



# INTEGRAZIONE CLOUD E GESTIONE DEI DATI DICOM IN ODONTOIATRIA

**Luigi Rubino**

Medico Chirurgo Specialista in Odontostomatologia, Master in Odontoiatria Digitale, Dottore di Ricerca in Scienze Fisiche e Ingegneria dell'Innovazione Industriale ed Energetica. Professore a contratto Università di Genova, Pisa, Roma e Brescia  
Libero professionista, Genova

*Sarà sicuramente capitato a qualunque odontoiatra di non riuscire a leggere un esame radiologico (Ortopanto, CBCT, TC, etc.,) memorizzato su CD. Probabilmente molti sono portati a pensare che si tratti di inconvenienti frequenti, forse addirittura inevitabili, per coloro che approcciano il nuovo. Potrebbe però destare incredulità scoprire che si tratta di tecnologie che risalgono addirittura agli anni Ottanta, oggi purtroppo non sempre ottimizzate. Questo articolo descrive i motivi per i quali l'imaging radiologico, a 40 anni dalla creazione dello standard DICOM, può talvolta risultare non consultabile, né tanto meno condivisibile con colleghi e pazienti*

**N**egli anni '80, con il passaggio dalla gestione cartacea dei dati medicali al digitale nacque la necessità di introdurre nuovi sistemi informatici che corrispondessero alle nuove esigenze. La prima conferenza internazionale con oggetto il Picture Archiving and Communication System (PACS) si tenne a Newport Beach, California, nel gennaio 1982. Nel 1983 la National Electrical Manufacturer Association (NEMA) e l'American College of Radiology (ACR) giunsero alla creazione di uno standard definito "Digital Imaging and Communications in Medicine" (DICOM). Quaranta anni dopo, almeno in odontoiatria, c'è ancora molto da fare affinché queste intuizioni

siano universalmente accettate.

Oggi siamo agli albori di una nuova era industriale, la c.d. quarta rivoluzione dell'umanità, che con riferimento alla progressione cronologica delle precedenti, viene indicata aggiungendo il suffisso 4.0 al nome delle attività coinvolte: Industria 4.0, Sanità 4.0, Odontoiatria 4.0 etc.; tutti termini con cui abbiamo imparato a familiarizzare malgrado non ci sia sempre chiaro l'ambito di pertinenza.

La prima è stata la rivoluzione verificatasi nel neolitico che ha portato alla nascita dell'agricoltura (lavorazione manuale). La seconda è stata la rivoluzione industriale del diciannovesimo secolo in

cui si è assistito alla sostituzione dei “muscoli” umani o animali con processi meccanici. La terza è la recente rivoluzione digitale o informatica in cui circuiti elettronici sostituiscono o affiancano le capacità mentali umane.

Health 4.0 comprende Intelligenza Artificiale, Big Data Analytics, Internet of Things, Realtà Aumentata, Realtà Virtuale, Stampa 3D e sistemi robotici, unitamente a connettività mobile ad elevate prestazioni (5G) e all’uso pervasivo del cloud in ogni sua forma.

Purtroppo, malgrado il dentale abbia sperimentato un’entusiasmante crescita tecnologica negli ultimi anni, l’odontoiatria rispetto ad altre branche della medicina, fatica ancora ad accogliere pienamente la terza rivoluzione, quella digitale, relegando l’Odontoiatria 4.0 a pochissimi “Innovators” (E.M. Rogers, *Diffusion of Innovation Theory*, 1962).

Il formato DICOM, nato con l’intenzione di favorire l’interscambio dei dati tra sanitari e pazienti, è oggi spesso ancora lontano da raggiungere tale obiettivo perché talvolta adoperato in modo improprio. Al momento il modello di cloud computing 4.0 interattivo ipotizzato in questo articolo è da considerarsi un esercizio di “fantaodontoiatria” dell’autore.

