



RAPPORTI ISTISAN 17|10

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive

A cura di
D. Giansanti



TECNOLOGIE
E SALUTE

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

***Imaging* diagnostico ed *e-health*:
standardizzazione, esperienze e prospettive**

A cura di
Daniele Giansanti

Dipartimento di Tecnologie e Salute

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Rapporti ISTISAN
17/10

Istituto Superiore di Sanità

Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive.

A cura di Daniele Giansanti

2017, v, 60 p. Rapporti ISTISAN 17/10

Lo studio analizza le nuove direzioni di sviluppo e ricerca della radiologia digitale prendendo in considerazione lo stato attuale della regolamentazione in applicazioni in rete (teleradiologia) e le nuove applicazioni quali: l'integrazione nella realtà virtuale, l'integrazione nel *Computer Aided Manufacturing*, la radiologia domiciliare, l'integrazione nelle applicazioni medicali nelle tecnologie tablet. Lo studio riporta anche un'esperienza di teleradiologia sul territorio italiano, illustrando l'architettura di rete e le applicazioni con particolare riferimento all'amministrazione di sistema evidenziando le potenzialità per il Servizio Sanitario Nazionale.

Parole chiave: Radiologia digitale; Teleradiologia; Esame digitale

Istituto Superiore di Sanità

Diagnostic imaging and e-health: standardization, experiences and new opportunities.

Edited by Daniele Giansanti

2017, v, 60 p. Rapporti ISTISAN 17/10 (in Italian)

The study analyzes the new directions of development and research of the digital radiology, considering the current state of the regulation of the network applications (teleradiology) and the new applications, such as the integration into the virtual reality, into the computer aided manufacturing, into the domiciliary radiology, into the medical applications in the tablet technologies. The study also reports a teleradiology experience on Italian territory, illustrating network architecture and applications with particular reference to system administration highlighting the potential for the national health service.

Key Words: Digital radiology; Teleradiology; Digital exam

L'attività di ricerca è stata condotta in una linea di ricerca interna all'ISS "Valutazione di modelli di teleconsulto specialistico e monitoraggio dell'esposizione nella diagnostica medica, triennio 2012-2015".

Per informazioni su questo documento scrivere a: daniele.giansanti@iss.it

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it.

Citare questo documento come segue:

Giansanti D (Ed.). *Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/10).

Legale rappresentante dell'Istituto Superiore di Sanità: *Gualtiero Ricciardi*

Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 114 (cartaceo) e n. 115 (online) del 16 maggio 2014

Direttore responsabile della serie: *Paola De Castro*

Redazione: *Paola De Castro* e *Sandra Salinetti*

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori, che dichiarano di non avere conflitti di interesse.

INDICE

Acronimi	iii
Presentazione	v
<i>Imaging</i> tra luoghi comuni, standard ed esperienze pilota <i>Daniele Giansanti, Serena Votta, Mauro Grigioni</i>	1
Esperienze dell'Istituto Superiore di Sanità nel controllo di qualità in teleradiologia <i>Daniele Giansanti, Mauro Grigioni</i>	7
Nuove direzioni di sviluppo e cambiamenti nel Servizio Sanitario Nazionale <i>Daniele Giansanti, Serena Votta, Maria Rosaria Giovagnoli</i>	11
Radiologia ed ecografia domiciliare: cosa ne pensa il cittadino delle nuove opportunità di sviluppo <i>Daniele Giansanti, Andrea Virili, Maria Rosaria Giovagnoli</i>	20
Utilizzo della radiologia digitale nel territorio: un esempio di architettura di sistema e applicazione della teleradiologia <i>Gianluca Esposito</i>	27
Metodologia <i>bottom-up</i> per l'identikit di una APP nell'oncologia della mammella <i>Marianna Capannini, Maria Rosaria Giovagnoli, Daniele Giansanti</i>	35
Utilizzo di WhatsApp in radiologia digitale: considerazioni preliminari <i>Daniele Giansanti, Luca Cosentino, Giovanni Maccioni, Marianna Capannini, Gianluca Esposito</i>	52
Conclusioni e prospettive future <i>Daniele Giansanti, Mauro Grigioni</i>	59

ACRONIMI

ACR	<i>American College of Radiology</i>
A/D	Analogico/Digitale
APP	Applicazione per tablet
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Equipment</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CCD	<i>Charge Coupled Device</i>
CR	<i>Computed Radiography</i>
CV	Colonoscopia Virtuale
DI	Diagnostica per Immagini
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
DM	Dispositivo Medico
e-health	<i>electronic health</i>
FPD	<i>Flat Panel Device</i>
HIS	<i>Hospital Information System</i>
HTA	<i>Health Technology Assessment</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
IP	<i>Imaging Plate</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LM	Laurea Magistrale
m-health	<i>mobile health</i>
NEMA	<i>National Electrical Manufacturers Association</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
PACS	<i>Picture Archiving and Communication System</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PET	<i>Positron Emission Tomography</i>
PIXEL	<i>Picture Element</i>
PS	Pronto Soccorso
P/S	Prodotto/Servizio
RA	Realtà Aumentata
RV	Realtà Virtuale
RD	Radiologia Domiciliare
RIS	<i>Radiology Information System</i>
RMN	Risonanza Magnetica Nucleare
SIRM	Società Italiana di Radiologia Medica
SdPSTD	Scienze delle professioni sanitarie tecniche diagnostiche
SSN	Servizio Sanitario Nazionale
STL	stereolitografia
TC	Tomografia Computerizzata
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol and Internet Protocol</i>
TFT	<i>Thin Film Transistor</i>
TR	Teleradiologia
TSRM	Tecnico Sanitario di Radiologia Medica
UO	Unità Operativa
VOXEL	<i>Volume Element</i>
VPN	<i>virtual private network</i>
WAN	<i>World Area Network</i>
WSI	<i>Whole Slide Image</i>

PRESENTAZIONE

Lo studio è stato svolto nell'ambito della linea di ricerca interna dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) "Valutazione di modelli di teleconsulto specialistico e monitoraggio dell'esposizione nella diagnostica medica 2012-2015", approvata e contenuta nel piano triennale dell'ISS.

Dopo un capitolo introduttivo sull'*imaging*, il rapporto presenta contributi che affrontano gli aspetti eterogenei di questa problematica come descritto nei paragrafi seguenti.

Il capitolo "Esperienze dell'Istituto Superiore di Sanità nel controllo di qualità in teleradiologia" affronta l'analisi dello stato dell'arte del controllo di qualità (o assicurazione di qualità) nelle applicazioni in rete della radiologia digitale, nella cosiddetta teleradiologia che nella realtà italiana prende le mosse dalle linee guida sviluppate con i *Rapporti ISTISAN* 10/44 (12) e 13/38 (13) dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS). Tali linee guida, di cui si ribadisce l'attualità, illustrano ambiti e criteri di applicabilità della teleradiologia.

Seguono quattro capitoli che rappresentano degli studi che sono stati effettuati in ambito di tesi di laurea magistrale alla Facoltà di Medicina e Psicologia al corso di Laurea in Scienze delle Professioni Sanitarie Tecniche Diagnostiche nel 2014-2016:

- Il capitolo "Nuove direzioni di sviluppo e cambiamenti nel Servizio Sanitario Nazionale" si focalizza sulle tecnologie della realtà virtuale e aumentata da un punto di vista generale, chiarendo i punti di contatto e di distinzione tra le due e illustrando anche come tali tecnologie tocchino in *e-health* uno scenario di applicazioni di ampio respiro.
- Il capitolo "Radiologia ed ecografia domiciliare: cosa ne pensa il cittadino delle nuove opportunità di sviluppo" è inserito nello studio dei processi di continuità della cura e dell'assistenza domiciliare e affronta da un lato le innovazioni tecnologiche e le potenzialità apportate dalla radiologia domiciliare, dall'altro presenta uno studio di fattibilità basato su un questionario appositamente disegnato.
- Il capitolo "Utilizzo della radiologia digitale nel territorio: un esempio di architettura di sistema e applicazione della teleradiologia" riporta un'esperienza di teleradiologia sul territorio italiano, illustrando l'architettura di rete e le applicazioni con particolare riferimento all'amministrazione di sistema evidenziando le potenzialità per il Servizio Sanitario Nazionale.
- Il capitolo "Metodologia bottom-up per l'identikit di una app nell'oncologia della mammella" è dedicato alla teleoncologia (dove è alto e presente il ruolo della radiologia digitale) tramite l'utilizzo in rete di applicazioni (APP) medicali per smartphone. In particolare lo studio prende in considerazione la problematica medica specifica dell'oncologia della mammella e affronta uno studio di fattibilità relativo alla realizzazione di una APP medicale di supporto a tale problematica.

Il capitolo "Utilizzo di *WhatsApp* in radiologia digitale: considerazioni preliminari" tratta delle nuove frontiere offerte dalle APP per lo smartphone in radiologia digitale per lo scambio dei file multimediali i cosiddetti *instant messenger*. Tale contributo evidenzia come l'ambiente informatico su *mobile* possa portare a nuove opportunità per la diagnosi remota. Una prima analisi di accettazione della metodologia ha evidenziato, infatti, come lo stesso *WhatsApp* (Facebook Corp, USA) possa permettere la creazione di network di esperti che operino nel teleconsulto in radiologia digitale.

IMAGING TRA LUOGHI COMUNI, STANDARD ED ESPERIENZE PILOTA

Daniele Giansanti (a), Serena Votta (b), Mauro Grigioni (a)
(a) Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma
(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Premessa

Questo rapporto è focalizzato sulla relazione tra la diagnostica per immagini e l'*e-health* nel Servizio Sanitario Nazionale per quanto riguarda le opportunità di sviluppo, la standardizzazione e le esperienze significative.

Nel panorama nazionale non vi è chi non veda che oggi le applicazioni di *imaging*, che hanno raggiunto un significativo stadio di avanzamento nell'*e-health*, ad esempio in telemedicina, sono quelle che si sono sviluppate attorno allo standard DICOM (*Digital Imaging and COmmunications in Medicine*), ossia lo standard che definisce i criteri per la comunicazione, la visualizzazione, l'archiviazione e la stampa di informazioni di tipo biomedico quali ad esempio immagini radiologiche. Tale standard è stato sviluppato dalle due associazioni:

- *American College of Radiology* (ACR), responsabile dello sviluppo tecnico-scientifico-medico del sistema,
- *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), un consorzio di produttori responsabile anche di aspetti connessi normativi e proprietà intellettuale.

Dopo varie versioni che si sono evolute a partire dal 1985, nel 1993 lo standard prodotto dall'ACR-NEMA si è stabilizzato e si trasformato radicalmente nella versione 3.0 nella quale, mantenendo sostanzialmente immutate le specifiche inerenti al formato delle immagini, furono aggiunti numerosi servizi e implementati i protocolli *Transmission Control Protocol and Internet Protocol* (TCP/IP) e *Open System Interconnection* (OSI) e venne denominato DICOM, e proprio l'integrazione nelle specifiche del protocollo di rete TCP/IP, ormai largamente diffuso, ne decretò un successo e una popolarità sempre crescenti.

Tutta la strumentazione convenzionale (ossia di routine) di diagnostica per immagini del corpo umano è oggi compatibile con DICOM, come si dice è *DICOM compliant*. Questa strumentazione può essere connessa in rete e permette diverse "viste" del corpo umano o di parti e/o funzioni del corpo, ottenute con metodi diversi che hanno capacità e/o funzionalità diagnostiche diverse essendo basate su sorgenti di campo differenti, come nel caso del campo radiativo, magnetico, ultrasonico.

Questa messa in rete ha fatto sì che si parla di radiologia digitale quando si tratta di prodotti diagnostici provenienti da:

- strumentazione radiologica 2D e 3D;
- strumentazione di medicina nucleare 2D e 3D;
- strumentazione di risonanza magnetica nucleare;
- strumentazione di ecografia.

Discorso diverso e a parte si deve fare per quanto riguarda la strumentazione per l'*imaging* tissutale (istologia) e cellulare (citologia) afferente per quanto riguarda la digitalizzazione alla cosiddetta patologia digitale. In patologia digitale soltanto di recente si è riusciti a convergere su

di uno standard DICOM appropriato, il cosiddetto DICOM WSI (*Whole Slide Image*) e bisogna attendere l'adeguamento allo standard dei costruttori (probabilmente uno o due decenni dalla definizione dello standard, prima di riuscire ad ottenere una messa in rete e una routine ospedaliera paragonabile a quella della radiologia digitale.

Questo rapporto non sarà dedicato alla patologia digitale, ma alle applicazioni di diagnostica afferenti alla radiologia digitale che hanno raggiunto da decenni una routine ospedaliera. Alcuni lavori pubblicati negli *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* (1-5) e in un recente documento (*Rapporto ISTISAN 17/46*) hanno tuttavia trattato delle innovazioni tecnologiche in patologia digitale e in particolare nella citologia digitale. Per quanto riguarda un settore dell'*imaging* diagnostico specificamente affrontato assieme alle relative applicazioni di *e-health* si segnala l'ecografia digitale in cardiologia. Tale settore è stato analizzato attraverso alcune pubblicazioni sugli *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* (7-10).

Integrazione dell'*imaging* diagnostico

Tutta la Diagnostica per Immagini (DI) si basa sull'impiego di fonti fisiche di energia per la produzione di immagini utilizzabili ai fini diagnostici (11-16). Le fonti energetiche utilizzate in radiologia tradizionale e in Tomografia Computerizzata (TC) sono costituite da radiazioni ionizzanti e in particolare dai raggi X, le fonti fisiche utilizzate in risonanza magnetica sono i campi magnetici, le fonti fisiche utilizzate in ecografia sono gli ultrasuoni. I principi fisici su cui si basano i raggi X conferiscono agli stessi una serie di proprietà che sono alla base del meccanismo di formazione dell'immagine: sono in grado di attraversare la materia, venendone in vario modo e grado attenuati e sono inoltre in grado di impressionare, attraverso un meccanismo fisico-chimico, pellicole ad emulsioni fotografiche. Il meccanismo fondamentale di formazione dell'immagine in radiologia tradizionale è, infatti, un processo di attenuazione che i raggi X subiscono interagendo con il corpo del paziente. Il fascio di radiazioni emergente dal corpo del paziente riflette il diverso grado di assorbimento da parte delle strutture corporee che ha attraversato e viene quindi tradotto in immagini. Nella radiologia tradizionale o analogica, la formazione dell'immagine si basa sulla capacità dei raggi X di impressionare materiale fotosensibile come l'emulsione fotografica che è costituita da un reticolo di granuli di bromuro d'argento immersi in gelatina fotografica. I raggi X del fascio emergente attivano una serie di reazioni chimiche di ossido-riduzione in cui l'argento ionico (Ag⁻) si riduce in argento metallico (Ag) di colore scuro dando origine alla cosiddetta immagine latente che, attraverso il successivo procedimento fotografico di sviluppo e di fissaggio, diventa immagine visibile. Un'immagine analogica è, quindi, la riproduzione su un supporto delle caratteristiche di un oggetto mediante variazione continua di annerimenti o di tonalità di colore (variazione continua).

La radiologia, nata come analogica, si è sempre più evoluta, avviandosi a grandi passi verso la completa digitalizzazione. Il passaggio dalla radiologia tradizionale alla radiologia digitale mantiene la fonte di esposizione (raggi X), infatti, i principi fisici su cui si basa la radiologia digitale non differiscono molto da quelli della radiologia tradizionale. Contrariamente alla radiologia tradizionale, dove la pellicola rappresenta sia il sistema di rilevazione che di conservazione dell'immagine, la radiologia digitale è dotata di un sistema elettronico di rilevatori, in grado di trasformare la radiazione incidente in un segnale elettronico, la cui ampiezza rappresenta l'intensità della radiazione: i rilevatori digitali sono usati esclusivamente per creare l'immagine digitale, la quale viene poi successivamente registrata e conservata su supporto digitale. Il segnale, successivamente, è digitalizzato in una mappa di numeri (matrice). Ogni elemento della matrice corrisponde ad una particolare area di superficie quadrata nella quale il campo è suddiviso detto *pixel* (*picture element*). Il computer successivamente converte

la matrice in un'immagine su monitor, assegnando ad ogni pixel un grado di luminosità corrispondente al valore numerico del segnale. Ogni pixel, corrispondente a un'area dell'immagine radiologica, viene codificato in un numero binario, che ne individua, oltre all'intensità, l'esatta localizzazione spaziale. Nel caso della TC (esame tridimensionale) si parla di *voxel* (*volume element*). Dopo il processo di campionamento e quantificazione del segnale, opportuni software di elaborazione organizzano i dati grezzi e li trasformano in una immagine di significato clinico. Un'immagine digitale è, quindi, una rappresentazione dell'oggetto mediante una matrice di numeri il cui valore è posto in corrispondenza biunivoca con le caratteristiche specifiche dell'oggetto stesso. Il principio di funzionamento è basato sul fatto che i raggi X ad alta energia, interagendo con il rivelatore, trasferiscono un numero elevato di elettroni dalla banda di valenza a quella di conduzione. A seguito del ritorno degli elettroni al livello di base si ottiene una emissione di fotoni di luce. L'immagine latente viene convertita in digitale ed elaborata al computer per formare una immagine numerica su una matrice di *pixel*. In sostanza, quindi, possiamo definire un'immagine analogica come la riproduzione su un supporto delle caratteristiche dell'oggetto mediante una variazione continua di toni di grigio, mentre l'immagine digitale è una rappresentazione numerica dell'oggetto, ossia, numeri corrispondenti all'assorbimento delle radiazioni da parte del corpo attraversato e disposti su una matrice bidimensionale, dove ciascun elemento della matrice prende il nome di pixel. Possiamo distinguere due modalità di produzione delle immagini digitali: acquisizione diretta e indiretta. La prima modalità è detta acquisizione diretta e si verifica quando l'immagine viene acquisita in formato digitale nativo, come avviene ad esempio nelle apparecchiature TC, *Positron Emission Tomography* (PET) e Risonanza Magnetica Nucleare (RMN) e in altri sistemi di radiologia digitale. Quando invece le immagini vengono acquisite prima in forma analogica e poi convertite in digitale, si parla in questo caso di modalità di acquisizione indiretta. La tecnologia *Computed Radiography* (CR) utilizza come detettore un *imaging plate* (IP), cioè una piastra ai fosfori di memoria dotati di luminescenza fotostimolata. Questa piastra è in grado di assorbire i raggi X incidenti, dando origine ad una immagine latente dell'oggetto. Un sistema laser a bassa energia, altamente focalizzato, scannerizza la piastra convertendo l'immagine elettronica latente in luminescenza fotostimolata di intensità proporzionale al numero di fotoni x incidenti. La luminescenza prodotta dalla scannerizzazione dell'IP viene separata dalla luce laser incidente e convogliata su tubo fotomoltiplicatore che converte la luminescenza in segnali elettronici analogici. Infine un convertitore analogico/digitale (A/D) trasforma i segnali analogici in dati digitali. Il risultato è quello di ottenere un'immagine pronta per essere visualizzata su monitor. La digitalizzazione diretta avviene invece quando l'acquisizione delle immagini avviene in tempo reale. Questo è il caso di tutti i sistemi di radiologia digitale. Tali sistemi possono essere ulteriormente distinti in base alla modalità di conversione dell'energia e si parlerà anche in questo caso di conversione diretta e indiretta. Nei sistemi diretti il sensore è composto da uno strato di selenio amorfo, all'interno del quale i raggi sono catturati, lasciando al loro posto coppie elettrone-buca. Il campo elettrico applicato tra le superfici del selenio, trasporta gli elettroni verso una sottile matrice di transistor, dove tali elettroni sono condensati. Finita l'esposizione, l'elettronica del sensore si occupa di far uscire, riga per riga, i valori di carica corrispondenti ad ogni *pixel* e i dati sono inviati via fibra ottica al computer.

Le tecniche che comportano una conversione indiretta del segnale sono:

- tecnologia *Charge Coupled Device* (CCD);
- tecnologia a schermo piatto *Flat Panel Device* (FPD).

La tecnologia CCD si basa su un dispositivo ad accoppiamento di carica. Gli elementi base sono:

- uno scintillatore composto da un materiale che assorbe l'energia dei raggi x e riemette parti di quell'energia sotto forma di luce visibile;

- una parte ottica fatta da lenti; il rivelatore vero e proprio che è una matrice che genera le cariche elettriche in risposta alla luce.

La tecnologia FPD comprende i seguenti elementi:

- uno scintillatore e un fotodiodo che ha il compito di convertire la luce in carica elettrica;
- una matrice *Thin Film Transistor* (TFT) che permette il trasferimento indipendente della carica raccolta in ogni *pixel*, verso l'elettronica esterna, in cui viene amplificata e quantizzata.

