

Nuove metodiche nella tele-assistenza domiciliare (home-care)

ROBERTO ANTONICELLI - MD FESC - ROBERTO FOGLIARI - CHIARA RIPA

Centro di Telecardiologia, Istituto Scientifico INRCA-IRCCS, Ancona Italy

Introduzione

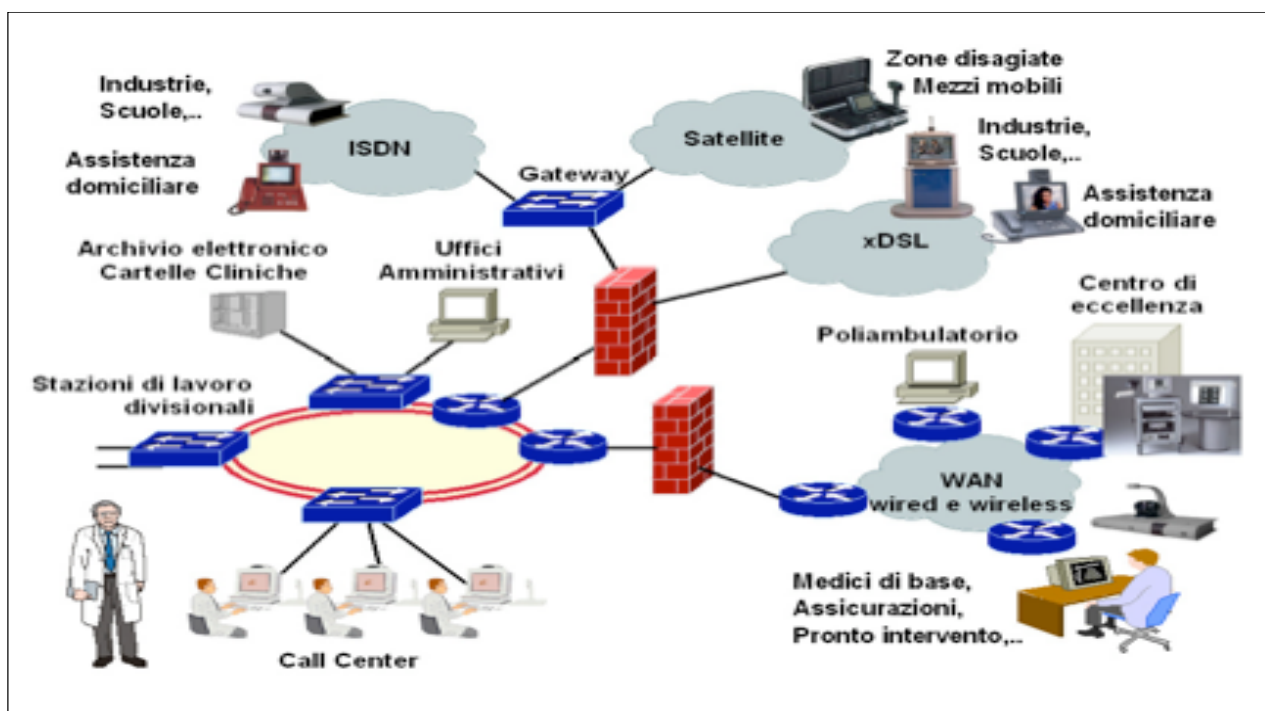
Telemedicina è un termine che ha avuto, negli ultimi due decenni, le più ampie e varie definizioni che, però, presentano sempre alcuni elementi in comune: l'utilizzo di sistemi *dell'Information & Communication Technology* (ICT) da parte del personale medico e infermieristico, la distanza tra i soggetti coinvolti, l'obiettivo di garantire un'assistenza sanitaria di elevata qualità in ogni luogo, in ogni momento, a costi possibilmente contenuti¹.