## VANTAGGI DELL’INFORMATICA

L’avvento dell’era digitale, se da un lato ha consentito di pensionare il “cartaceo”, dall’altra ha richiesto la creazione di nuove ed efficaci metodiche di archiviazione e gestione dei dati capaci di integrarsi perfettamente nel workflow di un moderno studio odontoiatrico. Uno dei principali vantaggi dell’informatica è che tutte le informazioni necessarie possono essere memorizzate in formato digitale, che non dipendendo da un oggetto fisicamente tangibile, consente la condivisione di informazioni e lo stoccaggio in modalità estremamente versatili e qualora si adottino adeguati antivirus, firewall e mezzi di back up, sicure.

Nel nostro settore, ad esempio, file e modelli possono essere sottoposti a:

- **Condivisione.** La facile trasferibilità online del file rende semplice motivare il proprio lavoro, condividere, lavorare in remoto, simulare o chiedere pareri. Il file può essere inviato senza richiedere alcuna mobilità fisica di oggetti o persone e altrettanto facilmente è possibile riceverne un immediato riscontro.
- **Stoccaggio.** La necessità di uno spazio di stoccaggio fisico è completamente eliminata, il che significa che anche le radiografie, così come le impronte,

i modelli, etc. non possano danneggiarsi o deteriorarsi nell’immagazzinamento o nel trasporto.

- **Modifica.** Qualora nel prodotto finale fosse stato commesso un errore, come ad esempio una forma scorretta o poco funzionale, il processo non deve ricominciare dall’inizio. Le modifiche possono essere rivolte a un solo step del workflow e un nuovo prodotto può essere realizzato con più facilità.
- **Apprendimento e simulazione.** Si pensi alla realtà aumentata e a quella virtuale. Gli studenti delle professioni sanitarie possono ora sezionare cadaveri sullo schermo del computer, possono preparare denti e praticare procedure chirurgiche mediante simulatori dotati di dispositivi da indossare, c.d. aptici, che garantiscono feedback sensoriali (tattili, acustici, etc.) in tempo reale.

Negli anni Ottanta, con il passaggio dalla pellicola, cioè “dal cartaceo” al formato digitale, nacque l’esigenza di creare un sistema integrato per la gestione delle immagini diagnostiche che potesse garantire una più moderna fruizione. Una delle conseguenze di questo processo di innovazione fu l’urgente bisogno di archiviare e governare l’ingente mole di dati prodotta. Urgeva coordinare il “dialogo” tra i numerosi sistemi informatici prodotti dalle molteplici aziende fornitrici, evitando la frequente incompatibilità tra i diversi linguaggi di comunicazione in gioco (dati clinici, amministrativi, di laboratorio, di imaging, etc.). I software pur adottando protocolli standard di comunicazione, spesso non erano in grado di “colloquiare” efficientemente a causa di frequenti e vicendevoli conflitti interpretativi. La necessità di soddisfare tali esigenze portò in ambiente ospedaliero alla nascita del PACS. Una soluzione di cloud computing che oggi ha lo scopo di garantire:

- **upload veloce dei files DICOM;**
- **flessibilità di archiviazione e scalabilità.** Una capacità di archiviazione infinita tanto qualitativamente (Compatibilità) quanto quantitativamente (Gb), sempre adeguata alle esigenze della struttura e che non richieda con il tempo il rinnovo continuo né del software né del Hardware;
- **sicurezza e tutela della privacy.** Invulnerabilità da virus, attacchi informatici e dal furto di dati;
- **condivisione dei files con una varietà infinita di dispositivi (smartphone, tablet, workstation) propri e/o dei colleghi e/o dei pazienti;**
- **download rapido;**
- **integrazione con eventuali altri sistemi informatici come ad esempio programmi gestionali, software**

di videocamere, scanner, radiologia 2D, CBCT, stampante 3D, fotocamere, etc.