Con l'evolversi in campo medico di nuovi dispositivi tecnologici in grado di agevolare i processi di acquisizione delle immagini e di refertazione, negli anni '80 si iniziò a delineare il concetto di *Picture Archiving and Communication System* (PACS) come sistema integrato per la gestione digitale delle immagini diagnostiche, finalizzato all'eliminazione delle pellicole radiografiche. In questo contesto si sono affermati i sistemi PACS, orientati alla gestione integrata dei vari tipi di immagini generate nei dipartimenti di diagnostica per immagini (radiologia computerizzata e digitale, medicina nucleare, ecografia, risonanza magnetica, tomografia computerizzata ecc.) e più in generale, nei diversi reparti di un ospedale. Con il termine PACS si intende, quindi, l'integrazione in un network di diversi sottosistemi che comprende: le modalità per l'acquisizione di immagini e dati, l'archivio, le workstation di visualizzazione e di refertazione. L'integrazione e la velocità di comunicazione tra le diverse componenti è un punto fondamentale per assicurare l'efficacia del sistema; l'introduzione di un formato standard sia per le immagini che per il protocollo di comunicazione ha sicuramente contribuito in modo sostanziale al raggiungimento di questo obiettivo. Al giorno d'oggi le aziende ospedaliere sono le maggiori organizzazioni sanitarie, per ciò che riguarda il trattamento dei dati. Queste si rivolgono all'informatica, come peraltro tutti i settori in cui si abbia la necessità di rendere sicure, veloci, affidabili e facilmente consultabili quantità enormi di informazioni. Lo standard per l'*imaging* medicale prevede l'accorpamento e l'associazione precisa e univoca delle informazioni sul paziente (a cui i dati si riferiscono) con i dati dell'immagine, con i dati anagrafici e con i referti medici. Per fare ciò esistono sistemi in grado di associare e abbinare dati di differente natura in un unico documento. Tra questi, come anticipato sopra, DICOM costituisce uno standard in grado di gestire la trasmissione delle immagini, complete e integrate con altra informazione, nella rete informatica. Le specifiche di DICOM si sviluppano a partire da modelli che stabiliscono quali sono e con quali relazioni interagiscono le entità reali, presenti nel contesto cui lo standard è applicato (pazienti, immagini, ecc.). Il vantaggio è quello di mostrare chiaramente e congiuntamente le entità e le relazioni, non per descrivere il flusso dei dati ma per definire la struttura dell'informazione.

Un tipico sistema PACS è in grado di gestire solo oggetti DICOM; tali oggetti contengono al loro interno, oltre all'immagine vera e propria, anche i dati relativi al paziente e all'esame cui si riferiscono. Lo standard è stato sviluppato congiuntamente da utenti e produttori di dispositivi con l'obiettivo di rendere possibile la connessione tra sistemi di produttori diversi.

DICOM possiede, quindi, le componenti fondamentali per dialogare con sistemi informatizzati di gestione delle immagini ossia i PACS, delle attività ospedaliere ossia gli *Hospital Information Systems* (HIS) e, in particolare, del dipartimento di radiologia i *radiology Information Systems* (RIS). Grazie a DICOM è oggi possibile integrare i sistemi di diagnostica per immagini provenienti dalla radiologia computerizzata e digitale, dalla medicina nucleare, dall'ecografia, dalla RMN e dalla TC.

Esperienze pilota

L'integrazione dell'*imaging* diagnostico in ospedale ha rappresentato un passo importante nella diagnostica medica. Grazie alla radiologia digitale che poggia le sue basi sullo standard DICOM è stato possibile integrare strumentazione di *imaging* proveniente sia dallo stretto ambito radiologico (TC e radiologia), sia dall'ambito di medicina nucleare (PET e scintigrafia), sia strumentazione di *imaging* che non ha a che fare con le radiazioni ionizzanti quali la RMN e l'ecografia.

Lo studio da un punto di vista generale si focalizza sui seguenti aspetti:

- stato dell'arte della standardizzazione della radiologia digitale nelle applicazioni in rete (teleradiologia) sia in termini di standard e norme tecniche utilizzate che di linee di indirizzo e/o guida (anche in termini di assicurazione di qualità) disponibili al momento della stesura di questo rapporto;
- evoluzioni di rilievo dell'*imaging* radiologico che vanno dall'utilizzo delle acquisizioni DICOM per scopi sia di simulazione medica (attraverso presentazioni di scenari di realtà virtuale, aumentata e aptica) che di integrazione agli strumenti di *computer aided manufacturing* (CAM) quali le stampanti 3D per le ossa e i simulatori di impianti ossei e/o protesi (come nel caso dell'odontostomatologia);
- prospettive di utilizzo in ambito di continuità di assistenza e cura a casa. Illustrando le nuove tecnologie sviluppate attorno alla radiologia (e ecografia) domiciliare;
- esperienze esemplificative di applicazioni di radiologia digitale sul territorio tramite tecniche tele mediche;
- conseguenti scenari evolutivi dell'organizzazione ospedaliera con specifiche funzioni che devono prevedere *job description*, connessioni funzionali e flussi operativi specifici;
- nuove tecnologie basate sugli smartphone.

Bibliografia

1. Giansanti D, Cerroni F, Amodeo R, Filoni M, Giovagnoli MR. A pilot study for the integration of cytometry reports in digital cytology telemedicine applications. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):138-43.
2. Morelli S, Grigioni M, Giovagnoli MR, Balzano S, Giansanti D. Picture archiving and communication systems in digital cytology. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):130-7.
3. Giovagnoli MR, Giarnieri E, Carico E, Giansanti D. How do young and senior cytopathologists interact with digital cytology? *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):123-9.
4. Giansanti D, Grigioni M, D'Avenio G, Morelli S, Maccioni G, Bondi A, Giovagnoli MR. Virtual microscopy and digital cytology: state of the art. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):115-22.
5. Giansanti D, Grigioni M, Giovagnoli MR. Virtual microscopy and digital cytology: fact or fantasy? Preface. *Ann Ist Super Sanita*. 2010; 46(2):113-4.
6. Giansanti D (Ed.). *Digital cytology: an experience with image-enhancement and tablet technologies*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2016. (Rapporti ISTISAN 16/46).
7. Giansanti D, Morelli S, Maccioni G, Guerriero L, Bedini R, Pepe G, Colombo C, Borghi G, Macellari V. A web based health technology assessment in tele-echocardiography: the experience within an Italian project. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):392-7.

8. Morelli S, Giordano A, Giansanti D. Routine tests for both planning and evaluating image quality in tele-echocardiography. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):378-91.
9. Giansanti D, Morelli S. Digital tele-echocardiography: a look inside. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):357-62.
10. Giansanti D, Morelli S. Digital tele-echocardiography today: successes and failures. Preface. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):355-6.
11. Giovagnoni A, Golfieri R, Maggi S. PACS Principi generali e guida all'uso. *Giornale di Radiologia Medica* 2004;107(3) Suppl. 1:1-72.
12. Mazzuccato F. *Anatomia radiologica, tecnica e metodologia propedeutiche alla diagnostica mediante immagini*. Roma: Ed. Piccin; 1997.
13. Capaccioli L, Villari N. *Elementi di diagnostica per immagini*. Bologna: Ed. Esculapio; 2014.
14. Faggioni L, Paolicchi F, Marinelli M. *Elementi di tomografia computerizzata*. Berlino: Ed. Springer; 2010.
15. Prokop M, Galanki M. *Tomografia computerizzata spirale e multistrato*. Bologna: Ed. Bonomo; 2006.
16. Lombardi M, Bartolozzi C. *Risonanza magnetica del cuore e dei vasi*. Berlino: Ed. Springer; 2004.

ESPERIENZE DELL'ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ NEL CONTROLLO DI QUALITÀ IN TELERADIOLOGIA

Daniele Giansanti, Mauro Grigioni

Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Teleradiologia: significato e ruolo

La teleradiologia – la capacità di ottenere immagini in un'unica posizione, di trasmetterle su una distanza, e visualizzarle in remoto per scopi diagnostici o consultivi – è stata esplorata per quasi 50 anni ed è parte del concetto più inclusivo di telemedicina, cioè la consegna di servizi di assistenza sanitaria su una distanza (1-2).

La teleradiologia è di fatto oggi una delle forme più affermate e più ampiamente usate della telemedicina (3-6). In una definizione ristretta, la teleradiologia è stata definita come “l'ottenimento di un'opinione specialista mediante la trasmissione di immagini radiografiche digitali ad un radiologo remoto (spesso in un centro terziario)” (7).

Una definizione più ampia da parte della *Canadian Association of Radiologists* nel 2008 (8) afferma che la teleradiologia è la trasmissione elettronica di studi di diagnostica per immagini da una posizione all'altra a fini di interpretazione e / o di consultazione. L'*American College of Radiology* (ACR) nel 2002 (9) aggiunge aspetti educativi dicendo che la teleradiologia può consentire un'interpretazione ancora più tempestiva di immagini radiologiche e dare maggiore accesso alle consultazioni secondarie e una migliore formazione continua; le immagini possono essere visualizzate contemporaneamente dagli utenti in luoghi diversi. Secondo l'ACR, opportunamente utilizzata, la teleradiologia può migliorare l'accesso ai radiologici di interpretazioni di alta qualità e quindi migliorare in modo significativo la cura del paziente”. Una definizione più fine è la seguente: la teleradiologia è la capacità di ottenere immagini in un unico luogo, trasmetterle a distanza, e visualizzarle in remoto per fini diagnostici o di consultazione (1-2).

Le seguenti definizioni enciclopediche di teleradiologia in lingua inglese sono le più scientificamente accettate:

- “teleradiology concerned with the transmission of digitized medical images (as x-rays, computer tomography, and sonograms) over electronic networks and with the interpretation of the transmitted images for diagnostic purposes” (10);
- “radiology done through remote transmission and viewing of images” (11);
- “radiology through remote transmission and viewing of images” (12);
- “imaging a format for delivering imaging services by transmitting digitalized images from angiography, computer tomography, magnetic resonance imaging, PET, ultrasonography, and other imaging devices by satellite or telephone cabling to radiologists who may be located at a distance from the imaging site; conducting radiology image exchange and/or image interpretations electronically, usually via videoconferencing or messaging” (13);
- “the interpretation of digitized diagnostic radiologic images transmitted by modem over telephone lines” (14);
- “the interpretation of digitized diagnostic images transmitted over telephone lines” (15).

Prima del 1990, le applicazioni di telemedicina, tra cui la teleradiologia, erano relativamente poco importanti e largamente ignorate dalla pratica medica per via del veto da parte di statuti di medicina o società professionali (1-2). Nel 1994, l'ACR ha pubblicato *ACR standard for teleradiology* (16). In questo standard tecnico, l'ACR ha indicato che i medici che forniscono interpretazioni ufficiali con metodi di teleradiologia dovrebbero prevedere il rilascio di autorizzazioni ai siti iniziali e finali e mantenere le credenziali dello staff coinvolto. Molti cambiamenti sono in atto in radiologia digitale. È probabile che il consolidamento nella pratica della radiologia sarà veicolato dalla teleradiologia per ottenere crescenti benefici e fornire un servizio più tempestivo, fornire *medical knowledge*, e complessivamente generare una migliore fornitura del servizio di radiologia adeguato alla domanda.

Gli operatori sanitari coinvolti possono essere gli iniziatori di questo consolidamento e ottenere numerosi vantaggi importanti per essi stessi, tra cui la conservazione delle loro pratiche o atti. Il crescente uso di tecnologie avanzate e metodi di *imaging*, il consolidamento degli ospedali nei sistemi di distribuzione regionali, e le accresciute aspettative dei pazienti e dei medici di riferimento per il servizio tempestivo hanno favorito l'aumento dell'uso della teleradiologia.

Questi aspetti (1-2) hanno contribuito a sottoscrivere la creazione di nuovi modelli di assistenza che non possono essere ignorati. È probabile che l'applicazione della teleradiologia alla routine medica aumenterà rapidamente in quanto essa offre un mezzo di corrispondenza, in modo più efficiente, tra la fornitura di radiologi con la domanda per i loro servizi. Il tutto può essere raggiunto attraverso la distribuzione dei radiologi sulla base della loro presenza fisica in diverse posizioni strategiche ma connesse in rete.

Linee guida nel controllo di qualità in teleradiologia

La teleradiologia può migliorare la qualità delle cure e la qualità del servizio per i pazienti migliorando nel contempo l'efficienza del sistema sanitario, la produttività e la qualità della vita lavorativa dei radiologi.

L'uso corretto della teleradiologia offre così l'opportunità di migliorare allo stesso tempo le cure mediche e migliorare la qualità della vita lavorativa per i radiologi stessi. Inoltre la teleradiologia può anche migliorare l'efficienza, l'efficacia e la produttività del processo di *health care*. Una direzione che sembra offrire grande opportunità è quella di radiologi che utilizzano la teleradiologia per supportarsi a vicenda nelle loro pratiche e persino per creare nuovi modelli di connessione e di pratica medica sulle reti che utilizzano i progressi delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e la collaborazione con tutti gli attori coinvolti nella teleradiologia.

Un problema fondamentale è pertanto quello di sostenere il lavoro di qualità e in qualità nel processo eterogeneo di cura utilizzando la teleradiologia.

L'Istituto Superiore di Sanità insieme all'Istituto Superiore per la Prevenzione e Sicurezza del Lavoro (ora INAIL, Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro) in un gruppo di lavoro che comprende anche la Società Italiana di Radiologia Medica e altri importanti attori nazionali si è occupato della stesura di linee guida specifiche in teleradiologia per l'assicurazione di qualità.

Una prima stesura di linee guida si è avuta nel 2010. Successivamente tali linee guida sono state tradotte in inglese e riviste per aggiornamenti nel 2013 dalla Società Italiana di Radiologia Medica (SIRM) e dall'Istituto Superiore di Sanità.

I contenitori di entrambi le versioni sono stati i seguenti due *Rapporti ISTISAN*:

- *Rapporto ISTISAN 10/44* “Linee guida per l’assicurazione di qualità in tele radiologia” (17)
È stato pubblicato nel 2010 a cura del Gruppo di Studio per l’Assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica e Interventistica. Nel documento vengono illustrati ambiti e criteri di applicabilità delle teleradiologia. Vengono inoltre discussi gli aspetti clinici nonché i controlli di qualità. Il documento contiene una serie di appendici relative agli schemi organizzativi, agli aspetti tecnologici, nonché agli elementi da contabilizzare in questo settore.
- *Rapporto ISTISAN 13/38* “Guidelines for quality assurance and technical requirements in teleradiology. English translation and revision of Rapporti ISTISAN 10/44” (18)
È stato pubblicato nel 2014 ed è stato curato da Antonio Orlacchio, Placido Romeo, Maria Cristina Inserra, Mauro Grigioni e Daniele Giansanti e rappresenta la versione inglese rivista e aggiornata del precedente (17). Tale rapporto pertanto riporta anche gli aggiornamenti relativi alle innovazioni tecnologiche e normative intervenute nei tre anni successivi al 2010.

Bibliografia

1. Thrall JH. Teleradiology. Part I. History and clinical applications. *Radiology* 2007;243(3):613-7.
2. Thrall JH. Teleradiology. Part II. Limitations, risks, and opportunities. *Radiology* 2007;244(2):325-8.
3. Reponen J. *Teleradiology – changing radiological service processes from local to regional, international and mobile environment*. Oulu, Finland: University of Oulu, 2010. (Acta Univ. Oul. D 1077, 2010).
4. Wootton R. Telemedicine: a cautious welcome. *BMJ* 1996; 313(7069):1375-7.
5. Roine R, Ohinmaa A, Hailey D. Assessing telemedicine: a systematic review of the literature. *CMAJ* 2001;165(6):765-71.
6. Ruotsalainen P. Privacy and security in teleradiology. *Eur J Radiol* 2010;73(1):31-5.
7. Wootton R. Recent advances: Telemedicine. *BMJ* 2001;323(7312):557-60.
8. Canadian Association of Radiologists. *CAR Standards for teleradiology*. Ottawa: Canadian Association of Radiologists; 2008.
9. American College of Radiology. *ACR Standard for Teleradiology*. Reston VA: ACR; 2002.
10. Teleradiology. In: *Merriam-Webster Medical Dictionary online*. Disponibile all’indirizzo: www.merriamwebster.com/medical/teleradiology; ultima consultazione 30/9/2016.
11. Teleradiology. In: *Mosby’s medical dictionary*. 8th edition. Philadelphia PA: Elsevier; 2009.
12. Teleradiology. In: *Miller-Keane encyclopedia and dictionary of medicine, nursing, and allied health*. Seventh edition. Philadelphia PA: Saunders, Elsevier; 2003.
13. Teleradiology. In: *McGraw-Hill concise dictionary of modern medicine*. New York: The McGrawHill Companies Inc.; 2002.
14. Teleradiology. In: *Farlex Partner Medical Dictionary*. Huntingdon Valley, PA: Farlex; 2012.
15. Teleradiology. In: *Medical dictionary for the health professions and nursing*. Huntingdon Valley, PA: Farlex; 2012.
16. American College of Radiology. *ACR standard for teleradiology*. Reston VA: ACR; 1994.

17. Gruppo di Studio per l'Assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica ed Interventistica (Ed.). *Linee guida per l'assicurazione di qualità in teleradiologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2010. (Rapporti ISTISAN 10/44).
18. Orlacchio A, Romeo P, Inserra MC, Grigioni G, Giansanti D (Ed.). *Guidelines for quality assurance and technical requirements in teleradiology. English translation and revision of Rapporti ISTISAN 10/44*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013. (Rapporti ISTISAN 13/38).

NUOVE DIREZIONI DI SVILUPPO E CAMBIAMENTI NEL SERVIZIO SANITARIO NAZIONALE

Daniele Giansanti (a), Serena Votta (b), Maria Rosaria Giovagnoli (b)
(a) Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma
(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Premessa

In un panorama sociale e culturale altamente tecnologico, anche la medicina è diventata una disciplina caratterizzata da una forte integrazione multidisciplinare. Al giorno d'oggi infatti gli avanzamenti tecnologici nel campo dell'*imaging* medicale hanno reso possibile l'apertura di nuove opportunità nell'*e-health*. Sfruttando le nuove applicazioni 3D avanzate, il mondo della radiologia (1-2) si apre a quello dell'informatica e dell'ingegneria comportando una evoluzione futuristica e affascinante con importanti ricadute per i pazienti e per la sanità in generale. Il file DICOM (*Digital Imaging and COmmunications in Medicine*), ottenuto dalla diagnostica per immagini (3) effettuata tramite Tomografia Computerizzata (TC) o Risonanza Magnetica Nucleare (RMN) (5-6), attraverso l'uso di nuove tecnologie può essere infatti utilizzato in numerose applicazioni innovative di *e-health*.

Applicazioni del file DICOM in *e-health*

Realtà virtuale e aumentata nell'*e-health*

Realtà virtuale e realtà aumentata

La Realtà Virtuale (RV) (7) rappresenta un ambiente interattivo tridimensionale generato da computer. Costituisce un settore della computer grafica, disciplina che riguarda la generazione e manipolazione di immagini per mezzo del computer, e condivide con la computer grafica i concetti di scenario, del punto di vista per l'osservatore e dello spazio visibile.

Nell'approccio classico alla RV, basato sulla geometria dei poligoni, i requisiti di interattività richiedono una ricostruzione in tempo reale (*rendering in real time*) delle scene, degli oggetti e degli eventuali personaggi, ad un elevato *frame rate*; in pratica la capacità di realizzare un flusso continuo di immagini al momento in cui esse sono richieste; mentre i requisiti di realismo richiedono immagini ad elevata risoluzione per mostrare i dettagli dell'immagine.

La RV richiede una immersione dell'utente in un mondo completamente fittizio, dove tutto quello che si percepisce è generato dal computer e dove l'utente si trova in un mondo distinto, isolato da quello reale. Il fine della realtà virtuale è, quindi, quello di simulare un ambiente reale per mezzo di tecnologie elettroniche, sino a dare a chi la sperimenta, l'impressione di trovarsi realmente immerso in quell'ambiente. Per immersione in un ambiente virtuale si intende la sensazione di essere effettivamente in tale ambiente e circondato da esso. È necessario che le interazioni avvengano in tempo reale.

La Realtà Aumentata (RA) si differenzia in modo deciso dalla RV. Le definizioni assegnate alla RA (8) sono molteplici. Una elettiva definizione di RA è stata pensata da Ronald Azuma nel 1997, pioniere del settore. Secondo lo studioso, la realtà aumentata è: la combinazione di mondo reale e oggetti virtuali, con i quali è possibile interagire in tempo reale, e che sono integrati in 3D nel campo visivo dell'utente.

La RA è, quindi, una particolare estensione della realtà virtuale che consiste nel sovrapporre alla realtà percepita dall'utente una realtà virtuale generata dal computer in tempo reale.

Si parla di estensione della realtà virtuale perché nella realtà aumentata l'utente continua a percepire l'ambiente reale, ma a questo possono sovrapporsi e integrarsi delle immagini digitali o dati prodotti *ad hoc* che arricchiscono la realtà di informazioni utili per portare a compimento situazioni complesse, e quindi lo scopo non è quello di sostituire il mondo reale, come tende a fare la RV, ma di estendere la realtà.

L'aggettivo "aumentato" sta a definire proprio l'aumento del livello di conoscenza offerto all'utente sulla realtà circostante: il mondo reale è virtualmente arricchito, con informazioni grafiche, sincronizzate e generate dal computer. Con la RA si aumenta la percezione dell'utente con l'ambiente fornendo informazioni visive che l'utente non potrebbe direttamente rilevare con i propri sensi. L'ambiente reale e virtuale sembrano coesistere e l'utente si può muovere liberamente nella scena, con la possibilità, altresì, di interagire con essa.

Prima di mettere insieme materiale reale e virtuale è ovviamente necessario raccoglierlo in un formato che ne permetta una veloce e corretta elaborazione in funzione del successivo passo di fusione. Tutto ciò fa sì che l'utente abbia la percezione di una singola scena, nella quale le due entità reale e virtuale sono pressoché indistinguibili.

La differenza fondamentale fra RA ed RV consiste in sostanza nel concetto di simulazione utilizzato. La RV ci induce tramite un sistema più o meno immersivo a pensare di vivere una certa realtà ingannando i nostri sensi; tale realtà è completamente generata dal computer.

La RA, differentemente, aggiunge livelli informativi di varia natura a ciò che i nostri sensi percepiscono. In poche parole si tratta di un potenziamento percettivo, basato principalmente sulla generazione di contenuti virtuali da parte di un computer e dalla loro sovrapposizione con la realtà.