La diffusione delle tecnologie informatiche e la riduzione dei costi della larga banda, anche via satellite, sta rendendo sempre più concreta la possibilità dell'inserimento anche nel panorama del Servizio Sanitario Nazionale di nuovi servizi al paziente che prevedano l'utilizzo di queste nuove tecnologie. I nuovi progetti di telemedicina si calano, infatti, in

uno scenario articolato di cui fanno parte la gestione delle basi dati medicali, le applicazioni real-time (come il teleconsulto) e *off-line* (come la telerefertazione), la formazione continua del personale medico e infermieristico, e la tele-assistenza domiciliare. Quest'ultima, che ha un particolare impatto sulla fruibilità dei servizi e sulla qualità della vita dei pazienti, sarà l'oggetto della nostra trattazione.

Come si vede in figura 1, tutti gli elementi che costituiscono il possibile panorama di una rete integrata di telemedicina si compongono in un puzzle in cui possono entrare in gioco varie tecnologie (informatica, videocomunicazione, ...) e vari canali fisici per le telecomunicazioni (ISDN, xDSL, ...). Alcuni degli elementi riportati in tale scenario sono già una realtà: ad esempio, i Centri di Eccellenza sono sempre forniti di tecnologie di alto livello per la memorizzazione dei dati (PACS, RIS) e, spesso, anche di strumenti

Figura 1. Le tecnologie per la telemedicina.



per il video-teleconsulto e la telerefertazione. Anche al di fuori dei Centri di Eccellenza, le reti di video-teleconsulto e video-teledidattica sono ormai una realtà uscita da anni di sperimentazioni nei più disparati campi della medicina, dalla radiologia^{2,3} alla cardiologia^{4,5}. La rete dei teleconsulti, tuttavia, è la più "semplice" da realizzare, in quanto si propone di porre in contatto due soggetti paritetici: un primo medico che chiede un consulto ad un secondo. Si tratta, quindi, di riprodurre e remotizzare tramite le tecnologie a disposizione una procedura ben definita dalla pratica in ambito sanitario e dal codice deontologico dei medici: il consulto con uno specialista.

I sistemi di tele-assistenza domiciliare si pongono l'obiettivo di conciliare le attuali esigenze economiche della sanità pubblica con le necessità di controllo della salute della popolazione, la cui età media è costantemente in crescita. Gli apparati di *home-care* devono quindi consentire di monitorare pazienti più o meno gravi, prevalentemente cronici, consentendo loro di essere controllati periodicamente dal medico senza muoversi da casa, evitando così inutili trasferimenti in ospedale, affrettati ricorsi alla guardia medica ed al 118, oltre a possibili ricoveri impropri. A livello macroscopico, possiamo catalogare due livelli di *home care*, legati alla tipologia del paziente e, di conseguenza, al tipo di apparati necessari per effettuare il monitoraggio.

- *Home-care per lungo-degenza o dimissioni anticipate*: si applica solitamente a pazienti seguiti direttamente da strutture ospedaliere. I pazienti hanno spesso patologie che richiedono un monitoraggio di alta qualità, con dispositivi medicali analoghi a quelli che sarebbero utilizzati in corsia.
- *Home-care per monitoraggio domiciliare*: per fornire varie forme di monitoraggio, a partire dal semplice bottone antipánico e dai sensori per la rilevazione di allarmi (fumo, gas, ecc.), fino a qualche semplice dispositivo medicale di tipo commerciale, a basso costo. Configurato al minimo, il sistema si riduce ad un "teleconforto": un apparato che ha più lo scopo di fornire supporto psicologico al paziente che di monitorarne veramente lo stato di salute.