Il Cloud, grazie al software integrato direttamente in esso, consente all'operatore tanto la possibilità di visualizzazione passiva dei dati (Viewer) quanto quella attiva, come la pianificazione 3D online del DICOM o del CAD, cioè la conversione, la pianificazione, il matching, il CAD- CAM, la stampa 3D, sino alla gestione di sistemi di intelligenza artificiale (AI). Una soluzione di questo genere risolverebbe il problema della precoce obsolescenza dei computers e della necessità di democraticizzazione dell'informatica in odontoiatria.

Qualunque dispositivo capace di accedere al web sarebbe in grado di soddisfare le richieste minime hardware.

PACS (sistema di archiviazione e comunicazione delle immagini) è una tecnologia di imaging medicale utilizzata principalmente dalle organizzazioni sanitarie utile ad archiviare e trasmettere in modo sicuro immagini elettroniche e referti clinicamente rilevanti. L'uso di sistemi PACS risolve il problema delle archiviazioni manuali e del recupero di informazioni sensibili, filmati e report da fonti non omogenee e non comunicanti.

Al contrario, la documentazione medica e le immagini possono essere archiviate in modo sicuro in server fuori sede e accessibili in sicurezza, essenzialmente da qualsiasi parte del mondo, utilizzando software PACS, workstation e dispositivi mobili.

Purtroppo, in odontoiatria un servizio di questo tipo non esiste ma la necessità di soddisfare simili esigenze, capaci di garantire i requisiti ideali qui teorizzati, rende auspicabile un altrettanto valido sistema di cloud computing.

### **POTENZIALITÀ DI CONDIVISIONE E GESTIONE DEI DATI RADIOLOGICI**

L'immagine radiologica digitale si forma dalla registrazione elettronica del fascio modulato che, dopo aver colpito il rivelatore, viene elaborato elettronicamente per produrre un mosaico composto da elementi singoli affiancati gli uni agli altri detti pixel. Ognuno di questi elementi si compone di una singola tonalità di grigio in funzione dell'attenuazione dei raggi X in quel punto. L'insieme dei pixel in cui viene scomposta un'immagine, prende il nome di "matrice".

Ogni pixel reca più informazioni: due definiscono la sua posizione nella matrice (coordinate cartesiane x-y), un'altra identifica il valore di assorbimento della radiazione e quindi l'intensità dell'immagine in quella

specifica sede alla quale corrisponderà una relativa tonalità di grigio.

L'equivalente tridimensionale del pixel è il voxel; non è più un quadratino definito da un'altezza e una larghezza, ma diventa un piccolo cubo (o parallelepipedo) che ha come base e altezza le dimensioni del pixel e come profondità lo spessore di strato. Un'immagine radiologica 3D, come nel caso di una TC o di una Cone Beam, è composta di un insieme di voxels, ognuno dei quali ha un livello di grigio che rappresenta le proprietà fisiche (coefficiente di attenuazione) del tessuto nell'assorbimento dei raggi X. Le immagini radiologiche possono essere salvate in una varietà infinita di formati diversi. Qualora le si voglia poi visualizzare e/o utilizzare occorrerà adoperare lo specifico software con cui sono state create e archiviate, o uno ad esso compatibile. L'indisponibilità di quest'ultima opzione causerà l'impossibilità d'uso delle stesse che non potranno così essere lette.

Agli albori della radiologia digitale ciascuna azienda produttrice di apparecchiature relative all'imaging medicale (intendendo non solo quelle attinenti alla radiologia in senso stretto, bensì in modo più esteso anche la RMN, Ecografia, PET, etc.) soleva adoperare formati proprietari. Ciò impediva, a coloro che non fossero in possesso di quello specifico software, di accedere alle immagini.