Esperienze di realtà virtuale in radiologia digitale

Le attuali immagini diagnostiche (3) rappresentano fedelmente la realtà anatomica delle strutture esplorate. Le nuove modalità grafiche (7-8), come quelle 3D e virtuali, che esaltano aspetti spaziali difficilmente desumibili dagli esami di base (9), consentono di pianificare e attuare correttamente le terapie. L'impatto tecnologico delle attuali immagini diagnostiche è pertanto elevatissimo e costituisce un tassello essenziale dell'iter clinico-decisionale in medicina (2-4). Di seguito sono riportati alcuni esempi non esaustivi di esperienze di realtà virtuale in cui la diagnostica per immagini costituisce supporto della medicina e chirurgia. Un esempio è rappresentato dal progetto LAPIS (*Local Arts Promotion Integrated Strategy*) "La realtà virtuale al servizio della chirurgia del fegato". Il progetto, cofinanziato dalla Regione Puglia nell'ambito del bando Apulian ICT Living Labs – Programma Operativo Fondo Europeo Sviluppo Regionale 2007-2013, è un progetto il cui obiettivo è stato lo studio, la realizzazione e la sperimentazione di un sistema di navigazione spaziale per applicazioni di chirurgia addominale che permetta di assistere gli interventi in laparoscopia ottica, fornendo al chirurgo la visualizzazione 3D del distretto di intervento e le traiettorie degli strumenti operatori in tempo reale; in sostanza un sistema di navigazione per l'interventistica mini-invasiva che utilizza tecniche avanzate di elaborazione delle immagini e di realtà virtuale adattate alle specifiche esigenze della chirurgia del fegato. L'idea è stata quella di utilizzare un sistema di *rendering* spaziale che fornisce dettagli sul distretto di interesse tramite i quali le immagini da TC o da

RMN già disponibili possono essere ricostruite in formato 3D in tempo reale al fine di riprodurre l'anatomia del paziente istante per istante. Il chirurgo ha, mediante questo sistema, la possibilità di vedere in tempo reale la posizione di uno o più strumenti chirurgici in un ambiente virtuale tridimensionale ricostruito a partire dalla scansione tomografica dell'addome, con il vantaggio di aumentare il suo campo di vista rispetto alle procedure tradizionali o con guida endoscopica. L'obiettivo finale è quello di consentire al chirurgo di visualizzare strutture anatomiche difficilmente individuabili durante l'intervento con tecniche tradizionali, a tutto vantaggio della precisione dell'atto chirurgico. Un altro esempio è rappresentato dal *Besta NeuroSim Center* con il progetto *Inpatient Safety On Board (ISOB)*, istituito nel 2009 per aumentare i livelli di sicurezza in sala operatoria adattando e implementando gli stessi protocolli di sicurezza applicati da anni in aviazione in sala operatoria come nella plancia di comando di un aereo. Grazie alle metodologie sviluppate nel centro ogni passaggio di un intervento chirurgico è pianificato al millimetro grazie alla realtà virtuale, provato e riprovato al joystick prima di passare al paziente, per garantire al malato 'sotto i ferri' interventi di massima sicurezza con il minimo livello di rischio. I simulatori computerizzati si basano su quattro macchinari (3 simulatori hi-tech, più un visualizzatore che permette viaggi tridimensionali nei vari distretti del corpo umano) presentati come "i più avanzati disponibili al mondo". L'addestramento permette la formazione di *top gun* del bisturi in grado di eseguire con mano ferma tutta la gamma delle operazioni possibili: dall'asportazione di tumori alla riduzione di aneurismi, dalla craniotomia per l'ingresso nel cervello alla ventricolostomia contro l'idrocefalo. La realtà virtuale diventa quindi una scuola continua per il neurochirurgo e una garanzia per il paziente.

Realtà aumentata in radiologia digitale

Il campo della medicina è stato ed è tuttora uno degli ambiti di ricerca sulla RA più promettente. Un esempio è rappresentato dalle applicazioni di RA in microscopia. Attualmente i microscopi commerciali offrono la possibilità di visualizzare il contorno bidimensionale delle regioni tumorali sovrapposte alla visione reale. Tali contorni sono ottenuti segmentando le immagini TC o RMN del paziente durante un minuzioso lavoro radiologico preoperatorio. Questo risulta limitante per numerosi neurochirurghi poiché delega ad essi il compito di immaginare la struttura tridimensionale dei tumori. Presso l'*Institute for Process, Control and Automation* dell'Università di Karlsruhe (Germania) è stato realizzato il primo prototipo di microscopio in RA (10). È stato pertanto effettuato il primo esperimento di RA applicata alla chirurgia del fegato dove un'equipe medica è stata protagonista del primo intervento di rimozione di un tumore al fegato grazie all'uso di un iPad e di un software basato sulla RA. Grazie alle possibilità offerte dalla tecnologia, i medici sono stati in grado di creare un modello virtuale 3D del piano preoperatorio, solitamente disponibile su carta.

Questo software ha semplificato notevolmente l'operazione; dopo aver scattato una foto al fegato del paziente, l'applicazione ha sovrapposto all'immagine reale un'altra ricavata attraverso immagini digitali con la rappresentazione del sistema vascolare ramificato, le strutture principali del corpo e il tumore da rimuovere.

Navigazione virtuale e la stampa 3D del corpo umano

Grazie alla RV e alla RA si sta assistendo allo sviluppo in medicina sia di sistemi per la navigazione virtuale nel corpo umano, che hanno dato vita sia alla disciplina della diagnostica denominata "diagnostica virtuale", sia allo sviluppo di tecnologie specifiche dette "tecnologie per il virtuale".

Sono pertanto oggi resi possibili:

- navigazione virtuale nel corpo umano;
- addestramento dei chirurghi con metodiche aptiche;
- stampa di parti del corpo umano e/o la simulazione di impianti nel corpo umano.

Navigazione virtuale nel corpo umano

L'endoscopia virtuale è un'estensione delle tecniche di elaborazione tridimensionale delle immagini radiologiche digitali, che consente di visualizzare, da una prospettiva endoluminale, sezioni di organi o strutture cave simulando un endoscopio a fibre ottiche. La prospettiva dell'endoscopia virtuale viene ottenuta elaborando la differenza di attenuazione in TC e di intensità di segnale in RMN tra il contenuto del lume di strutture cave e le strutture o pareti di contenzione. I dati vengono segmentati sulla base di due valori soglia, uno inferiore e uno superiore e rappresentati o cancellati a seconda che siano all'interno o all'esterno dell'intervallo. I diversi tipi di elaborazione richiedono software dedicati. Il processo finale della elaborazione, una volta eseguita la segmentazione, richiede che le superfici esplorate siano rappresentate secondo una prospettiva endoluminale in modo da simulare una visione endoscopica. A questo scopo il programma di elaborazione grafica rappresenta le irregolarità del lume virtuale mediante una gradazione di luci e ombre tenendo conto della prospettiva scelta. Il realismo delle immagini viene ulteriormente accentuato dalla possibilità di modificare, entro certi limiti, l'ampiezza dell'angolo di osservazione virtuale, cioè il campo di vista. Da un punto di vista teorico tutte le strutture anatomiche cave, o meglio, tutte le strutture in cui i due tessuti o sostanze di differente densità o intensità di segnale delimitino cavità virtuali, possono essere esplorate mediante endoscopia virtuale. Allo stato attuale hanno riscontrato maggiori applicazioni cliniche lo studio (a) del grosso intestino, (b) dell'orecchio medio, (c) dei bronchi, (d) delle cavità sinusali, (e) delle vie biliari e (f) delle vie urinarie.

La Colonscopia Virtuale (CV) (9), ad esempio, è una metodica radiologica non invasiva, una procedura endoscopica condotta al computer utilizzando immagini di tomografia computerizzata. Essendo una simulazione computerizzata, a differenza della colonscopia tradizionale, la colonscopia virtuale viene condotta senza l'introduzione nel colon di sonde; la superficie mucosa del colon viene evidenziata come in una animazione grafica, identica a quella di un film realizzato al computer. Alla consolle TC si può effettuare una prima valutazione dei dati acquisiti ma le immagini TC sono poi trasferite su stazione di lavoro dedicata dove il software consente di simulare multiple prospettive tridimensionali del colon di tipo endoscopico. La CV viene condotta mediante navigazione in tempo reale facendo procedere l'endoscopio virtuale all'interno dell'intestino.

Allo stato attuale la CV rappresenta un esame integrativo e non sostitutivo dell'endoscopia tradizionale, tutt'ora espressione del *gold standard* di riferimento nella diagnosi, e spesso della terapia della patologia colo-rettale. La CV non intende quindi proporsi come sostituto dell'approccio endoscopico, specialmente nei pazienti sintomatici, in relazione all'impossibilità di procedere a manovre biottiche o escissionali; può e deve tuttavia considerarsi una recente e valida alternativa diagnostica nella ricerca delle neoplasie e dei polipi clinicamente rilevanti. Gran parte della letteratura attesta intorno al 95-100% la sensibilità della CV nei confronti delle lesioni polipoidi e neoplastiche di dimensioni attorno o superiori al centimetro.

Addestramento dei chirurghi con metodiche aptiche

Non c'è dubbio che la RV sia lo strumento ideale per il training del medico; può fornire infatti un valido strumento di esercitazione evitando di sottoporre il paziente al rischio dell'inesperienza. Ovviamente non tutte le procedure mediche sono simulabili.

Negli ultimi anni, la tendenza della ricerca è stata quella di concentrare le energie su procedure dedicate e sullo studio di base delle caratteristiche dei tessuti umani. Una nuova forma di educazione medica è diventata possibile realizzando dalle immagini radiologiche del paziente, attraverso l'elaborazione dei dati in ingresso (immagini DICOM), realistici modelli 3D degli organi al fine di ottenere una sorta di clone digitale del paziente reale e sperimentare vari scenari chirurgici senza che questi corra alcun rischio. La miniaturizzazione degli strumenti chirurgici e l'introduzione dei robot, inoltre, consentono di rendere le operazioni sempre meno invasive, aumentando l'efficienza del chirurgo e riducendo sensibilmente il periodo di convalescenza del paziente. Uno dei settori della robotica più attivi, dal punto di vista della ricerca, è quello rappresentato dalle cosiddette interfacce aptiche, o *display* aptici.

Aptico, dal greco *apto* che significa tocco, è un qualsiasi dispositivo comandato o che ha a che fare con il tatto.

Un'interfaccia aptica è quindi un dispositivo che permette di manovrare un robot, reale o virtuale, e di riceverne delle sensazioni tattili in risposta (retroazione o *feedback*).

Questo tipo di tecnologia è attualmente impiegata in moltissimi settori, e appaiono sempre più evidenti i vantaggi dell'uso congiunto anche con i robot in medicina per effettuare operazioni chirurgiche anche molto delicate o semplicemente per ridurre il rischio di infezioni. Un esempio è rappresentato dagli interventi chirurgici a distanza, ove il chirurgo, a volte lontano centinaia di chilometri può, indossando guanto e casco, visualizzare il corpo del paziente proprio come se fosse davanti a lui, potendolo operare senza alcun rischio. Attraverso la chirurgia robotica è possibile correggere in tempo reale un eventuale tremore della mano, effettuare movimenti precisi e monitorare la temperatura dei tessuti.

Tutto ciò si traduce in vantaggi concreti per il malato: il robot, effettuando incisioni sempre più piccole, riduce la possibilità di complicanze post-operatorie e il rischio di infezioni e garantisce un recupero in tempi più rapidi.

Stampa di parti del corpo umano e/o la simulazione di impianti nel corpo umano

La tecnologia CAD/CAM è una tecnica computerizzata che permette di ottenere un oggetto tridimensionale a partire da un disegno vettoriale eseguito al computer che sta riscontrando importanti potenzialità nell'*e-health*.

I due acronimi CAD e CAM stanno, rispettivamente, per *Computer Aided Design* e *Computer Aided Manufacturing*, ovvero disegno assistito dal computer e produzione assistita dal computer. Anche il *Computer Aided Equipment* (CAE) sta riscontrando importanti potenzialità nell'*e-health* come ad esempio nella simulazione pre-progetto. La realizzazione dei prodotti 3D è resa possibile grazie alla tecnologia CAD/CAM che consta di due fasi: progettazione (fase CAD) e produzione (fase CAM), che si ottengono grazie a computer che dialogano con macchine che realizzano il prodotto finale (1-6).

La fase di progettazione consiste nell'acquisizione delle immagini attraverso:

- la scansione realizzata con appositi macchinari (scanner), che è il metodo principale per la realizzazione dei modelli virtuali utilizzati nella tecnica CAD; il risultato è un modello virtuale, cioè un disegno in tre dimensioni, che riproduce fedelmente ciò che è stato scansionato;
- l'acquisizione dei dati DICOM ovvero dei dati provenienti da TC o RMN attraverso i quali è possibile ottenere una riproduzione virtuale, ad esempio, delle ossa del paziente, quindi di parti anatomiche non visibili direttamente.

Nata negli anni '60 del secolo scorso, questa tecnologia è oggi utilizzata nell'industria per la produzione di un'infinità di oggetti ed è prepotentemente entrata anche in vari ambiti come ad esempio quello dentale, nel quale è probabile che in brevissimo tempo diventi uno degli standard più diffusi.

Senza entrare nel dettaglio, si pensi solo che oggi, ad esempio, è possibile acquisire un'immagine della morfologia craniale del paziente attraverso la TC o un esame analogo, rilevare tramite scansione la morfologia delle arcate, mettere in masticazione i modelli virtuali e simularne i movimenti attraverso un articolatore, anch'esso virtuale, quindi realizzare la protesi con sistemi CAM fornendo al clinico tutto il necessario per una protesi a supporto implantare (dime e protesi finita) e/o un ambiente di simulazione chirurgica di un impianto di un dispositivo medico dentale particolare, ancora prima che sia stata praticata la prima incisione con il bisturi. La simulazione virtuale della chirurgia ha, quindi, come obiettivi quello di verificare che gli spostamenti programmati siano effettivamente realizzabili e quello, ad esempio, di ottenere una posizione delle arcate che sia in accordo con gli spostamenti chirurgici in modo da poter costruire uno *splint* che verrà usato durante l'intervento chirurgico. Una volta terminata ad esempio la progettazione CAD, il computer produce un file in stereolitografia (STL), che può essere utilizzato per la fresatura CAM o la stampa 3D. Grazie all'ambiente di simulazione di intervento CAE, utilizzando il file DICOM da TC e un database con librerie di dispositivi medici impianti dentali in STL è pertanto anche possibile minimizzare i rischi durante l'intervento. Il processo di stampa 3D è un sistema con il quale si realizza un dispositivo con una tecnica per addizione, stampandolo a strati. Il software di stampa trasforma l'oggetto 3D del file STL in una serie di strati singoli che poi stampa deponendo su un piano dei sottilissimi strati del materiale che costituirà l'oggetto. Alla fine si otterrà l'oggetto originale come se lo si ricomponesse con cura deponendone una fetta sopra all'altra. La sorprendente precisione della stampa 3D permette una precisione senza precedenti che può sfiorare la soglia di errore di circa 0,1 mm permettendo una perfetta compatibilità di inserimento con il corpo del paziente. La stampante 3D realizza le protesi come se fossero pezzi mancanti di un puzzle tridimensionale, così poi si incastrano esattamente dove i chirurghi asportano la parte d'osso malata. All'Istituto Ortopedico Rizzoli a partire dal 2015 sono stati eseguiti degli impianti basati su stampa 3D. Alcuni pazienti presentavano gravi problemi al bacino dovuti ad esempio a tumori. Le nuove ossa 3D in titanio, progettate su misura con i dati ottenuti dalla TC e dalla RMN, si adattano perfettamente all'anatomia di ognuno di loro, offrendo una migliore deambulazione.

Conclusioni e prospettive future

Grazie al favoloso sviluppo della radiologia digitale e delle tecnologie correlate sopra illustrate è oggi possibile ottenere nuovi prodotti/servizi di *e-health* in ambito sanitario, tali prodotti/servizi (P/S) possono essere di aiuto nella diagnostica attraverso processi di simulazione e/o di modellizzazione e vengono generati con applicazioni specifiche a partire dai seguenti input:

- file nello standard DICOM e all'occorrenza file nello standard STL;
- file nello standard STL provenienti da CAM come ad esempio nell'ortopedia e nell'odontoiatria.

Il lavoro si è focalizzato sull'analisi di questi P/S. Una possibile categorizzazione di questi P/S può essere la seguente:

- presentazioni di scenari di RV;
- presentazione di scenari di RA;
- integrazione con modelli CAM in STL;
- simulatori di implantologia (come nel caso dell'odontostomatologia);
- stampa 3D di organi quali ossa.

La disponibilità di tali nuovi P/S ci interroga sulla necessità di creare nuove figure professionali fortemente specializzate in questi settori di produzione di P/S CAE-CAD-CAM. Stanno nascendo attorno a queste innovazioni tecnologiche provenienti dalla radiologia digitale nuovi scenari lavorativi, nuove funzioni ospedaliere (con annesse connessioni funzionali e flussi operativi specifici) assieme a nuove figure professionali con relative *job description*.

Un esempio di una ipotetica nuova funzione ospedaliera è riportato in Figura 1. Tale funzione o Unità Operativa (UO) potrebbe essere denominata unità di Modellizzazione e Simulazione (MESI) e connessa ai processi manageriali e informativi darebbe come output P/S CAE-CAD-CAM.

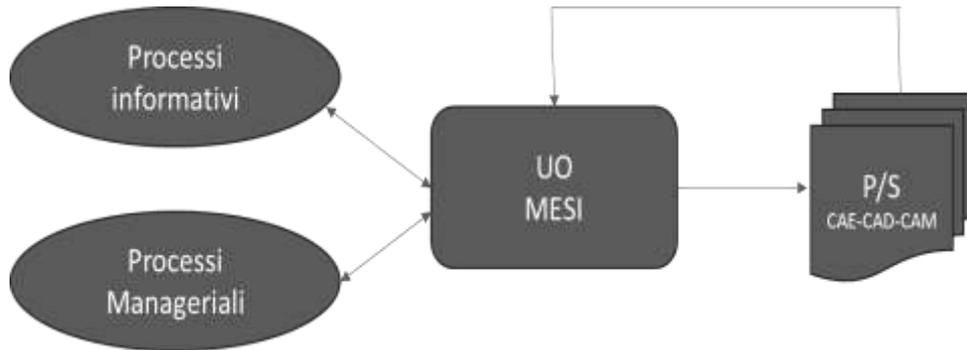


Figura 1. Proposta della funzione ospedaliera MESI

A titolo di esempio, ipotizzando una richiesta di stampa 3D delle ossa del cranio, tale flusso tra le funzioni ospedaliere coinvolte nello specifico potrebbe essere in estrema sintesi quello riportato in Figura 2.

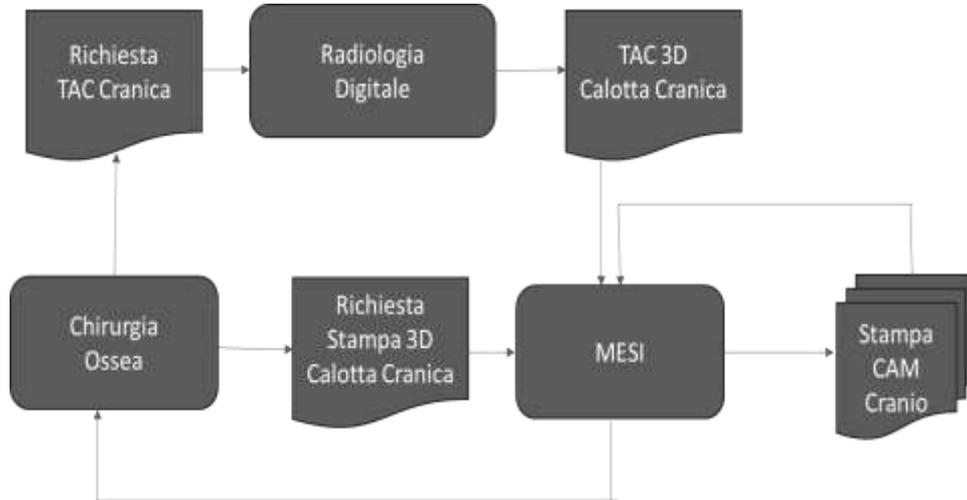


Figura 2. Flusso di attività associato a MESI nel caso della stampa 3D di un cranio

Un ulteriore esempio più articolato riguarda la generazione di un P/S CAE-CAD-CAM relativo alla simulazione in implantologia in odontoiatria.

Tale flusso prevede l'accesso ad un database di modelli STL forniti dai produttori di impianti dentali in odontostomatologia (Figura 3). Il flusso, pertanto, comprende, in questo caso tre ingressi alla funzione MESI dalle altre funzioni ospedaliere.