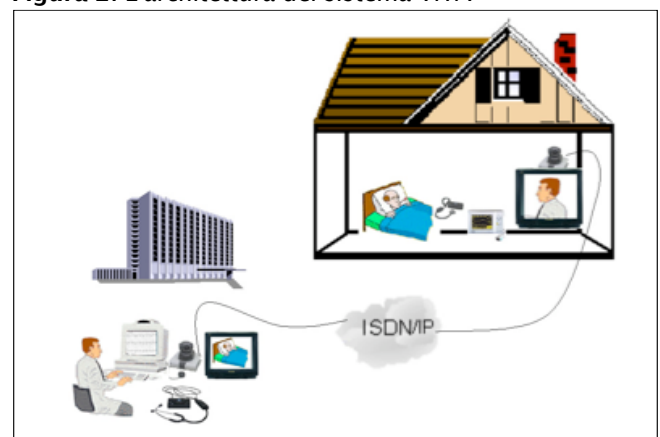
In ogni caso, tutti i dati raccolti dal domicilio del paziente, devono essere resi disponibili agli operatori del centro di ascolto ed al medico curante, che devono poter accedere con semplici tecnologie *web-based*, sempre nel rispetto di tutte le norme vigenti sulla privacy (direttiva EU 2002/58/EC, recepita dall'ordinamento italiano, tramite il decreto 196/2003) e sulle tecniche per garantire la sicurezza dei dati (vedi, ad esempio, DPR 513/97 per l'autenticazione e DPCM 8 febbraio 1999 per la critto-

grafia). Questa base dati deve essere il più possibile aperta, in modo da potersi agevolmente integrare con un più generale EMR (*Electronic Medical Record*), che comprenda l'anagrafica e la storia completa del soggetto in cura. Sperimentazioni per lo sviluppo di cartelle cliniche elettroniche sono attualmente in corso in varie regioni italiane (ad esempio, la Regione Lombardia e la Regione Toscana).

Tirando le somme, l'architettura di un sistema di home-care deve prevedere

- Un dispositivo lato paziente per l'acquisizione e l'invio dei dati, costituito da:
 - Un sistema modulare per l'acquisizione dei segnali di allarme e dei parametri vitali.
 - Un gateway di comunicazione, che riceve i segnali provenienti dai moduli di acquisizione, effettua le opportune elaborazioni e li trasmette al centro d'ascolto tramite rete di comunicazione geografica (POTS/ISDN/IP).
 - Un apparato di videocomunicazione.
- Un centro di ascolto che comprende:
 - La singola workstation per la raccolta dei dati provenienti da un paziente.
 - Una base dati per l'archiviazione dei dati raccolti.
 - Un sistema di ACD (*Automatic Call Distribution*) in grado di distribuire le chiamate entranti tra gli operatori disponibili e di gestire in automatico la schedulazione delle visite programmate. Quest'ultimo si rende indispensabile quando il centro di ascolto deve servire un alto numero di pazienti.

Figura 2. L'architettura del sistema ViTA



Analizzeremo pertanto la realizzabilità di tale sistema a partire dal sistema ViTA (Video Tele Assistenza) sviluppato presso Aethra (vedi figura 2) e attualmente in fase di validazione presso varie strutture sanitarie, tra cui l'INRCA-IRCCS (Istituto Nazionale Ricerca e Cura per l'Anziano).

Il codec audio-video-dati e il gateway a casa del

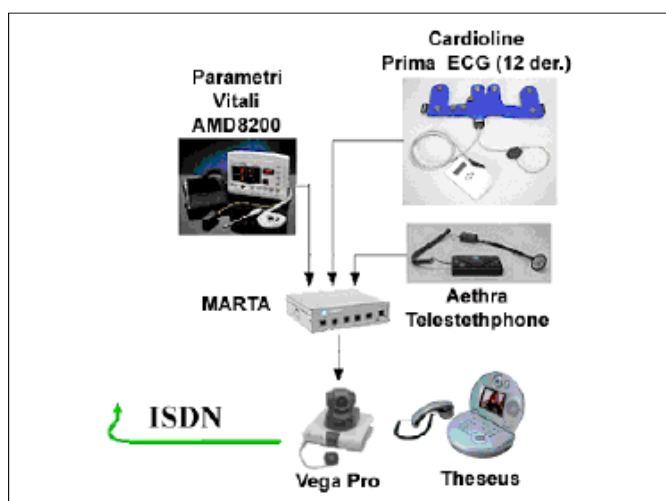
paziente

Nel corso degli anni, un forte freno all'applicazione della *tele-home-care* è venuto dall'ostilità dei pazienti domiciliati, prevalentemente anziani, ad utilizzare dispositivi, talvolta complessi, senza la guida diretta di uno specialista. L'introduzione della videocomunicazione nell'assistenza domiciliare ha quindi un duplice scopo: da un lato consente al medico di vedere il paziente e guidarne il posizionamento dei sensori, valutando il corretto utilizzo degli strumenti medici, dall'altro fornisce al paziente (ed ai famigliari) non solo una guida pratica ma anche un supporto psicologico.