L'esigenza di disporre di un formato universale necessario alla gestione delle immagini radiologiche digitali, che potesse essere fruibile da chiunque, a qualunque latitudine e al contempo riportasse tutta una serie di informazioni, portò nel 1983 (Figura 1) la National Electrical Manufacturer Association (NEMA) e (Figura 2) l'American College of Radiology (ACR) alla creazione di uno standard definito "Digital Imaging and Communications in Medicine" (DICOM). L'obiettivo era creare uno standard universale che definisse i criteri per la comunicazione, la visualizzazione, l'archiviazione e la stampa dell'imaging medicale, cioè uno standard che definisse come dovesse essere codificata, archiviata, trasmessa e stampata un'immagine medicale digitale e che includesse un insieme di protocolli (ognuno con precise specifiche, comandi e sintassi propria), ai quali le aziende produttrici dovevano necessariamente uniformarsi.

La sua diffusione si è rivelata estremamente vantaggiosa perché ha consentito una solida base di interscambio di informazioni tra apparecchiature di diversi produttori, server e PC, specifica per l'ambito biomedico.



1

Nel DICOM (figura 3) si riconoscono in particolare due strutture:

a) Header, cioè i metadati che descrivono l'immagine: il nome del paziente, la procedura, il nome dell'operatore, il luogo, i tempi e la data di acquisizione, amperaggio e voltaggio adoperati, etc.; (informazioni di tipo alfanumerico che oltre all'anagrafica includono anche informazioni di tipo tecnico e procedurale).

b) Dati pixel, che rappresentano l'immagine visualizzata. Queste ultime possono essere:

- 2D come nel caso di una radiografia toracica tradizionale, una RX endorale, una cefalometria o un'ortopantomografia.

-3D come nel caso di una TC, di una CBCT, di una RMN, etc.

- Ciascuna di esse, qualora occorra, potrà essere convertita in altri formati:
  - nel primo caso in altri formati 2D, quali ad esempio JPG, TIFF, PNG;
  - nel secondo caso in altri formati 3D, quali ad esempio STL, OBJ, PLY, etc.

Ciascuno di essi garantisce delle specifiche peculiari e con opportuni software può essere convertito negli altri. In ambito odontoiatrico l'STL (acronimo di Standard Triangulation Language) rappresenta il formato più noto, comporta file più "leggeri" ma al contrario di altri, come OBJ e PLY, non veicola informazioni relative al colore.

### **CATEGORIE PROFESSIONALI CHE ADOPERANO IL DICOM ODONTOIATRICO E CHE POTREBBERO GIOVARSI DI UN CLOUD COMPUTING ATTIVO**

Dal punto di vista teorico, i tempi per offrire un servizio di cloud computing in odontoiatria sono maturi; proviamo ad analizzare chi potrebbe usufruirne.

2



1 e 2. I loghi della National Electrical Manufacturer Association (NEMA) e dell'American College of Radiology (ACR): nel 1983 contribuirono alla creazione di uno standard definito "Digital Imaging and Communications in Medicine" (DICOM)

3. Esempio di dataset immagini in formato DICOM (DCM file)

🚫 DCT0000.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0001.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0002.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0003.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0004.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0005.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0006.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0007.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0008.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0009.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0010.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0011.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0012.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0013.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0014.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0015.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0016.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0017.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0018.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0019.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0020.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0021.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB
🚫 DCT0022.dcm	📁	12/11/2021 14:20	IrfanView DCM File	593 KB

3

### **Radiologi e tecnici di radiologia**

Hanno metabolizzato la rivoluzione digitale da molto tempo e non trovano particolare difficoltà a lavorare con i software radiologici ed eventualmente a provarne nuovi; questo è nel loro DNA, essi durante l'arco della loro vita professionale si trovano spesso nella condizione di aver a che fare con workstation, applicazioni, tecnologia, luoghi, etc., sempre diversi. Questa categoria annovera due figure:

- Radiologi e tecnici ospedalieri. Tutti gli ospedali

posseggono il PACS (Picture Archiving and Communication System). Per motivi di sicurezza e privacy è da escludere che gli odontoiatri possano accedervi, quantomeno nel breve periodo.

