologica per i ricercatori del Laboratorio est'aggiungendo interessanti ricadute anche per i pazienti della "Don Gnocchi".



Marco Di Rienzo

Per il progetto spaziale è stato infatti necessario sviluppare un dispositivo per la registrazione dei parametri biologici estremamente accurato e semplice da utilizzare. Si è inoltre messa a punto una metodologia per la misura non invasiva dell'attività meccanica del cuore, attraverso la rilevazione della vibrazione prodotta dal battito cardiaco (sismocardiogramma). Proprio la tecnologia sviluppata per questa esperienza "estrema" è stata la base di un nuovo dispositivo, denominato "SeisMote", per il telemonitoraggio domiciliare successivo al ricovero per scompenso cardiaco, infarto o trapianto cardiaco.

## Informazioni dettagliate con modalità non invasive

Il nuovo dispositivo permette di ottenere in modo non invasivo ed estremamente dettagliato (200 volte al secondo) diverse informazioni sullo stato del sistema car-

diovascolare. Il sistema rileva l'elettrocardiogramma, il sismocardiogramma (ovvero, la misura delle vibrazioni prodotte dal movimento del muscolo cardiaco) e la velocità dell'onda pressoria lungo le arterie. Attraverso l'elettrocardiogramma si raccolgono le informazioni sui segnali elettrici che comandano il cuore. Con il sismocardiogramma si osserva come il muscolo cardiaco risponde a questi stimoli elettrici, e attraverso la velocità dell'onda pressoria si indaga su come il sangue si muove dal cuore lungo le arterie.

SeisMote è costituito da una serie di piccoli circuiti elettronici adesivi, detti anche mote, ciascuno della dimensione di una moneta, che includono i sensori necessari alla rilevazione dei segnali sopra descritti. I dati raccolti dai sensori, che possono essere posizionati in diverse parti del corpo, sono inviati ad un ricevitore centrale (hub) attraverso un cavo, o in modalità wireless, attraverso una rete di comunicazione chiamata "Body Sensor Network".

Ciascun mote contiene gli accelerometri necessari alla rilevazione del sismocardi-



gramma e un sensore (detto fotopleisimografo, utilizzato anche nei comuni sismometri) per la misura della velocità dell'onda pressoria. L'hub, oltre a raccogliere i dati, rileva l'elettrocardiogramma e trasmette in tempo reale tutti i segnali raccolti a un dispositivo esterno (pc, tablet, smartphone o smartwatch) via bluetooth.

## Già presentato alla comunità scientifica

Normalmente l'attività meccanica del cuore viene misurata con l'ecodoppler. Questa tecnica permette di valutare moltissimi aspetti del funzionamento del muscolo cardiaco; tuttavia le apparecchiature sono costose, la misura è sporadica, può essere effettuata solo da operatori esperti e normalmente richiede che il paziente rimanga fermo e sdraiato.

Questa metodologia, quindi, non è adatta per valutare la meccanica cardiaca

durante l'attività quotidiana e il monitoraggio domiciliare dei pazienti. In questi scenari, l'utilizzo del sismocardiogramma è invece particolarmente adatto e fornisce in modo semplice informazioni di base sulla funzionalità meccanica del cuore, senza che il paziente debba recarsi in ospedale.

L'Unità di Cardiologia Riabilitativa del Centro IRCCS "S. Maria Nascente" di Milano, a valle della recente approvazione da parte del Comitato Etico, sta già utilizzando da qualche mese "SeisMote" per valutare le prestazioni e mettere a punto il protocollo per l'utilizzo clinico del dispositivo.

Il paziente avrà a disposizione a casa il sistema e un tablet dedicato. Lo scenario applicativo prevede che il paziente, dopo aver acceso il tablet, indossi almeno due volte alla settimana "SeisMote" per 3-5 minuti. Il software di controllo guiderà il paziente attraverso istruzioni vocali nelle poche richieste, raccoglierà automaticamente i dati dal dispositivo e li trasmetterà ai cardiologi del reparto per la lettura.