L'apparato di videocomunicazione deve essere compatibile con gli standard più diffusi (ITU-T H.320, ITU-T H.323⁶) e deve poter essere attivato dal paziente anche in maniera automatica, con un controllo remoto che consenta di inviare una chiamata di emergenza ad una lista di numeri pre-programmata. Inoltre, tutto il sistema deve fornire un'interfaccia uomo-macchina semplice ed intuitiva.

Il codec audio video può essere un vero e proprio videotelefono, come il Theseus Aethra, oppure un apparato di tipo set-top, come il Vega-Pro Aethra, il quale può essere collocato sopra il televisore, che funge da interfaccia uomo-macchina (vedi figura 3).

Figura 3. ViTA: codec, MARTA e sensori



Per quanto riguarda le reti di trasporto, un forte vincolo è costituito dalla banda disponibile. Non è praticamente possibile inviare audio, video e dati in contemporanea su di una semplice linea telefonica analogica (POTS), mentre è sufficiente un accesso base ISDN (128 kbit/s) oppure una linea IP che garantisca una minima qualità del servizio e, possibilmente, almeno 256 kbit/s in *upload* e *download*. Una volta che il paziente ha stabilito il contatto con il centro di ascolto si devono poter inviare i dati raccolti in precedenza, oppure acquisiti real-time, sotto la guida del medico; entra quindi in gioco il gateway

per l'acquisizione dei dati, la scheda Aethra MARTA (*Multi Asynchronous Receiver Transmitter Adapter*, basata su processore NIOS Altera) in grado di raccogliere tramite una multiporta seriale RS232 i dati a diverso *baud-rate* (9600bps - 115200bps) provenienti da un'ampia gamma di dispositivi medici, e spedirli alla *workstation* del centro di ascolto per la visualizzazione e l'elaborazione.

Come vedremo nel seguito, tale approccio *wired* (basato su connessioni seriali via cavo) può essere superato da nuove tecnologie *wireless*.

Intanto, è opportuno sottolineare che ogni sensore connesso a MARTA viene sottoposto ad un'esauritiva validazione al fine di verificare che i dati non vengano persi o modificati nella cascata:

[sensore] → [gateway multiporta MARTA] → [codec audio-video-dati lato paziente] →
→ [rete di trasporto (ISDN, xDSL, satellite IP)] →
→ [codec audio-video-dati lato centro di controllo]
→ [workstation centro di controllo].

A tale scopo, vengono effettuati test di laboratorio con il supporto delle case fornitrici dei dispositivi medici. In particolare, per quanto riguarda la video-telecomunicazione su rete IP, vengono utilizzati dispositivi in grado di simulare vari problemi tipici delle reti geografiche, quali ritardi di pacchetto, pacchetti persi e pacchetti fuori sequenza: questo consente di verificare che il codec e il *gateway* siano in grado di sopperire, tramite ritrasmissioni e/o riordinamenti, ai possibili problemi di rete.

I sensori medicali

E' bene ribadire che un elemento fondamentale nell'architettura del sistema è la modularità: il sistema deve essere "componibile", in modo che, sulla base delle esigenze del singolo paziente, e sulla base del livello di accuratezza richiesto, si possa allestire un sistema che contenga solo un numero minimo di blocchi di acquisizione delle grandezze necessarie al singolo paziente. Ulteriori dispositivi sono in fase di sviluppo e test, al fine di ottenere una maggior versatilità del sistema, oltre ad aumentarne l'economicità.

In genere, i sensori per *home-care* devono essere sviluppati o selezionati secondo alcuni criteri⁷:

- *Compattezza*: peso e ingombro devono essere compatibili con un uso di tipo portatile. A tale scopo, con un *gateway* di tipo *wired* (che utilizza una connessione seriale RS232), quando possibile, si devono poter memorizzare i dati per scaricarli poi una tantum. Per garantire l'invio real-time dei dati da un dispositivo portatile, invece, si devono analizzare

soluzioni di tipo wireless che verranno discusse nel paragrafo 2.3.