- Radiologi e tecnici che lavorano in strutture private. **Sebbene potenzialmente potrebbero avere interesse ad usare un eventuale servizio per condividere i files DICOM con gli odontoiatri, è presumibile che difficilmente questi sarebbero felici di obbligare i loro clienti odontoiatri a usare nuovi software,** inoltre, la necessità di tutelare la privacy del paziente potrebbe rappresentare un ostacolo alla diffusione del servizio.

### **Odontoiatri**

Premesso che un'indagine del 2016 ha stabilito che solo il 28 % degli odontoiatri italiani è in possesso di un software gestionale, in questo ambito possiamo distinguere:

#### **Odontoiatri che possiedono la CBCT**

In Italia sono molti gli studi odontoiatrici che posseggono una CBCT ma non sono ancora la maggioranza. Questi dispongono chiaramente del software venduto in bundle.

Essi hanno necessariamente affinità con l'informatica ma spesso potrebbero provare resistenza nel cambiare software in favore di applicazioni verso cui non hanno familiarità. Inoltre, qualora volessero adoperare il Cloud dovrebbero esportare il dataset dopo averlo scompattato (generalmente i files non sono disponibili nel formato finale, al contrario ad esempio di quanto si verifica con lo scanner dove i files dopo la scansione sono già disponibili nella cartella), quindi individuare la sequenza DICOM, salvarla su una cartella e successivamente operare l'upload al cloud.

Questa categoria di odontoiatri è almeno sulla carta attenta al digitale, teoricamente in grado di usufruire dei vantaggi di un eventuale cloud computing e possiede un hardware adeguato a queste operazioni. Rimane da chiedersi se essi proveranno l'esigenza di eseguire queste operazioni. Indubbiamente la possibilità di poter visualizzare, condividere con altri computer, poter gestire i files con un Pad o smartphone è interessante e consente innegabili vantaggi.

Tutte le aziende che vendono CBCT forniscono un software a corredo; in questa categoria odontoiatrica si possono descrivere due ulteriori sottocategorie:

- a) il software non prevede un servizio cloud. Questa è la condizione che attualmente si verifica nella maggior parte dei casi.

- b) il software prevede un servizio cloud nativo.

Alcune aziende forniscono un software in cui la funzione cloud è già presente ma, in genere, fruibile esclusivamente da coloro che possiedono la licenza d'uso. Questo software e quindi questo cloud consentono di gestire sia le immagini 2D che quelle 3D, oltre a foto, video, etc., in unica applicazione. Se lo studio possiede sia la CBCT che i dispositivi di acquisizione 2D (fosfori o RVG, telecamera intraorale) della stessa marca, sarà sufficiente che il team familiarizzi con un unico software su cui importare eventualmente i dati anagrafici di uno ulteriore, quello gestionale.

Questa categoria rappresenta una minima parte del mercato e forse potrebbe essere interessata al "PACS odontoiatrico" esclusivamente quando abbia la necessità di condividere il DICOM con i colleghi, cioè in quei casi in cui ricorre all'invio dei files tramite servizi come Wetransfer.

#### **Odontoiatri che non possiedono la CBCT**

Questi invece chiedono al paziente di recarsi in uno studio radiologico dove viene eseguito l'esame che viene consegnato su supporto digitale, generalmente su un CD e molto spesso anche su acetato, cioè cartaceo.

Circa questa categoria è possibile descrivere delle sottocategorie.

- a) Odontoiatri che chiedono il supporto cartaceo perché generalmente incapaci di utilizzare il supporto digitale. Molti colleghi, infatti, chiedono ancora il poco versatile supporto analogico perché generalmente poco capaci nel gestire i software. Essi sono ancora molti. Malgrado la rivoluzione digitale in atto da tempo in odontoiatria, questa sottocategoria non è ancora sensibile ad una proposta come il cloud.
- b) Odontoiatri che chiedono il supporto digitale, generalmente si tratta di un CD. Occorre premettere che nel cd, insieme ai dati radiologici, gli odontoiatri trovano un viewer, spesso proprietario, con il quale effettuare operazioni di visualizzazione basilari. Gli odontoiatri che chiedono l'esame su CD si dividono in due sottocategorie.
  - I. Odontoiatri esperti di computer disposti ad usare nuovi software. Questo è l'utente ideale di quanto ipotizzato. In futuro si prevede che la maggior parte dei dentisti che non possedendo una CBCT, preferiscono riferire i pazienti a uno studio radiologico, apparterrà a questa sottocategoria.
  - II. Odontoiatri poco esperti di informatica. Questi proveranno difficoltà ad abbandonare il viewer