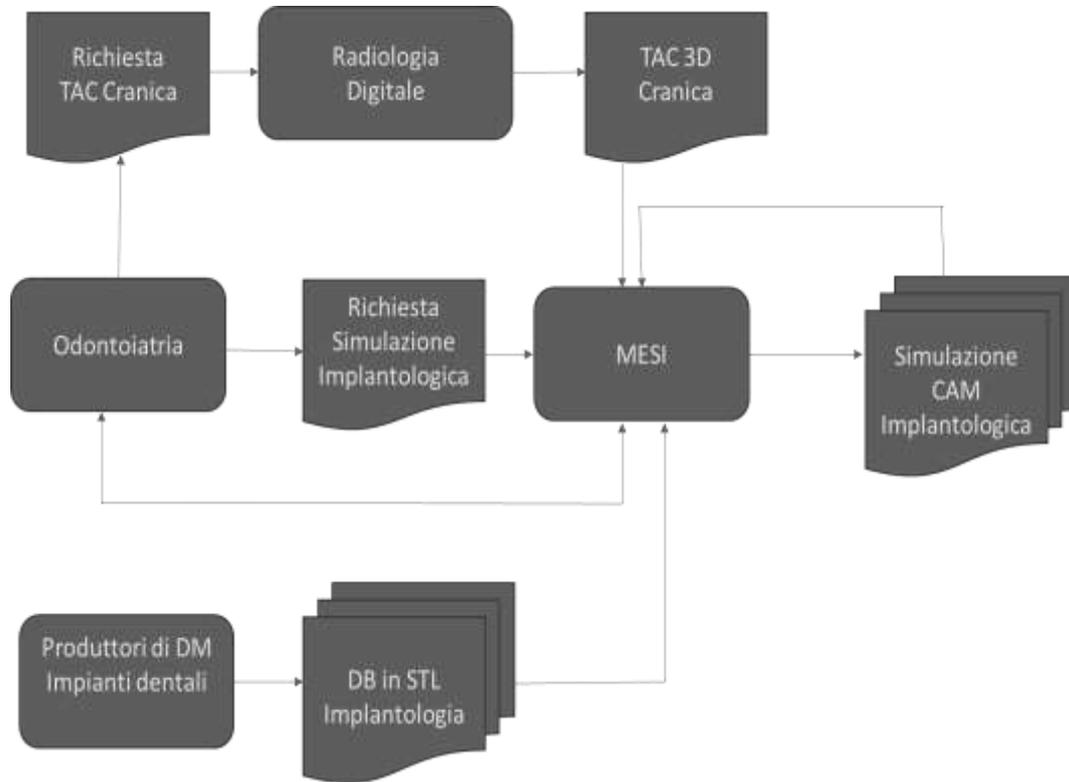


Figura 3. Flusso di attività associato a MESI nel caso della realizzazione di un P/S di simulazione CAM in implantologia

Bibliografia

1. Giovagnoni A, Golfieri R, Maggi S. PACS Principi generali e guida all'uso. *Giornale di Radiologia Medica* 2004;107(3, Suppl. 1):1-72.
2. Mazzucato F. *Anatomia radiologica, tecnica e metodologia propedeutiche alla diagnostica mediante immagini*. Roma: Ed. Piccin; 1997.
3. Capaccioli L, Villari N. *Elementi di diagnostica per immagini*. Bologna: Ed. Esculapio; 2014.
4. Faggioni L, Paolicchi F, Marinelli M. *Elementi di tomografia computerizzata*. Berlino: Ed. Springer; 2010.
5. Prokop M, Galanki M. *Tomografia computerizzata spirale e multistrato*. Bologna: Ed. Bonomo; 2006.
6. Lombardi M, Bartolozzi C. *Risonanza magnetica del cuore e dei vasi*. Berlino: Ed. Springer; 2004.

7. Morganti F, Riva G. *Conoscenza, comunicazione e tecnologia: aspetti cognitivi della realtà virtuale*. Milano: Led Edizioni Universitarie; 2006.
8. Di Martino AR. *Applicazioni di Interfacce aptiche e Realtà Aumentata in ambiti di manutenzione industriale, formazione, medicina e beni culturali*. [Tesi di dottorato]. Salerno: Università degli Studi di Salerno, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali; 2010.
9. Caprotti A. *La colonografia virtuale con TC multistrato*. Berlino: Ed. Springer; 2005.
10. Aschke M, Wirtz CR, Kunze S. Augmented reality in operating microscopes for neurosurgical interventions. In: Wolf LJ, Strock JL (Ed.). *1st International IEEE EMBS Conference on Neural Engineering 2003, Proceedings*. Capri Island, Italy; March 20-22, 2003. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2003. p. 652-5.

RADIOLOGIA ED ECOGRAFIA DOMICILIARE: COSA NE PENSA IL CITTADINO DELLE NUOVE OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO

Daniele Giansanti (a), Andrea Virili (b), Maria Rosaria Giovagnoli (b)
(a) *Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma*
(b) *Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma*

Nuove opportunità della radiologia domiciliare

Lo studio si focalizza sulla continuità della cura e dell'assistenza domiciliare e affronta da un lato (a) le innovazioni tecnologiche e le potenzialità apportate dalla radiologia domiciliare, dall'altro (b) uno studio di fattibilità basato su un questionario propriamente disegnato. Il contributo pertanto affronta le peculiarità della radiologia domiciliare, che è una metodica che permette di effettuare esami di tipo radiologico (e recentemente anche ecografico) al domicilio del paziente e che appartiene alla branca della teleradiologia. L'attività di radiologia domiciliare (1-2) è rivolta a tutti, con maggior riguardo a pazienti geriatrici, oncologici, psichiatrici o comunque a pazienti in condizioni tali per cui il trasferimento in ospedale potrebbe essere obiettivamente difficoltoso. Pertanto il servizio di radiologia domiciliare o di ecografia domiciliare è offerto e volto a garantire i seguenti benefici:

1. *Sanitario*

l'ospedalizzazione rappresenta sempre e comunque un rischio per il paziente per via del trasporto, dell'attesa e dei possibili potenziali contagi;

2. *Ottimizzazione delle risorse*

la prestazione domiciliare consente un risparmio di costi e una ottimizzazione delle risorse ospedaliere; infatti il trasporto del paziente ha un costo sia per il servizio sanitario sia per i familiari che lo devono necessariamente accompagnare che si devono pertanto allontanare dal posto di lavoro; nel contempo i centri di radiologia possono essere utilizzati per altri esami;

3. *Relazionale e psicologico*

facendo l'esame a casa i pazienti sono più tranquilli; ne migliora la relazione con i professionisti e l'impatto psicologico.

In Italia, questo tipo di servizio risulta offerto al momento dello studio (2015) quasi esclusivamente da enti privati, fanno eccezione l'Associazione Nazionale Tecnici di Radiologia Medica Volontari sezioni di Messina e di Andria che offrono questo servizio di volontariato collaborando con le Aziende Sanitarie Locali e le esperienze della regione Piemonte (<http://www.radiologiadomiciliare.it/>).

Obiettivo

Il presente lavoro riporta in dettaglio uno studio di fattibilità relativo alla radiologia domiciliare. L'elemento cardine dello studio è rappresentato da un questionario fornito al paziente (cliente potenziale del servizio) su base volontaria, nell'ambito di esami condotti in una unità operativa tradizionale di radiologia (produttore del servizio). Tale questionario è stato progettato con lo scopo di indagare sulla potenziale accettazione di un sistema di radiologia domiciliare e acquisire eventuali informazioni sulle necessarie attività di *tuning* dell'idea.

Studio di fattibilità

Strumento: Il questionario

Al fine di investigare le conoscenze e le aspettative della popolazione sulla potenziale implementazione di un sistema di radiologia domiciliare è stato predisposto un questionario specifico (Allegato al capitolo). Tale questionario:

- prende in considerazione sesso, età e formazione scolastica dei soggetti;
- raccoglie dati attraverso delle domande a risposta gradata relative a conoscenze di base di informatica, telemedicina, teleradiologia, radiologia domiciliare;
- dopo una breve illustrazione delle tecnologie relative alla radiologia domiciliare raccoglie dati attraverso domande a risposta gradata relative alle opinioni sull'implementazione di un sistema per la radiologia domiciliare compresa la realizzazione di una unità operativa.

Outcome dello studio

Analisi dei risultati

Sono stati reclutati 15 partecipanti, 8 maschi e 7 femmine (Figura 1), di età compresa tra 20 e 71 anni (Figura 2). Tale studio è stato condotto presso l'Università Sapienza di Roma, Facoltà di Medicina e Psicologia nel 2015.

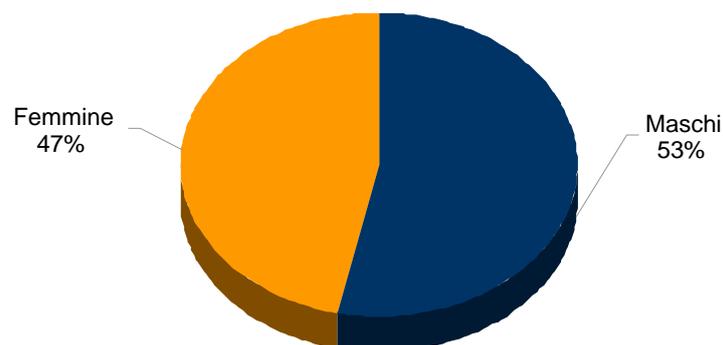


Figura 1. Partecipanti allo studio condotto nel 2015 divisi per sesso

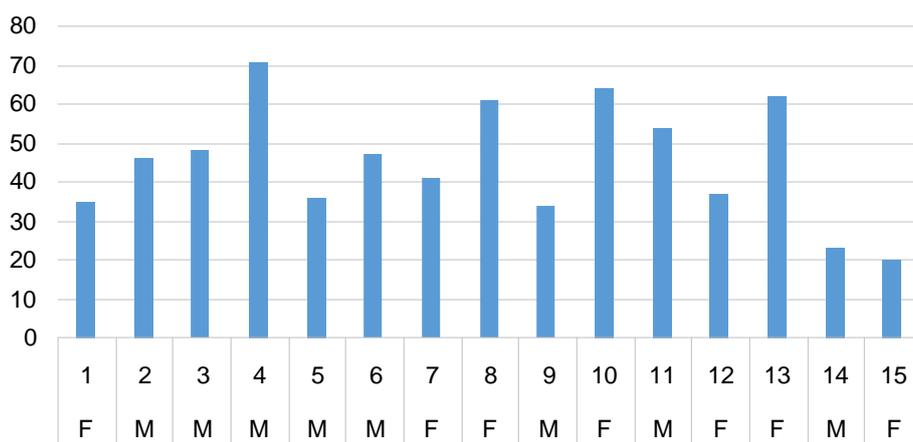


Figura 2. Distribuzione dell'età dei partecipanti allo studio condotto nel 2015

Per quanto riguarda la formazione si è proceduto con il reclutamento di soggetti con una formazione medio/alta; in particolare sono stati reclutati 6 soggetti con diploma di medie superiori e 9 soggetti con laurea di primo livello (Figura 3).

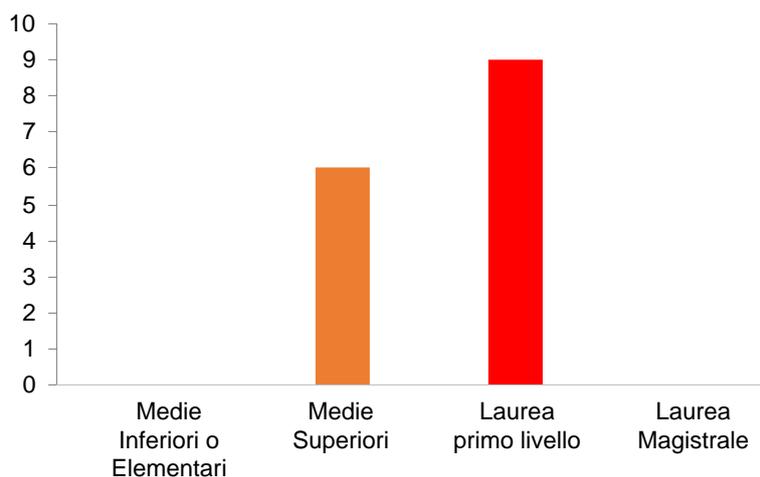


Figura 3. Distribuzione della formazione dei 15 partecipanti allo studio condotto nel 2015

Per semplicità di lettura tutte le domande sono state riportate nel corpo del testo. Le risposte alla prima batteria di 4 domande a risposta gradata – dal valore 1 (conoscenza scarsa) a 4 (conoscenza eccellente) – sono state particolarmente interessanti:

- D1 → Qual è il grado di conoscenza informatica che hai?
- D2 → Qual è il grado di conoscenza relativo alla telemedicina?
- D3 → Qual è il grado di conoscenza relativo alla teleradiologia?
- D4 → Qual è il grado di conoscenza sulla radiologia domiciliare?

È emerso che i soggetti consultati, pur dichiarando di avere conoscenze informatiche mediamente alte, in riferimento alla domanda D1, in realtà hanno (Figura 4):

- una scarsa conoscenza sulla telemedicina (risposta a D2);
- una conoscenza quasi nulla sulla teleradiologia (risposta a D3);
- nessuna conoscenza sulla radiologia domiciliare (risposta a D4);

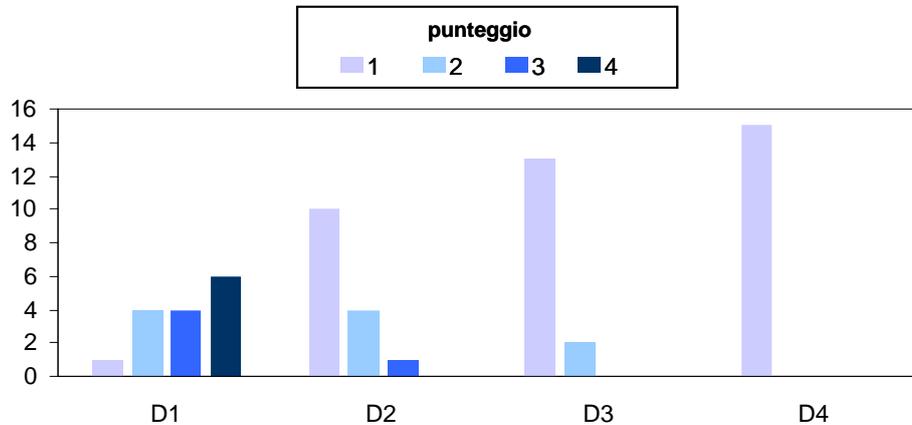


Figura 4. Conoscenze su informatica (D1), telemedicina (D2), teleradiologia (D3) e radiologia domiciliare (D4) e relativo punteggio assegnato dai partecipanti allo studio del 2015 in una scala da 1 (conoscenza scarsa) a 4 (conoscenza eccellente)

Dopo un'illustrazione relativa alla radiologia domiciliare si è passati all'ultima batteria del questionario, con due domande a risposta gradata e una a risposta a quattro scelte ripetibili.

Le due domande a risposta gradata sono state le seguenti:

D5 → Pensi che possa essere utile la radiologia domiciliare ?

D6 → Pensi che possa essere utile una unità operativa (UO) per la radiologia domiciliare?

Questa sezione del questionario ha mostrato che, dopo l'illustrazione della tecnologia, i soggetti intervistati si sono mostrati interessati alla problematica, dando delle valutazioni gradate molto alte come illustrato nella Figura 6.

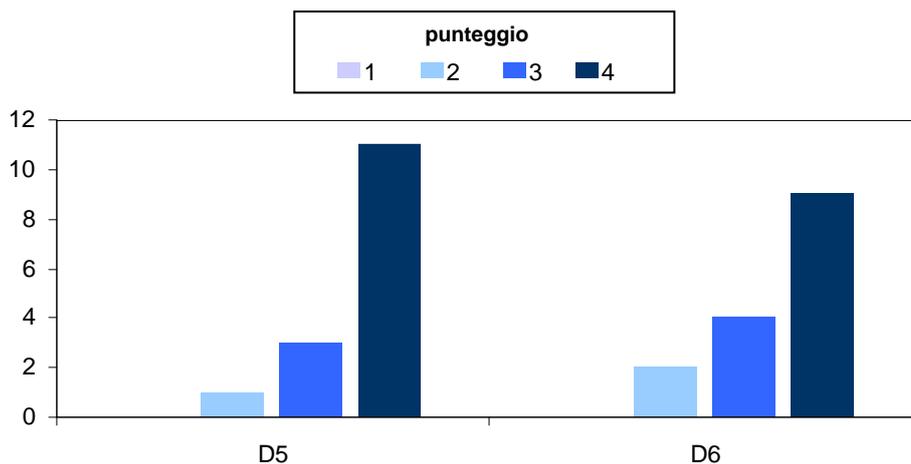


Figura 6. Opinione su utilità della radiologia domiciliare (D5); implementazione di una UO di radiologia domiciliare (D6) sulla base del relativo punteggio assegnato dai partecipanti allo studio del 2015 in una scala da 1 (conoscenza scarsa) a 4 (conoscenza eccellente)

Le motivazioni che hanno espresso gli intervistati sono state riportate nella domanda con risposta con oggetto a 4 scelte ripetibili (Figura 7):

D7 → Indica perché ritieni utile la radiologia domiciliare?

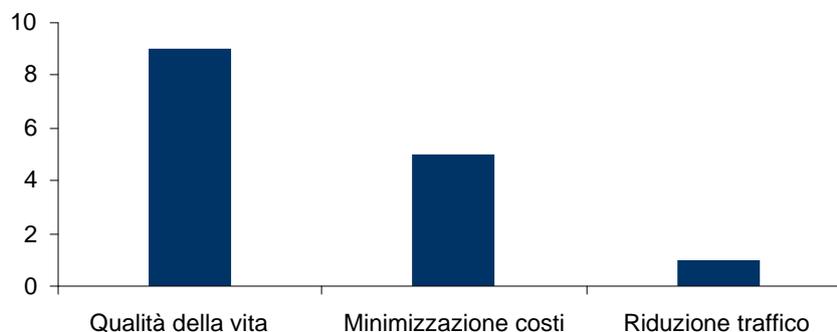


Figura 7. Motivazioni sull'utilità della Radiologia Domiciliare D7 come espresso dai 15 partecipanti allo studio del 2015 (era possibile indicare più di una scelta)

Evidenze e problematiche emergenti

Lo studio evidenzia:

- la necessità di creare una vera e propria funzione ospedaliera o unità operativa di radiologia domiciliare con delle specifiche connessioni funzionali ai processi manageriali e informativi ospedalieri.
- lo stato di percezione del cittadino sull'utilità di un sistema di radiologia domiciliare; infatti dai questionari somministrati a 15 cittadini con formazione medio-alta è emerso che nonostante le conoscenze sulla telemedicina e teleradiologia siano piuttosto deficitarie:
 - è presente un alto interesse verso la tecnologia (dopo una breve illustrazione delle potenzialità)
 - è presente un alto gradimento su scenari implementativi (dopo una breve illustrazione delle potenzialità).

Si evidenzia come le professionalità coinvolte nella radiologia domiciliare dovranno lavorare attorno all'atto clinico radiologico e la pratica della radiologia domiciliare non dovrà in alcun caso giustificare l'omissione o la degradazione qualitativa dell'atto. L'atto clinico, si ricorda, consta di una serie di momenti strettamente interdipendenti, che vanno garantiti anche in teleradiologia che comprende la radiologia domiciliare. Attualmente l'atto clinico è garantito da un team multi professionale composto da:

- a) medico richiedente l'esame (medico di base o geriatra);
- b) tecnico sanitario di radiologia medica;
- c) medico radiologo che controlla il processo in telegestione e referta l'esame.

Ogni professionista è responsabile degli atti e dei processi nei quali è chiamato ad intervenire in accordo alle linee guida dell'ISS (Rapporti ISTISAN 10/44 e 13/38) (3, 4).

Domanda agli stakeholder

Viviamo oggi una realtà sanitaria decisamente eterogenea, esistono dei piccoli ospedali ma anche delle grandi realtà distribuite su vasti territori.

È verso queste grandi realtà che gli stakeholder, in particolare, dovranno rivolgere attenzione per la creazione di queste funzioni o unità operative dedicate alla radiologia domiciliare.

Bibliografia

1. Sawyer RH, Patel U, Horrocks AW. Domiciliary radiography: an important service? *Clin Radiol* 1995;50(1):51-5
2. Robson AM. A country practice's use of domiciliary radiology. *Practitioner* 1984;228(1393):633-6.
3. Gruppo di Studio per l'Assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica ed Interventistica (Ed.). *Linee guida per l'assicurazione di qualità in teleradiologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2010. (Rapporti ISTISAN 10/44).
4. Orlacchio A, Romeo P, Inserra MC, Grigioni G, Giansanti D (Ed.). *Guidelines for quality assurance and technical requirements in teleradiology. English translation and revision of Rapporti ISTISAN 10/44*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013. (Rapporti ISTISAN 13/38)

Allegato al capitolo

QUESTIONARIO SULLA RADIOLOGIA DOMICILIARE

Premessa per consenso trattamento dati

Il seguente questionario è facoltativo. I dati forniti verranno gestiti in modo anonimo e utilizzati unicamente in un procedimento di raccolta e analisi nell'ambito di una tesi di laurea.

Nome (facoltativo)

Cognome (facoltativo)

Età Sesso M F

Istruzione

Medie inferiori o elementari

Medie superiori

Laurea primo livello

Laurea magistrale

Rispondere indicando un valore da 1 (basso valore) a 4 (massimo valore)

1) Qual è il grado di conoscenza informatica che hai

1 2 3 4

2) Qual è il grado di conoscenza relativo alla Telemedicina

1 2 3 4

3) Qual è il grado di conoscenza relativo alla Teleradiologia

1 2 3 4

4) Qual è il grado di conoscenza sulla Radiologia Domiciliare ?

1 2 3 4

Dopo un'eventuale illustrazione della Radiologia Domiciliare

5) Pensi che possa essere utile la Radiologia Domiciliare

1 2 3 4

6) Pensi che possa essere utile una Unità Operativa per la Radiologia Domiciliare ?

1 2 3 4

Se hai risposto da 2 compreso in su alla domanda 5

7) Indica perché ritieni utile la Radiologia Domiciliare. Si può dare anche più di una risposta

Qualità della vita

Minimizzazione dei costi

Riduzione traffico

Altro

Commento libero

.....

.....