- *Consumo limitato*: i sensori devono poter operare con alimentazione a batterie. Oltre ad una progettazione orientata in generale al basso consumo, è essenziale che ogni funzione sia attivata solo quando realmente necessario.

- *Sicurezza e qualità*: per quanto riguarda sicurezza, compatibilità elettromagnetica e certificazioni di qualità dei dispositivi biomedici, il punto di riferimento principale per l'Italia è il Decreto Legislativo 24/2/97 n.46 e successiva modifica, prodotti dal Ministero della Sanità⁸. Tale decreto trae spunto dalla direttiva europea 93/42/CEE sui dispositivi medici, che fa a sua volta riferimento alle indicazioni UNI CEI e ISO. La certificazione richiede anche una validazione medica.

- *Accuratezza*: gli apparati devono essere validati con prove in laboratorio, tramite protocolli che ne verifichino la congruità con i sistemi tradizionali attualmente in uso.

- *Interoperabilità*: per quanto possibile, i dati digitali forniti dagli strumenti devono essere compatibili con gli standard più diffusi in ambito medico (come DICOM⁹ per le immagini e le forme d'onda, e SCP¹⁰ per l'elettrocardiogramma). Rimane comunque il problema dato dal fatto che esistono tuttora una grande quantità di standard, spesso legati ai singoli produttori, e la normativa europea CEN TC251¹¹ che fornisce alcune linee guida sull'armonizzazione degli standard è in larga parte disattesa (se non proprio ignorata).

Sulla base dei criteri sin qui descritti, sono attualmente in fase di sviluppo alcuni sensori che possono servire per il monitoraggio di un'ampia gamma di pazienti cronici domiciliati, con patologie cardiache e respiratorie.

Fonendoscopia: L'auscultazione è un metodo diagnostico atto a percepire soffi e rumori provenienti da alcuni organi e strutture come il polmone, il cuore etc.

I fonendoscopi elettronici convertono in forma digitale i suoni acquisiti ed effettuano eventuali filtri per la riduzione del rumore. Il sensore che acquisisce il segnale cardiaco deve essere il più possibile direzionale, in modo da limitare il rumore ambientale.

Il Telestethphone Aethra, che è attualmente in fase di validazione clinica presso l'INRCA-IRCCS, è stato sviluppato utilizzando un microfono electret omnidirezionale con risposta in frequenza tale da non introdurre distorsioni nella banda di interesse, connesso ad una terminazione a campana della Littmann.

Per quanto concerne la digitalizzazione delle forme

d'onda acquisite, bisogna considerare che la parte utile del segnale audio del battito cardiaco¹² è sempre al di sotto di 1 kHz. Il contenuto armonico più rilevante è al di sotto dei 600 Hz, mentre i suoni polmonari raggiungono una frequenza più alta. Il campionamento viene quindi effettuato a 1.2 kHz per il battito e a 2.4 kHz per l'auscultazione polmonare.

Il fonendoscopo Telestethphone è costituito da due parti:

- un trasmettitore, che comprende la campana Littman, un tratto di tubo e l'hardware per la digitalizzazione e la trasmissione su seriale;

- un ricevitore, che ritrasmette il segnale sui tubi connessi agli auricolari dello stetoscopio.

Il trasmettitore è a casa del paziente, connesso al codec audio-video tramite la scheda MARTA; il ricevitore è al centro di ascolto, connesso alla *workstation* VITA, sempre tramite la scheda MARTA.