# VistaSoft Cloud

Basta un click per condividere  
le tue immagini DICOM con chi  
vuoi, in modo semplice e sicuro



**DÜRR  
DENTAL**

Il software VistaSoft gestisce tutti i device digitali Dürr Dental e genera file DICOM, condivisibili tramite VistaSoft Cloud.

**Dürr Dental, specialisti al tuo servizio.**

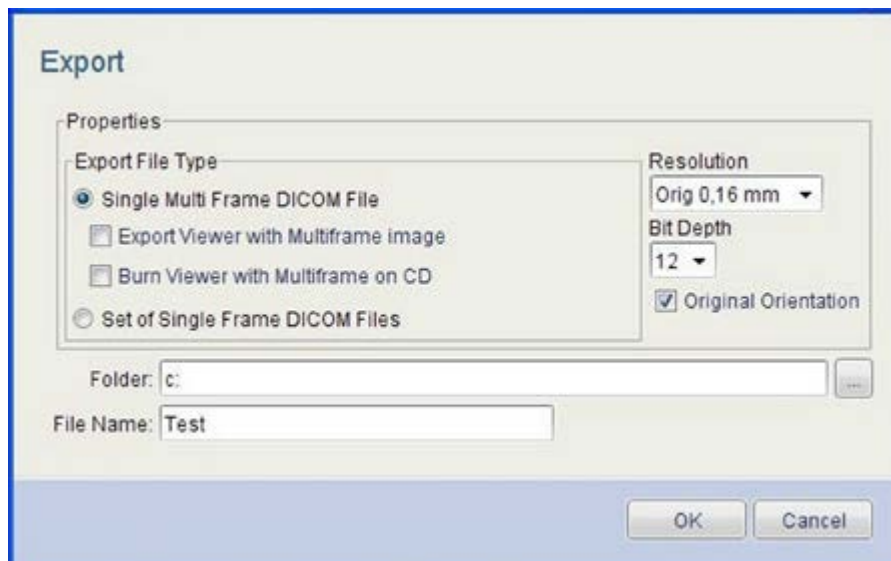
**4. Esempio di dataset immagini in formato proprietario**