UTILIZZO DELLA RADIOLOGIA DIGITALE NEL TERRITORIO: UN ESEMPIO DI ARCHITETTURA DI SISTEMA E APPLICAZIONE DELLA TELERADIOLOGIA

Gianluca Esposito

Azienda USL Toscana Sud Est, Diagnostica per Immagini, Orbetello (GR)

Introduzione

I cambiamenti demografici a cui abbiamo assistito in questi ultimi anni hanno enormemente modificato i bisogni di salute della popolazione, vi è infatti una crescente quota di anziani i quali manifestano un numero sempre maggiore di patologie croniche; questo impone una rivalutazione organizzativa e strutturale della rete di assistenza sanitaria in ambito ospedaliero ma soprattutto in ambito territoriale. La spesa sanitaria, infatti, ha un elevato peso sul bilancio dello Stato, più specificatamente delle regioni, e le politiche di risparmio mal si conciliano con il bisogno di salute collettivo. Un grande aiuto, per poter continuare ad erogare servizi sanitari di qualità ai cittadini bisognosi, limitando nel contempo il lievitare della spesa sanitaria, viene senz'altro offerto dalle tecnologie di ultima generazione. Queste, infatti, consentono di spostare il fulcro dell'assistenza sanitaria dall'ospedale al territorio, permettendo l'adozione di modelli assistenziali pensati per facilitare l'accesso del cittadino alle prestazioni sanitarie. La telemedicina, in questa ottica, è un prezioso strumento che concilia il bisogno di salute con un occhio attento alla spesa sanitaria. In questo lavoro, svolto in ambito di una tesi di laurea (1) ci si focalizza sull'esperienza di utilizzo della teleradiologia per la telediagnosi nella ex Unità Sanitaria Locale (USL) 9 di Grosseto, inserita nel vasto contesto territoriale di competenza dove la telemedicina è uno strumento appropriato. La provincia di Grosseto, infatti, è la più vasta della regione Toscana, è prevalentemente collinare e si estende dalle pendici delle Colline Metallifere fino al confine con il Lazio. È un territorio decisamente vario che offre sia scenari di montagna che collinari, marittimi e lacustri e non nasconde affatto le insidie che si possono presentare in un così ampio ventaglio di possibilità. Dal 1° gennaio 2016 è stata costituita l'Azienda USL Toscana Sud Est che subentra, con successione a titolo universale in tutti i rapporti giuridici attivi e passivi, alle Aziende USL 7 di Siena, USL 8 di Arezzo e USL 9 di Grosseto, ereditandone il territorio di competenza nonché l'attuale struttura assistenziale. In questo lavoro si fa riferimento alla ex USL 9 di Grosseto attiva nel periodo relativo alla realizzazione dello studio nel 2011-2013.

Dotazione tecnologica

La rete *World Area Network* (WAN), utilizzata dalla ex USL 9 di Grosseto, è fornita e realizzata da Telecom Italia; il nome del prodotto è RTRT*3. La regione Toscana finanzia direttamente il collegamento tramite questa rete di 83 sedi di Intranet regionale, aziende sanitarie e aziende ospedaliere. Tutti i collegamenti sono in fibra ottica con velocità di banda da 10 Mbps a 1 Gbps. Tutti gli stabilimenti ospedalieri dispongono di un collegamento, realizzato in fibra ottica, con la sede centrale situata presso lo stabilimento ospedaliero di Grosseto ad almeno 100 Mbps. In Figura 1 è riportato il flusso di lavoro operativo del *Radiology Information System* (RIS).

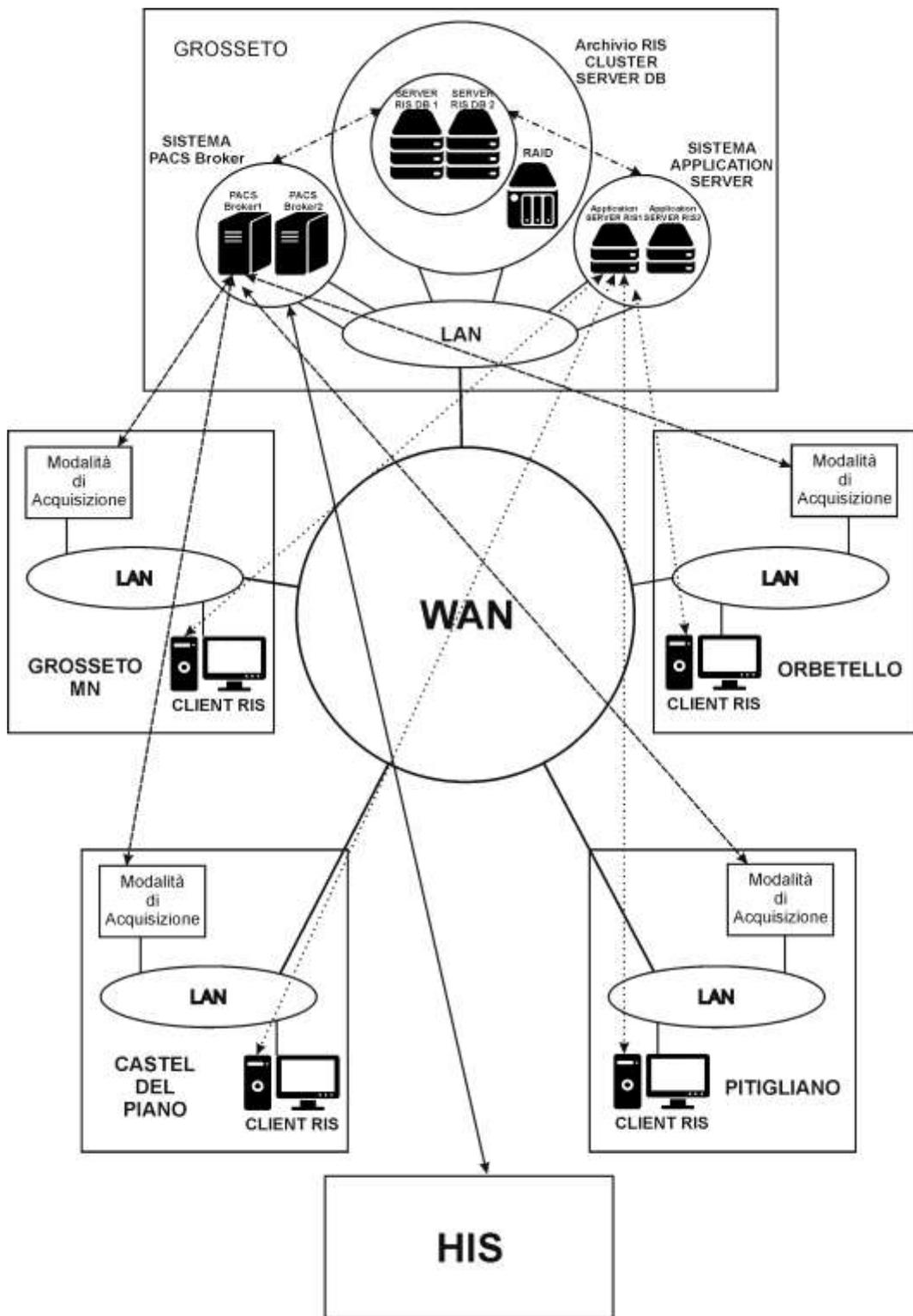


Figura 1. Flusso operativo del RIS implementato nella ex USL 9 Grosseto nel 2011-2013

In Figura 2 è riportato il flusso operativo del PACS (Picture Archiving and Communication System).

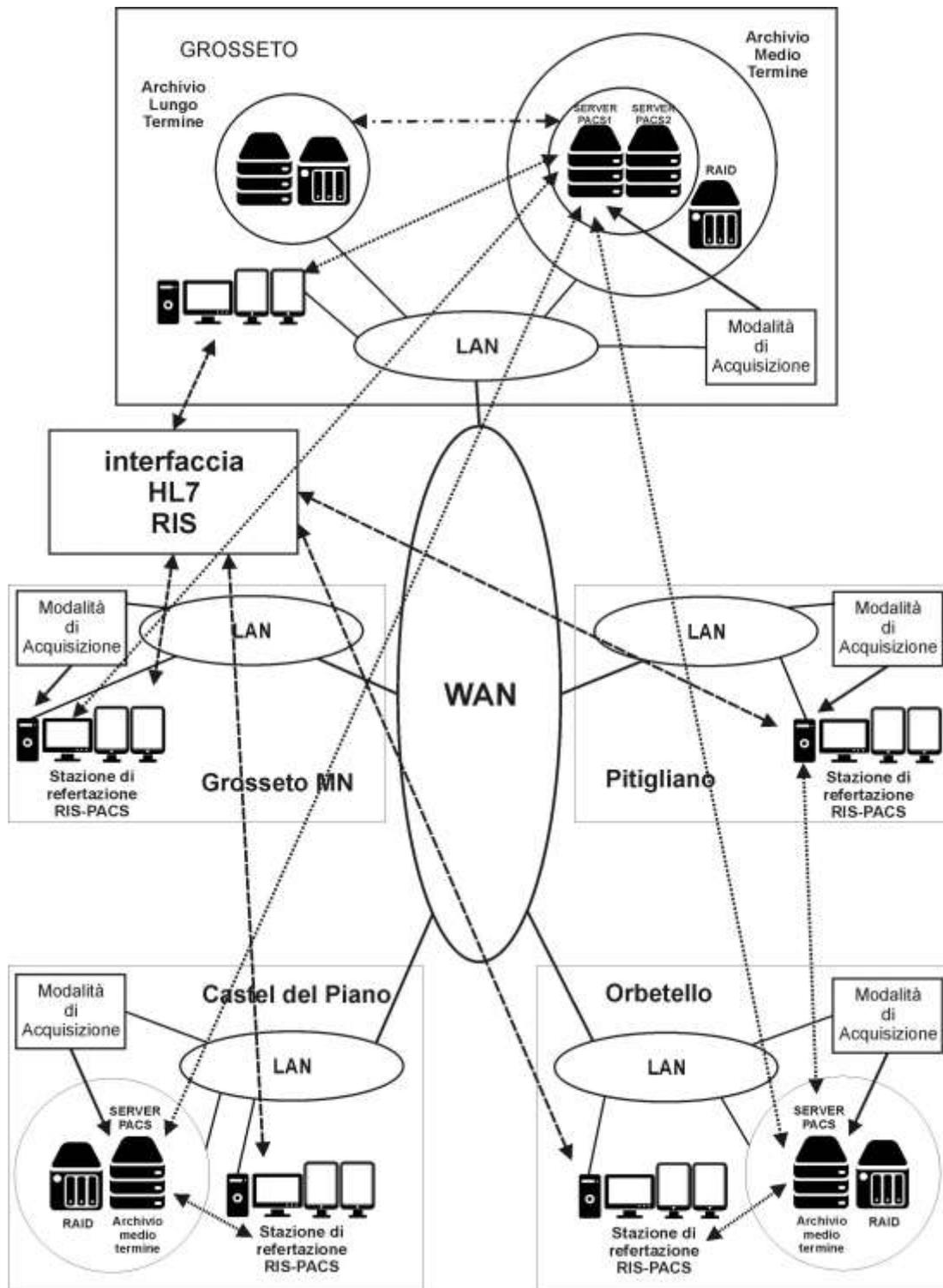


Figura 2. Flusso operativo del PACS implementato nella ex USL 9 Grosseto nel 2011-2013

Il RIS è fisicamente suddiviso in (a) *Database RIS*, che contiene tutti i dati paziente e i referti e comprende anche il *Database Server* che è costituito da 2 server clusterizzati e un raid; (b) *Application RIS*, che si occupa di gestire il software applicativo web. Il PACS Broker è il sistema che riceve dal Sistema RIS le liste dei prenotati e trasmette agli utenti del sistema. Il sistema PACS Broker è costituito da due server PACS Broker 1 e 2. Il PACS Broker 2 funziona da back-up del PACS Broker 1. Dallo schema si nota che tutti i server a servizio dell'applicativo RIS sono stati centralizzati a Grosseto e i Client RIS dello stesso, puntano tramite la rete *Local Area Network (LAN)* all'*Application Server 1* che a sua volta accede al sistema RIS CLUSTER SERVER Database. I Client RIS di tutti gli altri stabilimenti ospedalieri invece, per raggiungere l'*Application Server 1* devono poter accedere alla rete LAN ma anche alla WAN. Il sistema PACS Broker (PACS Broker 1 e 2) preleva la lista degli esami accettati dal sistema RIS CLUSTER SERVER Database e le modalità di acquisizione interrogano il PACS Broker 1 richiedendo la propria lista di lavoro.

Il sistema PACS della ex USL 9 di Grosseto, installato nel 2008, comprende sette archivi a medio termine e uno a lungo termine.

Gli archivi a medio termine Direct View sono rappresentati da:

1. *Work Flow Manager Server Cluster* di Grosseto (la radiologia nel complesso);
2. *Work Stand Alone Storage Manager* di Grosseto MN (Medicina Nucleare);
3. *Work Flow Manager Satellite* di Massa Marittima;
4. *Work Stand Alone Storage Manager* di Follonica;
5. *Work Flow Manager Satellite* di Orbetello;
6. *Work Stand Alone Storage Manager* di Pitigliano;
7. *Work Flow Manager Satellite* di Castel Del Piano.

L'*archivio a lungo termine* è costituito dall'*Archivio Centricity Long Term Storage Manager* di Grosseto.

Il normale flusso delle immagini, all'interno del sistema PACS può essere schematicamente descritto come di seguito.

Le immagini prodotte dalle varie modalità d'acquisizione dell'Unità Operativa (UO) di diagnostica per immagini di Orbetello, vengono inviate all'*Archivio Direct View Work Flow Manager Satellite* di riferimento (freccia continua). In seguito, viene effettuato il *forwarding* automatico delle immagini all'*Archivio Direct View Work Flow Manager Server Cluster* di Grosseto (freccia punteggiata) e all'*Archivio Centricity Long Term Storage Manager* di Grosseto (freccia punto linea).

Le stazioni di refertazione Diagnostic Workstation provvedono a recuperare le immagini precedenti dall'archivio più vicino e quindi, secondo il seguente ordine:

- *Direct View Work Flow Manager Satellite* di Orbetello (freccia punteggiata);
- *Direct View Work Flow Manager* di Grosseto (freccia punteggiata);
- *Centricity Long Term Storage Manager* di Grosseto (freccia punto linea).

Le immagini prodotte a Pitigliano vengono inviate all'*Archivio Direct View Storage Manager* locale (freccia continua) e da lì all'*Archivio Direct View Work Flow Manager Satellite* di Orbetello (freccia punteggiata), al *Direct View Work Flow Manager* di Grosseto (freccia punteggiata) e infine, al *Centricity Long Term Storage Manager* (freccia punto linea). Le stazioni di refertazione provvedono a recuperare le immagini precedenti dall'archivio più vicino secondo il seguente ordine:

- *Direct View* di Pitigliano;
- *Direct View Work Flow Manager Satellite* di Orbetello (freccia punteggiata);
- *Direct View Work Flow Manager* di Grosseto (freccia punteggiata);
- *Centricity Long Term Storage Manager* di Grosseto (freccia punto linea).

Teleradiologia

Come noto (1-4) la teleradiologia (TR), quando le risorse lo consentono, rappresenta una valida soluzione per ottimizzare l'attività del Servizio Sanitario Nazionale.

Nel caso in cui il presidio ospedaliero non sia unico ma dislocato su più sedi distanti qualche chilometro, è importante essere provvisti anche di un efficiente sistema teleradiologico interno.

L'utilizzo di un sistema basato su un web browser per la navigazione e la visualizzazione online di database multimediali, di immagini mediche e dati clinici può rappresentare una soluzione ideale facendo risparmiare tempo al medico.

Per il trasferimento di immagini radiologiche è naturalmente indispensabile osservare due vincoli fondamentali:

- rispetto della privacy dei pazienti trattati;
- livelli di sicurezza in rete.

Le reti LAN devono essere protette da *Firewall* per impedire accessi dalla rete pubblica e salvaguardare i dati scambiati o archiviati. Nell'area dell'*imaging* diagnostico, sono tre i settori legati alla telecomunicazione:

- teleconsulto radiologico.
- telediagnosi.
- teledidattica.

La necessità di ottimizzare le risorse tecnologiche e umane e di garantire la copertura delle 12 ore notturne nelle UO di diagnostica per immagini degli stabilimenti ospedalieri di Castel del Piano e di Pitigliano, ha stimolato l'adozione della procedura di telediagnosi dell'ex USL 9 di Grosseto.

Al fine di garantire la continuità assistenziale è utilizzata una opportuna procedura (1) che garantisce la continuità assistenziale anche in caso di urgenze cliniche al di fuori della fascia oraria ordinariamente presidiata dal medico radiologo, sia dei pazienti ricoverati negli stabilimenti ospedalieri della provincia che di quelli che accedono al Pronto Soccorso.

Tale procedura si applica all'UO di diagnostica per immagini degli stabilimenti ospedalieri di Castel del Piano e di Pitigliano anche se potenzialmente espandibile a altre UO. Questo è possibile poiché tutte le UO coinvolte sono dotate di apparecchiature per la produzione di immagini in formato digitale, sono fornite di sistemi informatici per la gestione, memorizzazione e distribuzione dei referti e delle immagini nonché di una infrastruttura di rete che consente di gestire i grandi flussi di informazioni digitali in tempi brevi. Altra caratteristica importante e necessaria all'utilizzo della telediagnosi in radiologia nella USL 9 è stata l'adozione dell'anagrafica comune di tutti i servizi ospedalieri nonché del medesimo nomenclatore delle prestazioni richiedibili.

Tutti i servizi ospedalieri che necessitano di prestazioni radiologiche inoltre, sono dotati di un modulo informatico in grado di interfacciarsi con il sistema RIS/PACS per la gestione della richiesta di prestazione nonché per la consultazione di referti e immagini digitali.

La procedura aziendale definisce e identifica le strutture richiedenti negli stabilimenti ospedalieri di Castel del Piano e di Pitigliano e individua le strutture riceventi nello stabilimento ospedaliero di Grosseto come prima opzione e in quelli di Orbetello e Massa Marittima come seconda opzione.

Tale procedura è stata redatta secondo lo schema B dell'Appendice A del *Rapporto ISTISAN 10/44* (4) e nel rispetto delle linee guida della Società Italiana di Radiologia Medica (SIRM) (2-3), prevede l'esclusione di tutte quelle prestazioni in cui sia necessaria la somministrazione endovenosa, orale o intracavitaria di mezzi di contrasto di qualsiasi natura. Sono state escluse

inoltre le prestazioni previste in caso di traumi del cranio, rachide e scheletro costale; queste prestazioni, unitamente a quelle che prevedono la somministrazione di mezzo di contrasto vanno eseguite negli stabilimenti ospedalieri in cui è presente il medico radiologo.

La procedura inoltre prevede l'esclusione di tutte le prestazioni per patologie classificate al triage con codice BIANCO e AZZURRO che possono essere differite in orari in cui è prevista la presenza in sede del medico radiologo.

Modalità operativa

L'attività di refertazione a distanza è effettuata in regime di emergenza-urgenza, in ambito intra-aziendale, negli orari in cui le sedi ospedaliere periferiche non contemplano la presenza fisica del medico radiologo, né in sede né in reperibilità a domicilio ed espletata con assoluta esclusione delle prestazioni in cui sia necessaria la somministrazione endovenosa, orale o intracavitaria di mezzi di contrasto di qualsiasi natura.

Il paziente deve essere doverosamente, adeguatamente ed esaurientemente informato circa la prestazione diagnostica da effettuare, i suoi vantaggi, svantaggi ed eventuali alternative e deve pertanto esprimere il suo libero consenso/dissenso.

Analogamente anche l'informazione e il consenso/dissenso al trattamento informatico dei dati personali e alla loro trasmissione a distanza deve essere sottoposto al paziente prima dell'esecuzione della prestazione diagnostica oggetto dell'attività di refertazione secondo un documento interno. Ogni atto medico, ivi comprese le prestazioni di diagnostica per immagini, deve essere autorizzato dall'avente diritto.

Nelle attività di refertazione a distanza, il consenso da ottenere comprende inoltre:

- consenso/dissenso alla effettuazione dell'esame come previsto anche dagli articoli 33 (Informazione e Consenso) e 35 (Acquisizione del Consenso) del Codice di Deontologia Medica 2006;
- consenso alla trasmissione delle immagini ad un altro ospedale;
- consenso al trattamento informatico dei dati sensibili (DL.vo 196/2003).

In accordo a procedure/regolamenti aziendali si procede con l'utilizzo della teleradiologia che comprende le seguenti fasi:

- 1) attivazione procedura;
- 2) richiesta di prestazione;
- 3) attivazione del flusso dati/immagini;
- 4) esecuzione dell'esame;
- 5) refertazione a distanza;
- 6) conclusione della procedura.

Le Figure 3 e 4 descrivono le diverse attività che vengono effettuate durante l'attivazione della procedura di TR sia alla struttura ricevente che trasmittente dove sono coinvolte tutte le figure professionali e i ruoli descritti nel *Rapporto ISTISAN 10/44* (4).