Elettrocardiogramma (ECG): La pulsazione del muscolo cardiaco è legata alla variazione della polarità delle cellule che costituiscono il muscolo stesso. L'andamento delle polarizzazioni e depolarizzazioni è strettamente legato alla funzionalità del muscolo cardiaco¹³. Le tradizionali tracce ECG sono quindi ottenute rielaborando i segnali acquisiti da dieci elettrodi posti sugli arti e sul torace del paziente, mediante un opportuno algoritmo¹⁴. Il segnale può essere ricostruito anche utilizzando un numero inferiore di elettrodi (ad esempio tre o cinque elettrodi) ma, ovviamente, in tal caso si riduce l'informazione utile contenuta nel segnale. Un ECG a dodici derivazioni fornisce una forma d'onda che può essere utilizzata per effettuare una dettagliata diagnosi. Un ECG a tre derivazioni può essere utilizzato per un semplice monitoraggio.

Pulsossimetro (SpO2): L'ossigeno introdotto nei polmoni tramite l'atto respiratorio viene trasportato per via arteriosa a tutti gli organi e i tessuti corporei tramite l'emoglobina. Il parametro vitale che misura la saturazione di ossigeno nel sangue (SaO2) è uno dei fondamentali parametri atti a stabilire la condizione generale di salute di un paziente, insieme a temperatura corporea, frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, pressione arteriosa.

Sensori e gateway wireless: Zigbee. Nello sviluppo di un *gateway* e di dispositivi *wireless* alcuni elementi critici sono il consumo energetico, la banda che si può garantire, la massima distanza che si può coprire e l'affidabilità. Esistono, attualmente, tre principali protocolli che si possono scegliere per sviluppare un *access point wireless*: Wi-fi (IEEE 802.11b e 802.11g), ZigBee (IEEE 802.15.4) e Bluetooth (IEEE 802.15.1). Le informazioni sugli standard sono

disponibili sul sito della IEEE¹⁵.

La *workstation* del centro di ascolto è costituita da un PC, una multiseriale MARTA e un codec: il set top Vega Pro o il videotelefono Theseus (quello in figura 4). Il PC ed il codec sono entrambi collegati alla rete LAN e costituiscono un'entità che gestisce connessioni H.320 e H.323; la multiseriale connette la porta RS232 del codec alle porte seriali del PC e ad eventuali dispositivi elettromedicali di ricezione (ad esempio il ricevitore del fonendoscopio Telestethphone). Tale centro deve essere in grado di effettuare chiamate prelevando i numeri da un database contenente informazioni anagrafiche e cliniche relative ai pazienti e di ricevere chiamate identificando (se noto) il chiamante visualizzando automaticamente i dati anagrafici e clinici dello stesso.

L'operatore al centro di ascolto è in grado di controllare e pilotare gli apparati elettromedicali posizionati presso la postazione paziente e di visualizzare i risultati delle misure effettuate remotamente, tramite opportune interfacce *ad-hoc* per i singoli sensori. Nel caso del fonendoscopio, è possibile effettuare un'auscultazione remota, utilizzando il ricevitore del Telestethphone. L'operatore del centro di ascolto ha la possibilità di vedere su una finestra del PC l'immagine live del paziente remoto e di effettuare foto o registrazioni di brevi filmati che vengono memorizzati nel record del paziente presente nel database. Viene inoltre resa disponibile la funzionalità di controllo e brandeggio della telecamera locale e di quella remota. Il controllo di quest'ultima è di particolare importanza in quanto dà al medico la possibilità di verificare il corretto posizionamento dei sensori da parte del paziente.

La base dati del Centro di Ascolto: interoperabilità e sicurezza dei dati

Tutti i dati acquisiti vengono riversati in una base dati centralizzata e accessibile via web dagli operatori del centro di ascolto. Tale base dati deve consentire l'interoperabilità con eventuali basi dati medicali delle strutture sanitarie con cui si interfaccia e garantire tutti i livelli di sicurezza necessari per la sicurezza dei dati.