Durante il collegamento sarà anche possibile comunicare con il personale sanitario attraverso un sistema di videochiamata. Al termine della trasmissione dei dati, l'intero sistema si spengerà automaticamente.

Il team che ha sviluppato "SeisMote" è formato dagli ingegneri Prospero Lombardi ed Emanuele Vaini. Il dispositivo è già stato presentato alla comunità scientifica in occasione del convegno internazionale "Computing in Cardiology 2016", l'appuntamento annuale di riferimento per la ricerca tecnologica applicata alla cardiologia.

I primi, positivi risultati della validazione del sistema, sono invece stati presentati

## DOPO LA MISSIONE "FUTURA"

I risultati della ricerca sul sonno degli astronauti avranno ora significative ricadute anche... a terra



DURANTE LE MISSIONI SPAZIALI la qualità del sonno è normalmente ridotta e questo può portare a una diminuzione dell'attenzione e della vigilanza durante le attività in veglia degli astronauti. Molti aspetti del sonno in microgravità, inclusi i fattori responsabili di questo fenomeno, sono in gran parte ancora ignoti. Il progetto "WearMon" ha avuto l'obiettivo di indagare alcuni di questi aspetti inespliciti, attraverso il monitoraggio dell'attività elettrica e meccanica del cuore, i livelli di attivazione del sistema nervoso autonomo, la respirazione e la temperatura durante il sonno nello spazio. Tutto questo utilizzando per la raccolta dei dati una versione della maglietta MagiC opportunamente modificata e ottimizzata per l'uso spaziale. "WearMon" ha fatto parte dei nove esperimenti selezionati dall'Agencia Spaziale Italiana nell'ambito della missione scientifica-tecnologica "Futura".

Nel periodo gennaio-giugno 2015, l'astronauta Samantha Cristoforetti ha effettuato sette registrazioni notturne a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS). In ciascuna sessione sperimentale l'astronauta ha indossato la maglietta sensorizzata per tutta la notte e al risveglio ci ha trasmesso i dati raccolti. Quattro ulteriori registrazioni di controllo sono state effettuate durante il sonno a terra, prima e dopo il volo. La maglietta sensorizzata ha permesso una corretta rilevazione dei dati in tutti gli esperimenti programmati, per un totale di 42 ore di registrazione. La qualità dei segnali raccolti è stata molto buona ed è stato possibile utilizzare

zare più del 97% dei dati raccolti. Dall'analisi delle registrazioni è stato possibile studiare, per la prima volta, l'andamento battito a battito della contrattilità del cuore durante il sonno in assenza di peso.

Le metodologie sviluppate per il progetto e i risultati ottenuti non riguardano però solo la vita degli astronauti, ma possono avere interessanti ricadute anche a terra.

Una prima ricaduta è stata la messa a punto del dispositivo "SeisMote" (vedi a fianco). Una possibile ulteriore ricaduta riguarda la medicina del sonno.

Nel mondo occidentale una persona su quattro soffre infatti di disturbi del sonno, con complicanze talvolta gravi, sulla cui natura non sempre si hanno conoscenze certe, che spesso richiedono monitoraggi complessi. Le tecnologie e le esperienze maturate da studi effettuati nello spazio - come quello della Fondazione Don Gnocchi - possono quindi contribuire anche a semplificare la diagnosi delle patologie del sonno a terra.



il 4 aprile scorso al convegno della Società Italiana di Ecografia Cardiovascolare a Napoli.

Con lo sviluppo di questa nuova metodologia di monitoraggio e altre recenti soluzioni tecnologiche, la ricerca scientifica della Fondazione Don Gnocchi intende offrire un contributo importante alla continuità assistenziale dei suoi pazienti. La possibilità di monitorare in remoto il

paziente anche nella fase di riabilitazione successiva alla dimissione dal reparto, consente di migliorare il livello di assistenza e rende possibile un precoce adeguamento della terapia a seguito di cambiamenti nello stato di salute. Si tratta di un approccio che riduce sensibilmente il rischio di ricricizzazioni e nuovi ricoveri, con un conseguente miglioramento della qualità di vita del paziente.