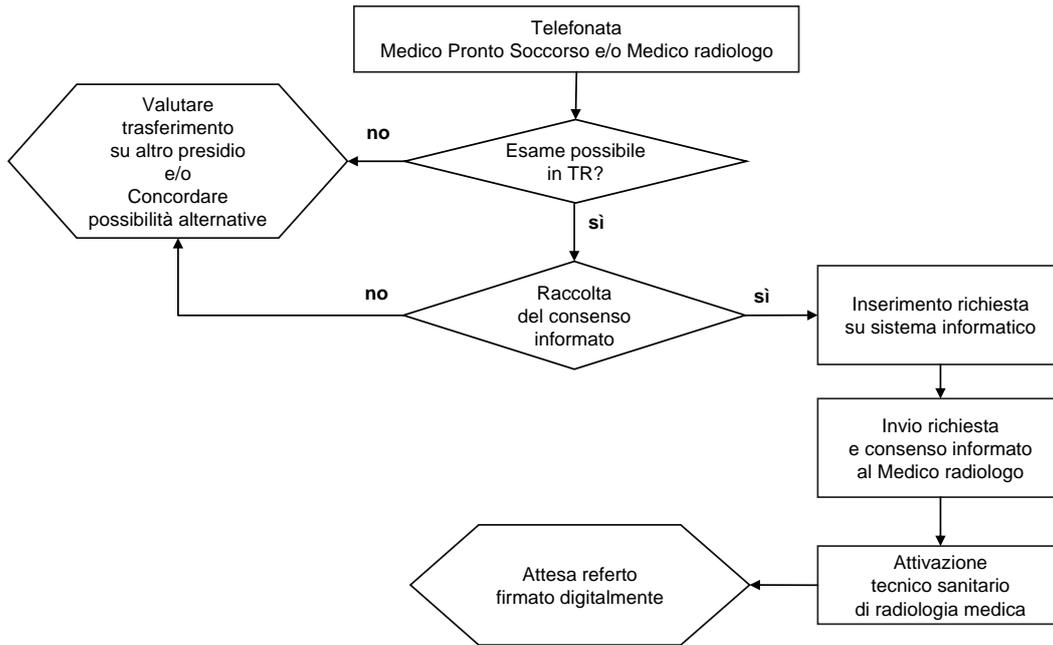


Figura 3. Diagramma delle attività di teleradiologia relativo alla struttura trasmittente

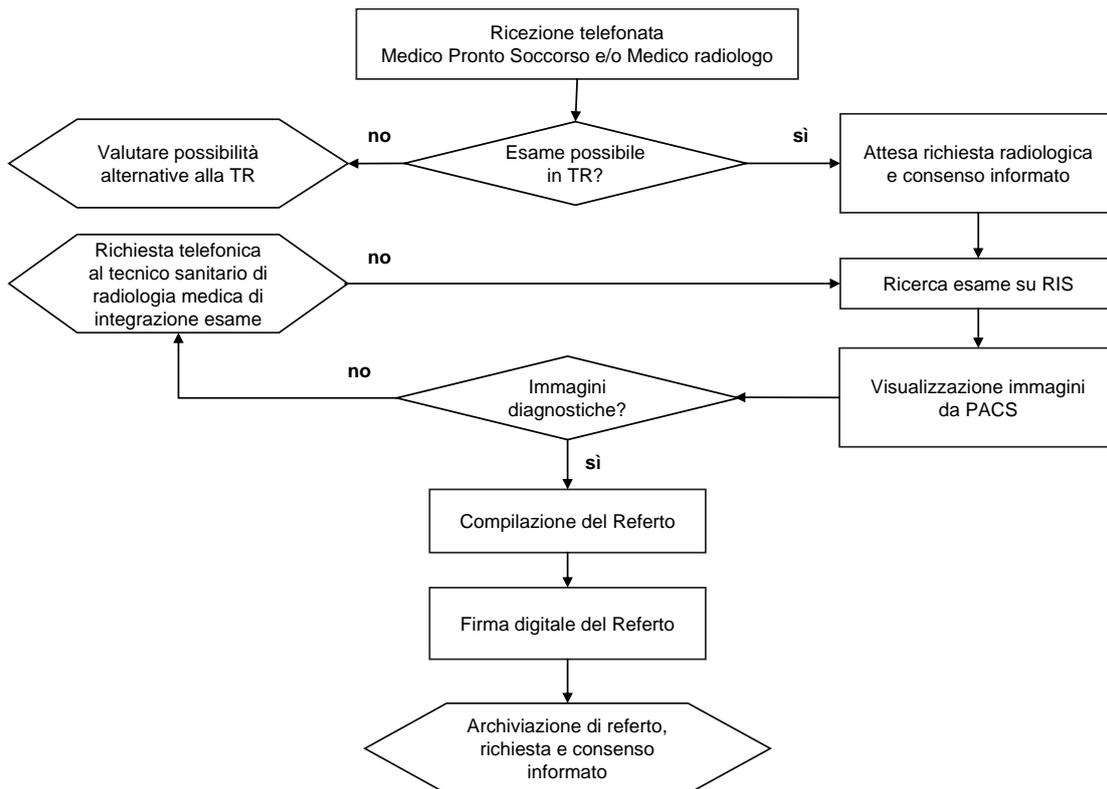


Figura 4. Diagramma delle attività di teleradiologia relativo alla struttura ricevente

Evidenze e considerazioni conclusive

Affidabilità della tele diagnosi

Quanto descritto proviene da esperienza diretta, *on the job*, di attivazione di procedure di tele diagnosi anche alla luce di progetti aziendali di copertura dei turni festivi, sia delle unità di Pitigliano che di quello di Castel del Piano. È stato possibile verificare da vicino pertanto l'assenza di criticità da un punto di vista operativo e l'alta affidabilità delle tecnologie. Non sono mai stati registrati malfunzionamenti che hanno impedito l'utilizzo della procedura. È stata inoltre effettuata una raccolta informativa relativa alla frequenza di utilizzo della procedura di TR e all'impatto del carico di lavoro aziendale nel triennio 2011-2013 relativo a questo studio. Dopo un *data-mining* e un'analisi da cui si evidenzia l'utilità e la convenienza della teleradiologia il team aziendale procederà ad una disseminazione scientifica su riviste del settore.

Conclusioni

Il presente studio è stato svolto nell'ambito di un lavoro di tesi (1). Nello specifico si è focalizzato principalmente nell'architettura di sistema in una applicazione di teleradiologia in uno specifico ampio distretto territoriale, dove la telemedicina rappresenta una concreta opportunità. Tale studio si colloca nel presente rapporto come rappresentazione di uno dei tanti esempi esistenti di applicazioni di teleradiologia nel panorama del Servizio Sanitario Nazionale.

Da un punto di vista generale si evidenzia come l'utilizzo delle linee guida sviluppate nel *Rapporto ISTISAN 10/44* (4) dal Gruppo di studio per l'assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica ed Interventistica rappresentino un punto di riferimento cardinale nelle applicazioni in ambito teleradiologico.

Bibliografia

1. Esposito G. *Analisi critica dell'impiego della teleradiologia nell'Azienda USL 9 di Grosseto*. [Tesi di Laurea]. Viterbo: Università Sapienza, Facoltà di Medicina e Psicologia; 2014.
2. SIRM Gruppo di Studio Teleradiologia. Indicazioni e raccomandazioni all'uso. *Radiol Med* 2001;102:2-13.
3. Della Palma F, Tamburrini O. *Teleradiologia*. Roma: Società Italiana di Radiologia Medica; 2004. (Documenti SIRM 2004).
4. Gruppo di Studio per l'Assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica ed Interventistica (Ed.). *Linee guida per l'assicurazione di qualità in teleradiologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2010. (Rapporti ISTISAN 10/44).

METODOLOGIA *BOTTOM-UP* PER L'IDENTIKIT DI UNA APP NELL'ONCOLOGIA DELLA MAMMELLA

Marianna Capannini (b), Maria Rosaria Giovagnoli (b), Daniele Giansanti (a)
(a) Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma
(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Premessa

L'introduzione dello strumento dell'*e-health* è ormai una problematica che investe trasversalmente tutti gli aspetti del Servizio Sanitario Nazionale (SSN).

L'*e-health* rappresenta in generale:

- uno strumento di equità sociale dato che porta la diagnosi e la cura a casa del paziente.
- uno strumento di minimizzazione dei costi, in conseguenza diretta dell'informatizzazione.

Le APP medicali (1-2) che rappresentano l'ultima frontiera dell'*m-health* in telemedicina sono strumenti che stanno procedendo in questa direzione. Lo studio si focalizza sulla problematica medica specifica dell'oncologia della mammella e affronta uno studio di fattibilità relativo alla realizzazione in teleoncologia di una APP medica (3-19).

In questo come in altri settori è determinante il ruolo della radiologia digitale e delle figure che ruotano attorno ad essa quali il medico radiologo e il tecnico sanitario di radiologia medica.

Obiettivo

L'obiettivo principale di tutto lo studio è pertanto quello di realizzare uno studio di fattibilità di ampio respiro sulla realizzazione di una APP (20-24) per l'oncologia della mammella (ONDEMA), con coinvolgimento degli "attori" presenti nel processo di sorveglianza e cura, da cui emerge in modo chiaro l'identikit dell'APP.

Ai fini del raggiungimento di tale obiettivo principale è stato predisposto un *tool* specifico basato su questionari che permette la raccolta dei fondamentali feedback da parte dei soggetti coinvolti nello studio.

Metodologia seguita nello studio di fattibilità

La metodologia segue un approccio *bottom-up* basato sul *community engage approach* (23); in base a questa metodica viene coinvolta in modo attivo e partecipe una comunità in un progetto in modo che i soggetti della comunità coinvolti siano propositivi e partecipi (24).

Il *tool* si basa su 3 diversi questionari strutturati da sottoporre rispettivamente a 3 gruppi diversi per coinvolgimento nel processo di cura e screening in oncologia della mammella:

- a) pubblico (da un punto di vista normativo si intende chi non è coinvolto nel processo di cura e screening).
- b) soggetti coinvolti nel processo di cura e screening.
- c) professioniste/i del settore medico.

Tali questionari sono stati predisposti sia in una versione cartacea e sia in una versione informatica che può essere inviata tramite e-mail o mediante gli *instant messenger* e compilata da tablet e/o PC. Il linguaggio utilizzato nei questionari tiene conto della grande variabilità nella formazione dei soggetti coinvolti.

Assieme ai questionari sono stati predisposti (a) un modulo per analizzare la soddisfazione dei soggetti coinvolti e (d) un documento con le istruzioni di seguito descritti.

In questo modo si è inteso raccogliere in modo strutturato con metodologia *bottom-up* le informazioni per la realizzazione della APP. È infatti vero che, mentre oggi in ambito *information and communication technology* sono reperibili figure informatiche altamente specializzate nella realizzazione delle APP, è altrettanto vero che senza uno studio di fattibilità e di requisiti desiderati condotto su una comunità tali figure non potrebbero realizzare un'applicazione che abbia sia accettabilità che rispondenza ai “desiderata” dei soggetti potenzialmente coinvolti.

Questionari

I questionari usati sono stati tre:

– *Primo questionario (Q1)*

Tale questionario è rivolto al pubblico:

- prende in considerazione sia il sesso che l'età e la formazione scolastica dei soggetti coinvolti nello studio;
- raccoglie dati per un'analisi attraverso delle domande a risposta gradata relative a conoscenze di base di informatica, telemedicina, teleoncologia, APP medicali;
- dopo una breve illustrazione delle tecnologie che ruotano attorno alle APP medicali, potenzialmente utili per l'oncologia della mammella, raccoglie dati per un'analisi attraverso domande a risposta gradata relative alle opinioni sull'implementazione di una determinata funzione della APP.

– *Secondo questionario (Q2)*

Tale questionario è rivolto a donne in età di screening o con patologie relative:

- prende in considerazione l'età e la formazione scolastica dei soggetti;
- raccoglie dati per un'analisi attraverso delle domande a risposta gradata relative a conoscenze di base di informatica, telemedicina, teleoncologia, APP medicali;
- dopo una breve illustrazione delle tecnologie che ruotano attorno alle APP medicali, potenzialmente utili per l'oncologia della mammella, raccoglie dati per un'analisi attraverso domande a risposta gradata relative alle opinioni sull'implementazione di una determinata funzione della APP per l'oncologia della mammella,
- dedica un'ampia parte alla raccolta strutturata di requisiti desiderabili per l'APP.

– *Terzo questionario (Q3)*

Tale questionario (allegato al capitolo una stampa di una versione online) è rivolto a professioniste/i del settore medicale:

- raccoglie dati per un'analisi attraverso delle domande a risposta gradata relative a conoscenze di base di informatica, telemedicina, teleoncologia, App medicali,
- dopo una breve illustrazione delle tecnologie che ruotano attorno alle APP medicali, potenzialmente utili per l'oncologia della mammella, raccoglie dati per un'analisi attraverso domande a risposta gradata relative alle opinioni sull'implementazione di una determinata funzione della APP per l'oncologia della mammella;
- dedica un'ampia parte alla raccolta strutturata di requisiti desiderabili per l'APP.

Nella proposizione delle domande dei questionari *Q1* e *Q2* ai fini della chiarezza si è tenuto conto della variabilità della formazione delle donne coinvolte, evitando l'utilizzo di terminologie biomediche e informatiche che non risultassero facilmente comprensibili. Tutti i questionari sono stati predisposti per essere distribuiti anche online utilizzando OneDrive.

Modulo di *client satisfaction* e istruzioni per la compilazione

In linea con le moderne metodologie relative sia alle interviste sia alla somministrazione di questionari, è stato proposto un modulo di *client satisfaction* o *feed-back* contenente quattro domande a valutazione gradata relative alla cosiddetta *client satisfaction* della metodologia utilizzata. Il Riquadro 1 riporta le domande del modulo di *feed-back* di OneDrive.

RIQUADRO 1.

Modulo sul grado di soddisfazione relativo al questionario (Feedback-Q online)

A. Chiarezza delle domande
 1 2 3 4

B. Completezza dei punti affrontati
 1 2 3 4

C. Valutazione della struttura del questionario
 1 2 3 4

D. Utilità
 1 2 3 4

Ulteriori suggerimenti

In considerazione del fatto che i questionari sono stati realizzati per essere distribuiti anche online sono state predisposte delle istruzioni di compilazioni robuste, riportate in Riquadro 2. In

particolare sono stati inseriti dei check-point correlati con i questionari. Tali check-point obbligano durante la compilazione del questionario la lettura delle istruzioni prima di procedere ad un avanzamento della compilazione e ove necessario, per chiarimenti, la connessione in rete con il somministratore del test in telepresenza.

RIQUADRO 2.

Descrizione con Istruzioni del Questionario (Readme online)

Ove non diversamente specificato è Applicabile ai questionari Q1, Q2, Q3

Il presente questionario è stato redatto con lo scopo di investigare la fattibilità di una APP Medica per l'Oncologia della Mammella", nell'ambito di un progetto di tesi (acronimo: ONDEMA).

Il razionale è utilizzare lo strumento del questionario per ottenere parametri/suggerimenti/proposte di requisiti fondamentali per la definizione di un identikit della APP per lo screening e il monitoraggio in campo senologico.

La maggior parte delle domande sono a risposta gradata e sono relative a conoscenze di base di informatica, utilizzo dei dispositivi quali tablet e smartphone, utilizzo delle APP e su caratteristiche desiderabili che questa APP dovrebbe avere, tenendo altresì conto degli eventuali suggerimenti e commenti degli intervistati. Altre domande sono a risposta binaria (SÌ/NO). Alcune richiedono una risposta aperta descrittiva come ad esempio dei commenti o suggerimenti o dei chiarimenti.

Il questionario è somministrato per via elettronica attraverso un link inviato tramite uno strumento di *messenger* o tramite una tradizionale e-mail.

Sempre per via elettronica sono allegati con medesima modalità attraverso un link anche:

- a. le presenti istruzioni
- b. un modulo elettronico con alcune domande relative ad un giudizio sul questionario, la cui compilazione è facoltativa

In considerazione del fatto che il questionario è compilato in remoto sono stati introdotti dei *check point* in cui si rimanda a queste istruzioni per simulare la telepresenza del somministratore del test.

I *check point* sono in numero di 2 nel caso del questionario Q2 e Q3; è presente un solo *check point* invece nel caso del questionario Q1.

Il *check point* è un punto del questionario strutturato come domanda binaria (SÌ/NO) che rimanda obbligatoriamente a questo documento per delle avvertenze. Una volta lette e comprese le avvertenze qui presenti si torna al questionario e si risponde SÌ per andare avanti.

Check point 1

(applicabile a Q1, Q2, Q3)

Se non si conoscono le caratteristiche e le potenzialità di una APP Medica chiamare tramite un cellulare o attivare una video chiamata con skype e/o *WhatsApp* o altro *tool* con il somministratore remoto del test che provvederà a chiarire questo punto prima di passare alle domande successive. Una volta effettuata la chiamata, per andare avanti con il questionario tornare al questionario e selezionare (SÌ) alla domanda di *check point*

Check point 2

(applicabile a Q2, Q3)

Nella parte successiva del questionario verranno dettagliatamente richiesti dei requisiti per la APP. Per eventuali chiarimenti chiamare tramite un cellulare o attivare una video chiamata con skype e/o *WhatsApp* o altro *tool* con il somministratore remoto del test. Una volta effettuata la chiamata (se ritenuto necessario), per andare avanti con il questionario tornare al questionario e selezionare (SÌ) alla domanda di *check point*.

Ambiente Onedrive utilizzato nello studio

All'ambiente OneDrive (Microsoft, USA) si accede con un qualsiasi account Microsoft (live, outlook, hotmail, ecc). Tramite questa piattaforma è possibile accedere al software che permette di creare ed effettuare i sondaggi online per evitare di dover inviare una mail o fare una telefonata e poi ricopiare i dati ricevuti; tale software è denominato "Sondaggio di Excel-Online".

L'utilizzo di questa piattaforma online passa dalla registrazione di un account gratuito (ma c'è anche una versione business a pagamento) su Microsoft OneDrive, che offre anche uno spazio di archiviazione gratis e un'applicazione che consente di sincronizzare quanto registrato online sui PC/Mac di casa/ufficio. Una volta effettuato il log-in, si seleziona *Vai al Mio OneDrive* e si accederà ad una versione di Office perfettamente funzionante (ovviamente senza il Database di Access) e un ambiente di lavoro per salvare e modificare i file creati.

Il sistema di rilevazione del sondaggio è piuttosto intuitivo: i clienti/utenti compilano un form online i cui dati vengono automaticamente salvati in un file Excel, che eventualmente può essere utilizzato per trarne delle statistiche. Si rimanda alle relative manualistiche per approfondimenti. Nel nostro studio si è proceduto pertanto alla realizzazione di un ambiente di somministrazione elettronica sia dei questionari che degli altri due documenti descritti. Un problema che abbiamo dovuto risolvere, trattandosi di un'autosomministrazione, è stato quello di scrivere delle istruzioni robuste inserendo dei check-point connessi al questionario a cui il soggetto viene rimandato per chiarimenti e/o l'attivazione di chiamate con il gestore del test (non presente) per simulare la telepresenza (nel caso del cartaceo il somministratore presente poteva invece dare delle indicazioni su come proseguire verbalmente).

La Figura 1 illustra la costruzione di un questionario. In particolare evidenzia come è possibile configurare nel sondaggio diverse tipologie di domane: (1) Testo; (2) Testo paragrafo; (3) Numero; (4) Data ; (5) Scelta tra più opzioni ; (6) Ora ; (7) SI/NO.

Q3-QUESTIONARIO SULLA REALIZZAZIONE
DI UNA APP IN ONCOLOGIA DELLA
MAMMELLA
(ONDEMA) PER PROFESSIONISTI IN
CAMPO MEDICO

"premesse"
Il seguente Questionario è Facoltativo.
I dati forniti verranno gestiti in modo anonimo
(leggere il file delle istruzioni e informazioni).

Nome

Cognome

Eta'

MODIFICA DOMANDA

Domanda Nome

Sottotitolo domanda

Tipo di risposta Testo

Obbligatorio Testo

Risposta predefinita Numero

Data

Ora

Si/No

Scelta

Fine

Figura 1. Creazione delle domande del sondaggio tramite gli strumenti di OneDrive

L'ambiente pertanto predispone un database in Excel nella versione Excel-Online per la raccolta dei dati che permette la realizzazione di un modulo per il sondaggio che opportunamente processato viene inviato in remoto attraverso un semplice link. Per chiarire la metodologia ci si focalizza sulla realizzazione del modulo di *client-satisfaction* sopra descritto. La Figura 2 illustra il database in Excel-Online. La Figura 3 illustra la creazione del modulo per il sondaggio.

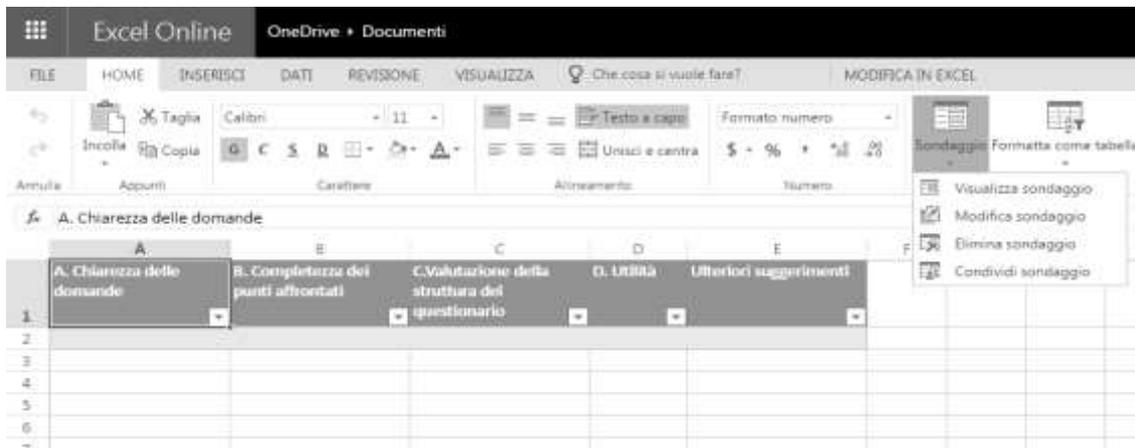


Figura 2. Database che si genera con il questionario in ambiente OneDrive accessibile Excel-Online

Modifica sondaggio

Modulo sul grado di soddisfazione relativo al
Questionario
Questo questionario è facoltativo

A. Chiarezza delle domande
(DA)

B. Completezza dei punti affrontati
(DB)

C. Valutazione della struttura del questionario
(DC)

D. Utilità
(DD)

Ulteriori suggerimenti
Inserire un elenco eventuale di commenti e/o suggerimenti

⊕ Aggiungi nuova domanda

Figura 3. Creazione del modulo di *client satisfaction* (o *feed-back form*) in ambiente OneDrive

La Figura 4 illustra il processamento del modulo del sondaggio per la creazione di un link e l'invio in remoto del link tramite *WhatsApp* come strumento *instant messenger*.