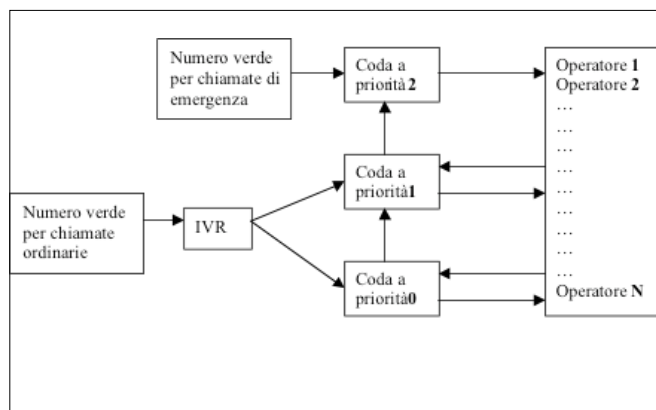
Per quanto concerne l'interoperabilità, il database deve essere in grado di colloquiare con i più comuni standard medicali, visualizzando immagini e sequenze DICOM e SCP, e fornendo utilità di importazione/esportazione verso basi dati basate su HL7¹⁶. Il database della rete di *homecare* può quindi essere visto come un ponte tra il sistema informatico dell'azienda sanitaria e le fonti eterologhe di dati medicali che afferiscono al sistema di assistenza domiciliare.

Gestione delle chiamate al Call-Center

Per definire le funzionalità che devono essere implementate nel Centro di Ascolto dobbiamo innanzi tutto descrivere in termini macroscopici le operazioni richieste: gli utenti (i pazienti) dovranno essere in grado di effettuare le seguenti operazioni.

- Ricevere o effettuare chiamate per visite periodiche.
- Effettuare chiamate di emergenza a priorità superiore rispetto alle ordinarie chiamate di controllo.
- Interagire tramite chiamata audio o audio/video con gli operatori e, eventualmente, essere messi in contatto con un terzo soggetto, con un maggior livello di specializzazione. Gli operatori, quindi, devono essere caratterizzati in almeno due livelli (Operatori e Amministratori) e possono inoltre essere suddivisi in Skillsets, ovvero insiemi di operatori accomunati da specifiche competenze.
- Inviare dati legati alla patologia (ECG, respirazione, battito cardiaco, ecc...) o alla localizzazione (ad esempio tramite RFID, identificatori a radiofrequenza) o ad altri parametri raccolti in un contesto di domotica (presenza di gas, di fumo, ...).

Figura 4. Esempio di gestione della coda con N operatori umani e un risponditore automatico (IVR)



Si possono prevedere le seguenti procedure operative per la gestione di una chiamata entrante:

- Il paziente chiama il Call-Center per una chiamata ordinaria o d'emergenza. La chiamata ordinaria può essere determinata da un evento imprevisto (problema di salute), o previsto (con un sistema automatico di reminding, ad esempio via email o SMS). Chiamate ordinarie o di emergenza vengono accodate in modo diverso:

- La chiamata ordinaria viene accodata e/o instradata su un sistema di IVR (Interactive voice response);
- La chiamata di emergenza viene instradata su una coda a priorità più alta, ed evita il passaggio per il sistema di IVR.

In entrambi i casi, il numero chiamante consente di individuare la scheda del paziente e di visualizzarla automaticamente all'operatore del centro;

- Nel caso di chiamata ordinaria, l'IVR può servire per pre-selezionare l'operazione che vuole effettuare il paziente: ad esempio, se vuole richiedere informazioni generiche verrà indirizzato su un risponditore automatico, altrimenti la chiamata potrà essere inoltrata ad un operatore del centro di ascolto, eventualmente differenziato a seconda della tipologia del paziente (sulla base del numero chiamante e/o di una preselezione su un menù vocale, tramite i toni DTMF generati dai tasti del telefono).

- Sulla base del numero chiamante e/o della preselezione effettuata tramite IVR, il sistema di gestione del call center dovrà indirizzare il paziente all'operatore più adeguato (ad esempio, selezionando tra gli operatori legati a diverse patologie, oppure operatori tecnici). Il sistema dovrà mantenere in Park & Pickup la chiamata per smistarla poi al primo operatore libero.

- L'invio dei dati medicali può essere svolto in real-time, dopo che si sia stabilita la connessione audio-video con l'operatore. Durante l'interazione operatore-paziente, l'operatore deve essere in grado di accedere a tali dati e allo storico del paziente (vedi paragrafo 2.5) tramite un normale browser internet.

- A seconda della situazione, l'operatore potrà decidere di gestire l'utente chiamante in prima persona, oppure passarlo ad un altro operatore più specializzato, oppure richiedere una second opinion in multivideoconferenza. Questo comporta che il sistema di gestione deve consentire le operazioni di
 - Hold o Park & Pickup sulla coda opportuna
 - Inoltro di chiamata sul terminale dell'opportuno operatore
 - Multivideoconferenza

Nel caso di chiamata uscente (normale routine di controllo), un sistema automatizzato metterà automaticamente in contatto un operatore libero con il paziente schedato per una chiamata ordinaria.

Conclusioni

La messa a punto di queste innovative attrezzature finalizzate alla gestione domiciliare di soggetti per lo più anziani con differenti livelli di mobilità e di autosufficienza e la loro sperimentazione su gruppi di soggetti residenti presso RSA ha dimostrato, con tutti i limiti ben noti degli studi iniziali, condotti su piccole casistiche, che la telemedicina avvalendosi di

tali dispositivi può rappresentare una reale estensione delle capacità operative del Medico abbattendo le distanze ed offrendo un significativo miglioramento nella qualità di vita e di cura dei soggetti così seguiti nel loro domicilio. La ormai inarrestabile tendenza alla deospedalizzazione, sia per motivi economici che di gradimento da parte dei pazienti rendono, a nostro avviso, straordinariamente interessanti tutte quelle tecnologie che favoriscono questa nuova modalità di gestione, mantenendo inoltre un accettabile grado di sicurezza per i nostri utenti.

Bibliografia

1. **Paladin G., et al.** La Telemedicina in Italia. Editore MASSON, 1993.
2. **Mattioli P., P.J. Klutke, F. Baruffaldi, A. Villar-Guzman, A. Toni, K.H. Englmeier** Technical validation of low-cost videoconferencing systems applied in orthopaedic teleconsulting services. *Comput Methods Programs Biomed*; 60(2): 143-52, 1999.
3. **Balériaux D., C. Manelfe, U. Salvolini, C. Cognard.** Neuroradiology Master Tools, Results of an european teaching experience. *Proc. of Congres mondial de Telemedecine 2000*, March 22- 24, 2000 Toulouse, France.
4. **Borghi, G., E. Brenna, R. Fogliardi, E. Frumento, L. Luzzi, V. Montericcio.** Sanità e reti telematiche: il caso della rete CARDNET in Lombardia. *Progettare per la Sanità*, 54: 56-65, 1999.
5. **Fogliardi, R., E. Frumento, D. Rincon, M.A. Vinas, M. Fregonara.** Telecardiology: results and perspectives of an operative experience. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 6 (1): 162-164, 2000.
6. **ITU (International Telecommunication Union)**, rif.: <http://www.itu.int/home/>
7. **Branca F.P.** Fondamenti di Ingegneria Clinica. Springer Verlag Italia, 2000.
8. **D. L. 24/2/97 n.46** e successiva modifica, rif.: <http://www.sanita.it/Dispmed/>
9. **DICOM**, rif. <http://medical.nema.org/>
10. **SCP-ECG (CEN prEN 1064:2000)**, rif.: <http://www.tc251wgiv.nhs.uk/>
11. **CEN TC 251**, rif.: <http://www.centc251.org/>
12. **Lukkarinen S., P. Korhonen, R. Sepponen.** Frequency response measurement on commercially available stethoscope; *Medical & Biological Engineering & Computing*. Vol 34, Supplement 1, part 1, 1996, pp.91-92.
13. **Kilpatrick D., P. Johnston.** Origin of the electrocardiogram. *IEEE Eng in Med. and Biol.* August/September 1994: 479-486.
14. **I Daskatov, I. Dotsinsky, I. Christov.** Developments in ECG, acquisition, preprocessing, parameter measurement and recording. *IEEE Eng in Med. and Biol.* March/April 1998: 50-58.
15. **IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.15.4, IEEE 802.15.1** rif.: <http://standards.ieee.org/>
16. **HL7 (Health Level 7)**, rif <http://www.hl7italia.it/>