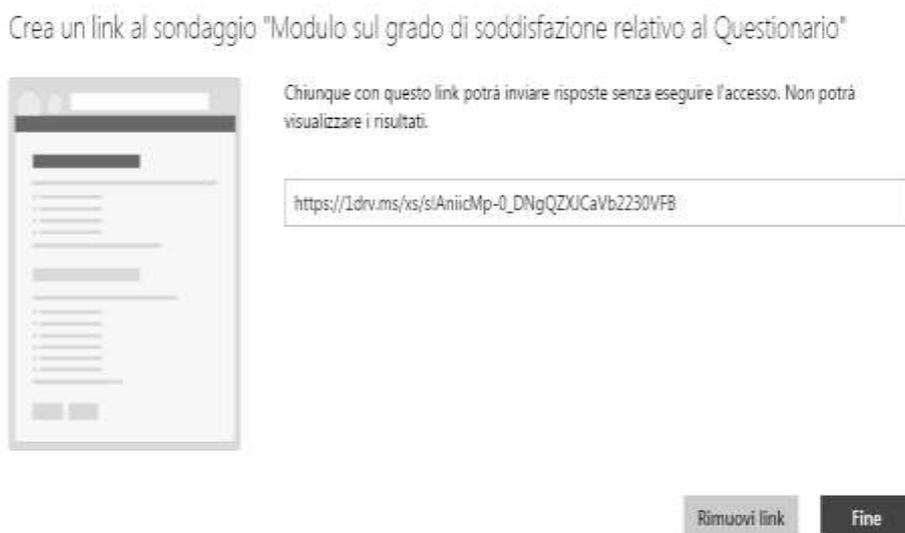


Figura 4. Creazione del link associato al modulo sul grado di soddisfazione relativo al questionario in ambiente OneDrive

Successivamente il link può essere aperto o tramite tablet (smartphone o altro) o tramite PC e compilato.

Risultati e discussione

I risultati prodotti dallo studio sono: (a) l'ambiente elettronico contenente i questionari con le istruzioni e il materiale elettronico per investigare il grado di soddisfazione sulla procedura; (b) i dati (e la relativa analisi) ottenuti dalla somministrazione della procedura.

Ambiente elettronico

La Figura 5 illustra l'ambiente realizzato in modo elettronico tramite gli strumenti di OneDrive. Sono visibili:

1. questionario di tipologia Q1 denominato "Q1.xlsx";
2. questionario di tipologia Q2 denominato "Q2.xlsx";
3. questionario di tipologia Q3 denominato "Q3.xlsx";
4. file documento di istruzioni denominato "Readme.docx" (vedi Riquadro 2);
5. questionario di *client-satisfaction* "Feedback-Q.xlsx".

I tre questionari assieme al questionario di soddisfazione sono stati realizzati in base alla metodologia sopra descritta utilizzando Excel-Online in OneDrive.

Il file di istruzioni è stato realizzato tramite Word-Online.

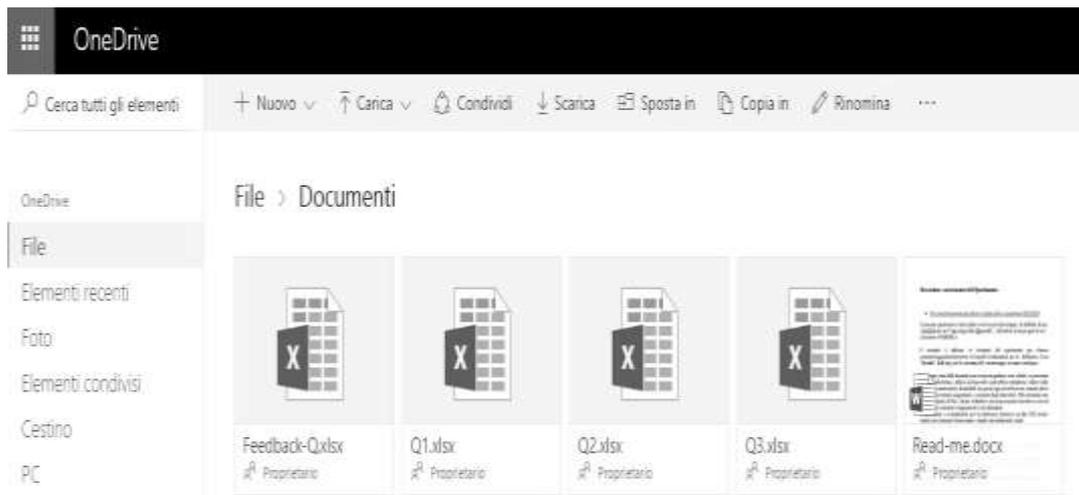


Figura 5. Ambiente elettronico sviluppato in OneDrive

I 5 file permettono di ottenere un link che può essere inviato in remoto anche attraverso uno strumento *instant messenger*. Il link associato a Q3.xlsx ad esempio aprirà il sondaggio che popolerà il database Q3.xlsx; il link associato al Readme.docx permetterà l’apertura delle istruzioni; il link associato a Feedback-Q.xlsx aprirà il sondaggio di soddisfazione che popolerà il database Feedback-Q.xlsx (Figura 6).



Figura 6. Accesso al Q3, alle istruzioni e al questionario di soddisfazione con WhatsApp

Gli indirizzi Internet dell’ambiente elettronico per questionari, istruzioni e feedback form sono i seguenti:

- Q1: https://1drv.ms/xs/s!AniicMp-0_DNeVCqQWCUXJ1MJ8I
- Q2: https://1drv.ms/xs/s!AniicMp-0_DNdxFupyORb6ftdVc
- Q3: https://1drv.ms/xs/s!AniicMp-0_DNfSxJf24wF-yKYus
- Istruzioni (Readme): https://1drv.ms/w/s!AniicMp-0_DNgQiwARhTL_S_xcnF
- Feedback-form: https://1drv.ms/xs/s!AniicMp-0_DNgQZXJCaVb2230VFB

Prime evidenze dalla somministrazione della procedura

La Figura 7 mostra i risultati relativi alla valutazione (si vedano i 4 punti indicati in Riquadro 1) della metodologia attraverso il modulo di *client satisfaction*. Si evidenzia l'alta soddisfazione di chi ha compilato il questionario Q3 (18 su 24 partecipanti).

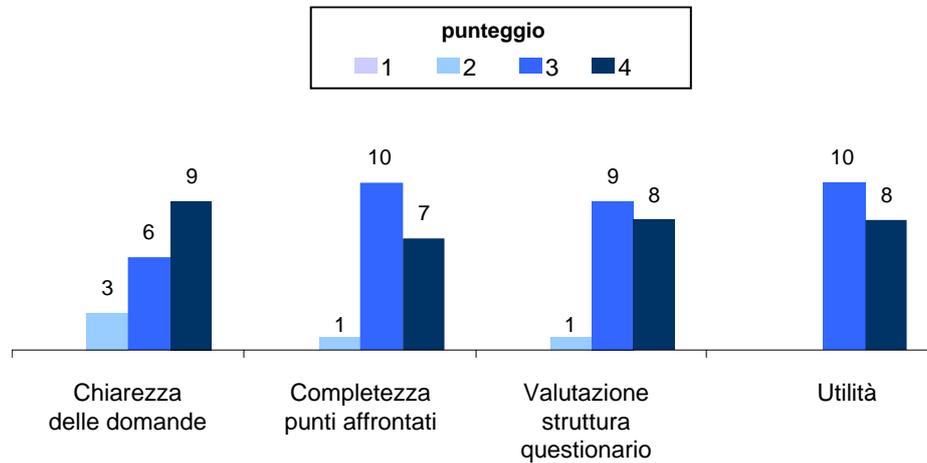


Figura 7. Indice di gradimento relativo al questionario emersi con il modulo di *client satisfaction*

Le Figure 8 e 9 evidenziano gli attori coinvolti e tra l'altro l'alta desiderabilità per un servizio di radiologia digitale. Al momento è in corso l'analisi dei dati e il *datamining* di tutto lo studio.

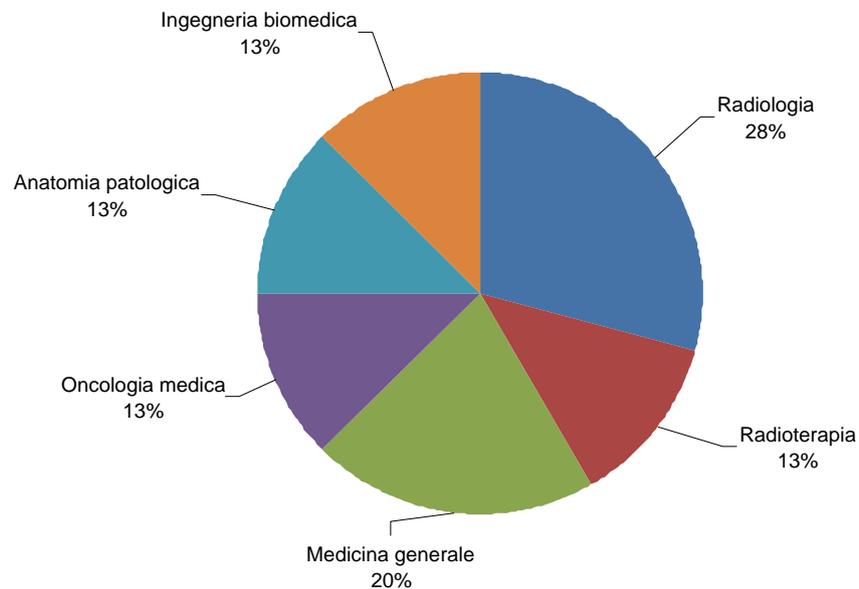


Figura 8. Descrizione del campione per tipologia di specializzazione

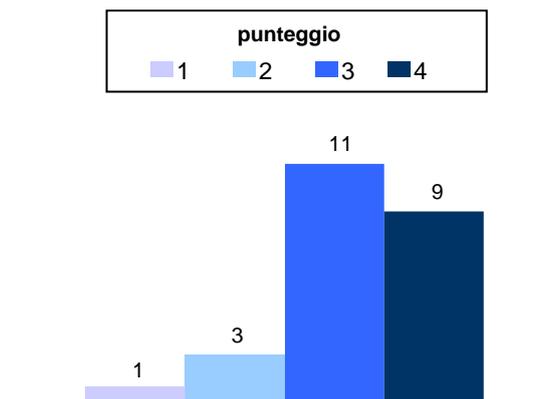


Figura 9. Valutazione della desideabilità di una connessione online con la diagnostica per immagini in radiologia (Domanda 13)

Bibliografia

1. Baldani G. Regolamentare l'infinito: la sfida della Food and Drug Administration. *Salute e Società* 2014;3:171-5.
2. Macellari V, Fouilouze O, Genzini GF (Ed.). *APP medicali nella borsa del medico. Quando le App per la salute sono dispositivi medici*. Milano: 24 ore Cultura; 2016.
3. Singh R, Goebel LJ. Rural disparities in cancer care: a review of its implications and possible interventions. *W V Med J* 2016;112(3):76-82.
4. Doyle-Lindrud S. Telemedicine in oncology. *Clin J Oncol Nurs* 2016;20(1):27-8.
5. Chan BA, Larkins SL, Evans R, Watt K, Sabesan S. Do teleoncology models of care enable safe delivery of chemotherapy in rural towns? *Med J Aust* 2015;203(10):406-16.
6. Charlton M, Schlichting J, Chioreso C, Ward M, Vikas P. Challenges of rural cancer care in the United States. *Oncology* 2015; 29(9):633-40.
7. Shalowitz DI, Smith AG, Bell MC, Gibb RK. Teleoncology for gynecologic cancers. *Gynecol Oncol* 2015;139(1):172-7.
8. Sabesan S, Kelly J. Are teleoncology models merely about avoiding long distance travel for patients? *Eur J Cancer Care* 2014;23(6):745-9.
9. Sabesan S, Roberts LJ, Aiken P, Joshi A, Larkins S. Timely access to specialist medical oncology services closer to home for rural patients: experience from the Townsville Teleoncology Model. *Aust J Rural Health* 2014;22(4):156-9.
10. Sabesan S. Medical models of teleoncology: current status and future directions. *Asia Pac J Clin Oncol* 2014;10(3):200-4.
11. Satcher RL, Bogler O, Hyle L, Lee A, Simmons A, Williams R, Hawk E, Martin S, Brewster AM. Telemedicine and telesurgery in cancer care: inaugural conference at MD Anderson Cancer Center. *J Surg Oncol* 2014;110(4):353-9.
12. Marshall CL, Petersen NJ, Naik AD, Vander Velde N, Artinyan A, Albo D, Berger DH, Anaya DA. Implementation of a regional virtual tumor board: a prospective study evaluating feasibility and provider acceptance. *Telemed J E Health* 2014;20(8):705-11.

13. Murad MF, Ali Q, Nawaz T, Zia N, Jehan F, Rafiq A, Merrell RC, Zafar A. Teleoncology: improving patient outcome through coordinated care. *Telemed J E Health* 2014;20(4):381-4.
14. Sabesan S, Allen DT, Caldwell P, Loh PK, Mozer R, Komesaroff PA, Talman P, Williams M, Shaheen N, Grabinski O; Royal Australasian College of Physicians Telehealth Working Group. Practical aspects of telehealth: establishing telehealth in an institution. *Intern Med J* 2014;44(2):202-5
15. Wootton R. Realtime telemedicine. *J Telemed Telecare* 2006;12(7):328-36.
16. Wysocki WM, Komorowski AL, Aapro MS. The new dimension of oncology. Teleoncology ante portas. *Crit Rev Oncol Hematol* 2005;53(2):95-100.
17. 16. Murad MF, Ali Q, Nawaz T, Zia N, Jehan F, Rafiq A, Merrell RC, Zafar A. Teleoncology: improving patient outcome through coordinated care. *Telemed J E Health* 2014; Apr;20(4):381-4.
18. López AM, Graham AR, Barker GP, Richter LC, Krupinski EA, Lian F, Grasso LL, Miller A, Kreykes LN, Henderson JT, Bhattacharyya AK, Weinstein RS. Virtual slidetelepathology enables an innovative telehealth rapid breast care clinic. *Semin Diagn Pathol* 2009;26(4):177-86.
19. López AM, Graham AR, Barker GP, Richter LC, Krupinski EA, Lian F, Grasso LL, Miller A, Kreykes LN, Henderson JT, Bhattacharyya AK, Weinstein RS. Virtual slide telepathology enables an innovative telehealth rapid breast care clinic. *Hum Pathol* 2009;40(8):1082-91.
20. Weinstein RS, Graham AR, Richter LC, Barker GP, Krupinski EA, Lopez AM, Erps KA, Bhattacharyya AK, Yagi Y, Gilbertson JR. Overview of telepathology, virtual microscopy, and whole slide imaging: prospects for the future. *Hum Pathol* 2009;40(8):1057-69.
21. Egbring M, Far E, Roos M, Dietrich M, Brauchbar M, Kullak-Ublick GA, Trojan A. A mobile App to stabilize daily functional activity of breast cancer patients in collaboration with the physician: a randomized controlled clinical trial. *J Med Internet Res* 2016;18(9):e238
22. Kim J, Lim S, Min YH, Shin YW, Lee B, Sohn G, Jung KH, Lee JH, Son BH, Ahn SH, Shin SY, Lee JW. Depression screening using daily mental-health ratings from a smartphone application for breast cancer patients. *J Med Internet Res* 2016;18(8):e216.
23. Coughlin SS, Thind H, Liu B, Wilson LC. Towards research-tested smartphone applications for preventing breast cancer. *Mhealth*. 2016;pii: 26.
24. Smith SA, Whitehead MS, Sheats J, Mastromonico J, Yoo W, Coughlin SS. A Community-engaged approach to developing a mobile cancer prevention App: the mCPA Study Protocol. *JMIR Res Protoc* 2016;5(1):e34.
25. Giansanti D. Introduction of medical Apps in telemedicine and e-health: problems and opportunities. *Telemed J E Health* 2017 Mar 1. doi: 10.1089/tmj.2016.0255. [Epub ahead of print]

Allegato al capitolo

Q3-REALIZZAZIONE DI UNA APP IN ONCOLOGIA DELLA MAMMELLA (ONDEMA) PER PROFESSIONISTI IN CAMPO MEDICO

Il seguente questionario è facoltativo.
I dati forniti verranno gestiti in modo anonimo
(leggere il file delle istruzioni e informazioni).

Nome

Cognome

Età

Sesso

Razionale per il coinvolgimento

Settore Lavorativo

Eventuale settore lavorativo non compreso nella domanda sopra

Istruzione

Indicare il più elevato

Ulteriori informazioni relative alla formazione

1) Come valuta il suo livello di conoscenza in informatica?

(D1)

2) Qual è il suo grado di conoscenza relativo alla telemedicina?

(D2)

3) Qual è il suo grado di conoscenza relativo alla teleoncologia?

(D3)

4) Qual è il suo grado di conoscenza/utilizzo dei tablet?

(D4)

5) Qual è il suo grado di conoscenza/utilizzo degli smartphone?

(D5)

6) Qual è il suo grado di conoscenza/utilizzo delle App?

(D6)

7) Qual è il suo grado di conoscenza/utilizzo delle APP medicali ?

(D7)

7 A) Ha mai utilizzato le APP medicali in ambiente di lavoro?

(D 7A)

7 B) Ha mai utilizzato la telemedicina in ambiente di lavoro?

(D 7 B)

Prima di passare oltre, leggi le istruzioni e se del caso interagisci in rete con il somministratore del test

Rispondi Sì se hai effettuato tale attività

8) Pensa che possa essere utile una APP in oncologia della mammella?

(D8)

9) Pensa che possa essere utile un team di specialisti o Unità Operativa che gestisca le attività della APP per ONDEMA?

(D9)

10) Indichi perché ritiene utile una APP per ONDEMA (si può dare anche più di una risposta)

Qualità della vita?

**10) Indichi perché ritiene utile una APP per ONDEMA
(si può dare anche più di una risposta)**

Riduzione del traffico ?

No

**10) Indichi perché ritiene utile una APP per ONDEMA
(si può dare anche più di una risposta)**

Minimizzazione dei costi?

No

**10) Indichi perché ritiene utile una APP per ONDEMA
(si può dare anche più di una risposta)**

Indicare eventualmente un altro motivo non compreso

**Prima di passare oltre, leggi le istruzioni e se del caso interagisci in rete con
il somministratore del test**

Rispondi sì se hai effettuato tale attività

Sì

11) La APP dovrebbe indirizzarla ad un centro di eccellenza?

(D11)

**12) La APP dovrebbe connetterla con continuità con il suo medico di
famiglia ?**

(D12)

**13) La APP dovrebbe connetterla con continuità con la diagnostica per
immagini?**

***anche per scaricare direttamente i risultati degli esami eseguiti**

(d13) vedere istruzioni per eventuali chiarimenti

**14) La APP dovrebbe connetterla con continuità la citologia/istologia?
*anche per scaricare direttamente i risultati degli esami eseguiti**

(d13) vedere istruzioni per eventuali chiarimenti

15) La APP dovrebbe connetterla con continuità con il suo oncologo ?

(D15)

16) La APP dovrebbe connetterla con continuità con il suo psicologo di sostegno?

(D16)

17) La APP dovrebbe aiutarla nella gestione delle scadenze mediche?

(D17)

18) La APP dovrebbe tenerla aggiornata con le ultime informazioni relative al settore dello screening e monitoraggio della mammella?

(D18)

**19) La APP dovrebbe facilitare la formazione di gruppi di sostegno in rete?
(attraverso l'utilizzo di chat, forum, ecc.)**

(D19)

20) Indicare una proposta di team o Unità Operativa, evidenziando quali figure professionali ne dovrebbero far parte e le relative mansioni

(D9A)

Riportare un elenco con ruolo/mansione

21) In ordine di importanza ELENCARE eventuali requisiti che dovrebbe avere secondo lei la APP

Disporre un elenco tabellare di requisiti desiderabili

--

22) Riportare uno o più commenti liberi

--

23) (facoltativo) Rispondere alle ulteriori domande (nel modulo allegato) relative ad un giudizio sul questionario proposto

Se è intenzionata rispondere SI

No	▼
----	---

Invia

Non comunicare mai la propria password ad altri utenti. Non fornire informazioni personali a utenti non attendibili.

 Tecnologia Microsoft Excel

[OneDrive](#) | [Condizioni per l'utilizzo](#) | [Privacy e cookie](#)

UTILIZZO DI WHATSAPP IN RADIOLOGIA DIGITALE: CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Daniele Giansanti (a), Luca Cosentino (b), Giovanni Maccioni (a), Marianna Capannini (b),
Gianluca Esposito (c)

(a) Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

(c) Azienda USL Toscana Sud Est, Diagnostica per Immagini, Orbetello (GR)

Introduzione

Nuove frontiere sono oggi offerte dalle applicazioni per smartphone per lo scambio dei file multimediali (immagini, video, audio), come per esempio nel caso dei cosiddetti *instant messenger*. Queste applicazioni (APP) sono utili per inviare messaggi di testo, file multimediali (immagini, video, audio), geo-posizione ad altri utenti. Ogni giorno milioni e milioni di persone infatti usano i programmi di *instant messenger* per comunicare fra di loro.

Queste applicazioni hanno semplificato e rivoluzionato il nostro modo di comunicare e vivere, grazie alla facilità e ai bassi costi (nella maggioranza dei casi basta una semplice connessione ad Internet). Non molti anni fa per comunicare era necessario essere davanti ad un computer e avere Skype, oppure era possibile mandare gli SMS o effettuare delle chiamate.

Oggi tutto è cambiato, non è più necessario stare al PC o mandare degli SMS, possiamo mandare video, link, la nostra posizione, inviare soldi e comunicare in modo semplice ed efficace ovunque ci troviamo. Le alternative sono molte e fra le più note troviamo:

- Hangouts;
- Telegram;
- WhatsApp;
- Facebook Messenger;
- Viber;
- Skype;
- Tango;
- OoVoo;
- Snapchat;
- WeChat;
- Yahoo Messenger.

Non tutte però hanno lo stesso successo. Un'indagine focalizzata sul teleconsulto delle immagini in telemedicina di nuove soluzioni basate su queste nuove APP potrebbe introdurre nuove opportunità per la diagnosi a distanza.

Applicazione di un *instant messenger* nel teleconsulto radiologico

Il lavoro ha affrontato uno studio di fattibilità dell'utilizzo di un *instant messenger* nel teleconsulto radiologico.

Il flusso metodologico ha coinvolto le seguenti attività:

1. identificazione dell'*instant messenger* per il teleconsulto;
2. scelta delle immagini mediche e impostazione del gruppo di lavoro;
3. indagine sull'accettazione della metodologia

Identificazione dell'*instant messenger* per il teleconsulto

In Italia la più diffusa APP è *WhatsApp* e rappresenta pertanto il modo più diffuso e più conveniente di inviare rapidamente messaggi sul telefono cellulare a qualsiasi contatto nell'elenco dei contatti nel telefono cellulare. Ovviamente l'unico requisito è che le persone coinvolte nella rete devono avere l'APP installata sul proprio dispositivo. Attualmente, *WhatsApp* è compatibile con quasi tutti i sistemi operativi mobili presenti sul mercato: Android, iOS, Symbian e Windows Phone. È quindi possibile l'utilizzo di *WhatsApp* per comunicare con qualsiasi altro utente della rete, indipendentemente da quale modello di dispositivo abbia. Gli utenti di *WhatsApp* possono inviare messaggi di testo, messaggi vocali, link e immagini a qualsiasi altro utente.

Per offrire un'esperienza di comunicazione di ampio respiro, *WhatsApp* è accessibile sia dal telefono che dal computer. *WhatsApp Web* è un'estensione, basata sul computer, dell'account *WhatsApp* che è configurato sullo smartphone. I messaggi inviati e ricevuti sono completamente sincronizzati tra il telefono e il computer, ed è possibile vedere tutti i messaggi su entrambi i dispositivi. Qualsiasi azione effettuata sul telefono si applicherà a *WhatsApp Web* e viceversa. In questo momento, *WhatsApp Web* è disponibile per gli smartphone Android, iPhone 8.1+, indows Phone 8.0 e 8.1, Nokia S60, Nokia S40 EVO, BlackBerry e BlackBerry 10. La Figura 1 illustra un dettaglio relativo all'operazione di (A) *attachment* di file sempre su *WhatsApp Web*, un file che potenzialmente può provenire anche da PACS.

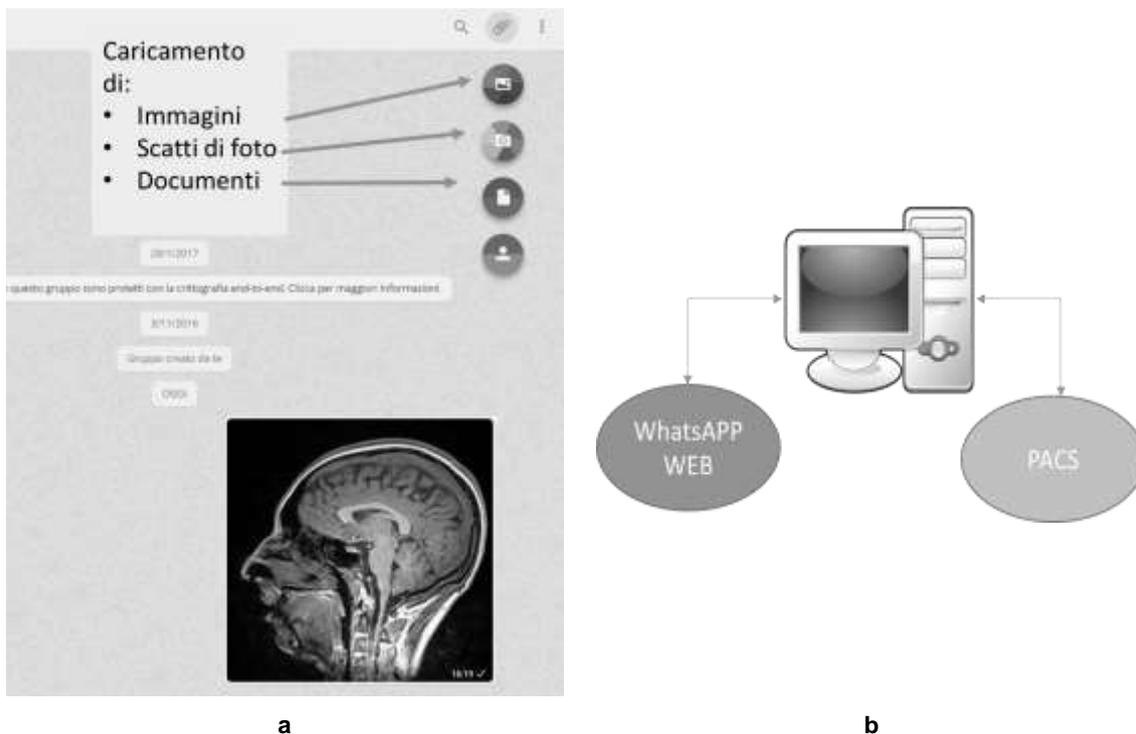


Figura 1. Allegati di file in *WhatsApp Web* (a) potenzialmente provenienti anche da PACS (b)

I requisiti minimi per utilizzare di *WhatsApp Web* sono i seguenti:

- disporre di un account *WhatsApp* attivo sul telefono;
- disporre di una connessione Internet stabile sia sul telefono che sul computer;
- utilizzare sul computer l'ultima versione dei browser web Chrome, Firefox, Opera, Safari o Edge.

Chiunque può vedere come *WhatsApp Web* possa rappresentare un utile strumento da cui caricare i file dal PACS ospedaliero per l'invio in remoto di immagini (Figura 1). Uno degli strumenti inoltre più interessanti e più usati sul *WhatsApp* è quello che permette di creare e gestire i gruppi facilmente con una *system policy* chiara ed efficace.

Pertanto, la diffusione, l'ampia compatibilità con le tecnologie esistenti, la possibilità di scambiare immagini e documenti eterogenei, la potenzialità di creare gruppi di lavoro, e la disponibilità anche su PC rendono *WhatsApp* potenzialmente utile per l'utilizzo nelle applicazioni di teleconsulto delle immagini in telemedicina.

Scelta delle immagini mediche e impostazione del gruppo di lavoro

È stato creato un gruppo di *WhatsApp* per effettuare un primo studio. Tale gruppo da remoto e da qualsiasi ubicazione può accedere e esprimere opinione sull'immagine.

La Figura 2 illustra il logo (convertito in tonalità di grigi per ragioni editoriali) creato per la sperimentazione. All'interno del gruppo sono stati reclutati degli esperti di tecnologie interdisciplinari che vanno dall'*imaging*, all'amministrazione di sistema, alla bioingegneria.



Figura 2. Logo proposto per il gruppo di *WhatsApp*

Sono state utilizzate alcune immagini di test da esami di RMN (Risonanza Magnetica Nucleare) e più precisamente da una serie in sagittale pesate in T1 ad alta risoluzione con voxel 0,51 x 0,51 x 1 mm.

La Figura 3 illustra l'ambiente *WhatsApp Web* aperto su alcune delle immagini scambiate.

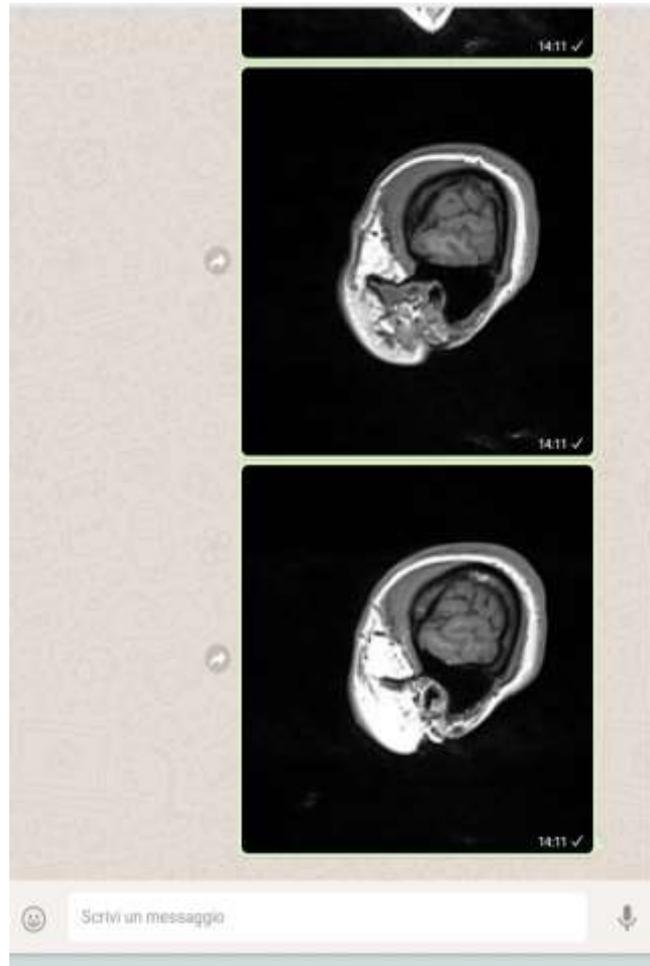


Figura 3. Ambiente di *WhatsApp Web* aperto su alcune delle immagini scambiate

La Figura 4 evidenzia l'ingrandimento delle immagini registrate su smartphone Lumia 535 (Nokia, Finlandia).

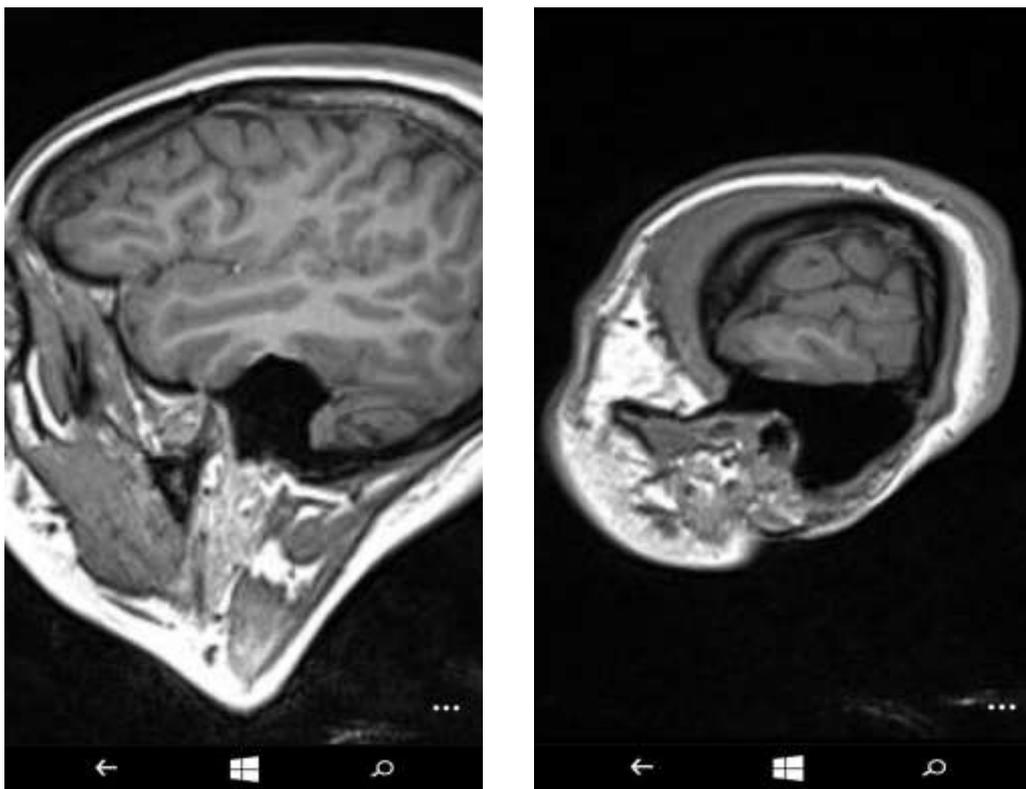


Figura 4. Ingrandimento di alcune immagini scambiate da *WhatsApp* su smartphone

Indagine sull'accettazione della metodologia

È stata eseguita, tramite un sondaggio con 5 domande, un'indagine preliminare sull'accettazione della metodologia.

Ogni domanda prevede una valutazione gradata (*Min* = 1; *Max* = 4). Gli aspetti valutati sono stati i seguenti:

- facilità di utilizzo;
- utilità;
- velocità;
- percezione soggettiva della qualità dell'immagine;
- percezione soggettiva sulla tecnologia.

Quindici studenti del corso di laurea magistrale in "2Scienze delle Professioni Sanitarie Tecniche Diagnostiche" alla Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza di Roma sono stati reclutati per il test. Il test è stato condotto con lo smartphone Lumia 535 con le funzioni di base, in una zona con un campo "3G" wireless con potenza al 70%.

La Figura 5 mostra gli incoraggianti risultati. In particolare si evidenzia che:

- i primi tre aspetti hanno avuto un gradimento superiori a 3,4 in valore medio;
- i due aspetti relativi alla percezione (a) "percezione soggettiva della qualità dell'immagine" e (b) "percezione soggettiva della tecnologia" in valor medio hanno avuto un gradimento vicino a 3.

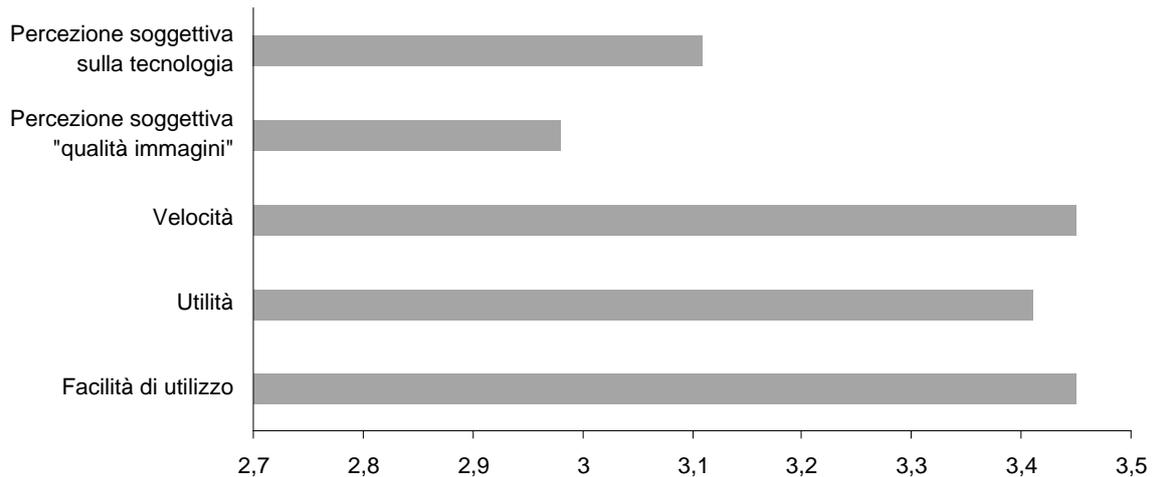


Figure 5. Valutazione preliminare della metodologia di teleconsulto basata su *WhatsApp*

Sviluppi futuri

Questo lavoro da un punto di vista globale mostra come gli *instant messenger* per lo più utilizzati nei *social network* potrebbero contribuire nel teleconsulto di immagini. In particolare lo studio dimostra che l'uso di *WhatsApp* per il teleconsulto è fattibile. Anche se lo studio è in una fase iniziale, i risultati preliminari stanno indicando che la metodologia potrebbe dare un grande contributo nel campo della telemedicina. Con la realizzazione di uno studio dedicato di *health technology assessment* (HTA) si prevede di dare indicazioni per stabilizzare e diffondere la metodologia. Al momento stiamo progettando un ambiente specifico per la valutazione della metodologia basato sull'HTA utilizzando un approccio precedente progettato in altri studi (1-7). Al fine di accelerare la valutazione che abbiamo programmato per la progettazione dei questionari per la raccolta dei dati nell'HTA stiamo utilizzando metodologie Microsoft Onedrive (Microsoft, USA) per lo sviluppo di sondaggi.

Bibliografia

1. Giansanti D, Morelli S, Macellari V. Experience at Italian National Institute of Health in the assessment of the quality in telemedicine: submission to a quality control process. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007;2007:3725-8.
2. Giansanti D, Morelli S, Macellari V. Experience at Italian National Institute of Health in the quality control in telemedicine: tools for gathering data information and quality assessing. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007;2007:2803-6.
3. Giansanti D, Morelli S, Macellari V. A protocol for the assessment of diagnostic accuracy in teleechocardiography imaging. *Telemed J E Health* 2007;13(4):399-405.
4. Giansanti D, Morelli S, Macellari V. Telemedicine technology assessment part II: tools for a quality control system. *Telemed J E Health* 2007;13(2):130-40.

5. Giansanti D, Morelli S, Macellari V. Telemedicine technology assessment part I: setup and validation of a quality control system. *Telemed J E Health* 2007;13(2):118-29.
6. Bedini R, Belardinelli A, Giansanti D, Guerriero L, Macellari V, Morelli S. Quality assessment and cataloguing of telemedicine applications. *J Telemed Telecare* 2006; 12(4):189-93.
7. Giansanti D, Castrichella L, Giovagnoli MR. The design of a health technology assessment system in telepathology. *Telemed J E Health* 2008;14:570-5

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Daniele Giansanti, Mauro Grigioni

Dipartimento di Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Da un punto di vista generale lo studio analizza le nuove direzioni di sviluppo e ricerca della radiologia digitale prendendo in considerazione (a) lo stato attuale della regolamentazione in applicazioni in rete (teleradiologia) e (b) le nuove applicazioni quali: l'integrazione nella realtà virtuale, l'integrazione nel *Computer Aided Manufacturing* (CAM), la radiologia domiciliare, l'integrazione nelle applicazioni (APP) medicali per smartphone.

Per quanto riguarda gli aspetti regolatori in applicazioni in rete lo studio prende le mosse dalle due precedenti esperienze condotte in Istituto Superiore di Sanità (ISS) documentate in due Rapporti Istisan richiamati nei contributi e ne ribadisce l'attualità.

Per quanto riguarda l'integrazione con la realtà virtuale e il CAM lo studio evidenzia come grazie a file in formato *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) proveniente dagli esami di radiologia digitale (es. Tomografia Computerizzata) oggi sia possibile:

- simulare un impianto osseo (ortopedico o dentale) prima dell'intervento, minimizzando i rischi, o effettuare una navigazione virtuale in un vaso o in un organo (ad esempio il colon).
- realizzare (con la dovuta precisione geometrica e con la dovuta compatibilità in termini di biomateriali) componenti di sostituzione ossea.
- realizzare dei kit di training in chirurgia, basati su realtà virtuale e risposta di tipo *force-feedback* che simula ad esempio durante il taglio con il bisturi virtuale le proprietà meccaniche dell'organo.

Per quanto riguarda la radiologia domiciliare e l'integrazione nelle APP medicali il lavoro evidenzia la disponibilità della tecnologia e in dettaglio:

- l'importanza nella realizzazione di processi di continuità della cura e di assistenza;
- la desiderabilità del cittadino di queste nuove applicazioni;
- le nuove chance di teleconsulto offerte dalle APP di *instant messenger*.

Per quanto riguarda le esperienze territoriali viene riportata un'esperienza di teleradiologia sul territorio italiano, illustrando l'architettura di rete e le applicazioni con particolare riferimento all'amministrazione di sistema evidenziando le potenzialità per il Servizio Sanitario Nazionale e l'importanza delle linee guida nazionali, seguite e richiamate più volte sia nel contributo che nell'intero studio.

I valori aggiunti dal lavoro scientifico sono i seguenti:

- Il *primo valore aggiunto* è rappresentato dall'analisi dell'attualità della situazione regolatoria delle applicazioni in rete in teleradiologia e delle relative referenze.
- Il *secondo valore aggiunto* è rappresentato dall'analisi delle nuove direzioni di sviluppo di integrazione con la realtà virtuale e/o aumentata e/o con il CAM della radiologia digitale.
- Il *terzo valore aggiunto* è rappresentato dall'analisi delle potenzialità di sviluppo in nuove applicazioni che vanno dalla radiologia domiciliare alle APP per tablet, dalla proposta di metodologie per la collezione dei desiderata di tecnologie da parte dei cittadini all'analisi dei potenziali cambiamenti degli scenari lavorativi e funzionali nell'SSN.

- Il *quarto valore aggiunto* è rappresentato dalle nuove opportunità offerte dalle nuove tecnologie quali gli *instant messenger* ad esempio per il teleconsulto in radiologia digitale.

Limiti dello studio

Naturalmente lo studio non ha l'ambizione di affrontare tutte le problematiche emergenti dall'utilizzo della radiologia digitale, bensì di essere da stimolo per gli stakeholder in relazione ai cambiamenti più evidenti in atto. Esistono comunque molte altre problematiche storiche connesse alla radiologia digitale di ampio respiro che non hanno trovato spazio nel presente lavoro quali ad esempio (a) l'impatto dell'*image-enhancement* e della *feature recognition*, e (b) gli aspetti radioprotezionistici.

*Serie Rapporti ISTISAN
numero di maggio 2017, 3° Suppl.*

*Stampato in proprio
Attività Editoriali – Istituto Superiore di Sanità*

Roma, maggio 2017