Nome	Ultima modifica	Tipo	Dimensione
0000-5096fed077c_vml_0	15/07/2022 15:36	File	1 KB
0000-5096fed077c_vml_0	15/07/2022 15:35	File	62 KB
0000-5096fed077c_vml_0_000	15/07/2022 15:35	File	1 KB
0000-5096fed077c_vml_0_001	15/07/2022 15:35	File	1 KB
0000-5096fed077c_vml_0_002	15/07/2022 15:35	File	1 KB
0000-5096fed077c_vml_0_003	15/07/2022 15:35	File	1 KB
0000-5096fed077c_vml_0_004	15/07/2022 15:35	File	41 KB
0000-5096fed077c_vml_0_005	15/07/2022 15:35	File	139 KB
0000-5096fed077c_vml_0_006	15/07/2022 15:35	File	277 KB
0000-5096fed077c_vml_0_007	15/07/2022 15:35	File	313 KB
0000-5096fed077c_vml_0_008	15/07/2022 15:35	File	333 KB
0000-5096fed077c_vml_0_009	15/07/2022 15:35	File	347 KB
0000-5096fed077c_vml_0_010	15/07/2022 15:35	File	352 KB
0000-5096fed077c_vml_0_011	15/07/2022 15:35	File	353 KB
0000-5096fed077c_vml_0_012	15/07/2022 15:35	File	356 KB
0000-5096fed077c_vml_0_013	15/07/2022 15:35	File	356 KB
0000-5096fed077c_vml_0_014	15/07/2022 15:35	File	356 KB
0000-5096fed077c_vml_0_015	15/07/2022 15:35	File	357 KB
0000-5096fed077c_vml_0_016	15/07/2022 15:35	File	357 KB
0000-5096fed077c_vml_0_017	15/07/2022 15:35	File	357 KB
0000-5096fed077c_vml_0_018	15/07/2022 15:35	File	358 KB
0000-5096fed077c_vml_0_019	15/07/2022 15:35	File	358 KB
0000-5096fed077c_vml_0_020	15/07/2022 15:35	File	358 KB
0000-5096fed077c_vml_0_021	15/07/2022 15:35	File	358 KB
0000-5096fed077c_vml_0_022	15/07/2022 15:35	File	359 KB
0000-5096fed077c_vml_0_023	15/07/2022 15:35	File	359 KB
0000-5096fed077c_vml_0_024	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_025	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_026	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_027	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_028	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_029	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_030	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_031	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_032	15/07/2022 15:35	File	360 KB
0000-5096fed077c_vml_0_033	15/07/2022 15:35	File	359 KB

presente nel CD in favore di un software diverso con cui non hanno familiarità. Questo tipo di operatori ha spesso un hardware inadeguato e trova inoltre grosse difficoltà a selezionare selettivamente la sequenza dei files DICOM in modo da poter eseguire l'upload al cloud. Questa difficoltà è ulteriormente aggravata o addirittura resa impossibile, dal fatto che oggi alcune aziende non salvano routinariamente i files in formato DICOM, cioè in un formato universale, come le linee guida da tempo auspicano. Queste aziende preferiscono salvare i files:

**5. Modalità di esportazione: Single Frame e Multiframe**

- in formato proprietario (Figura 4). In questo caso



l'utente potrà gestire i files esclusivamente ricorrendo al viewer con il quale, salvo rare eccezioni, nella maggior parte dei casi non è possibile ottenere la conversione formato proprietario-DICOM. L'odontoiatra, a meno che non possieda quello specifico software, ma in versione pro, cioè a pagamento, potrà ottenere il formato DICOM esclusivamente facendone esplicita richiesta allo studio radiologico che ha eseguito l'esame. Lo studio radiologico, malgrado abbia tutto l'interesse a mantenere un rapporto di cordialità con i propri utenti, per motivi di privacy, è generalmente costretto a produrre un nuovo CD e a consegnarlo personalmente al paziente che dovrà recarsi nuovamente nello studio radiologico prima e in quello odontoiatrico poi. N.B. alcuni centri radiologici recentemente hanno introdotto, per il solo paziente, la possibilità di procedere al download remoto degli esami e del referto previa digitazione di apposita password fornita al momento dell'esame;

- in formato DICOM, ma "compresso" seguendo modalità di memorizzazione peculiari. Questa opzione di esportazione dei file DICOM nasce dalla necessità di alcuni software di essere meno esigenti come caratteristiche hardware minime richieste (RAM, processore e scheda video). Ciò può comportare disagi simili al punto precedente, attenuati però dalla possibilità di poter processare il DICOM, oltre che con il software di origine, facendo ricorso ad altre applicazioni compatibili, spesso a pagamento.
- Single Frame. Set di file DICOM a fotogramma singolo (ogni immagine DICOM viene salvata come 1 file separato).
- Multi frame. File DICOM multiframe singolo (1 solo file che contiene tutte le immagini DICOM). Questa opzione di esportazione, evita di ripetere i metadati, cioè le stesse informazioni, su ogni singolo frame, consentendo la creazione di file più "leggeri", cioè meno gravosi da processare. Essa evita di memorizzare (includere nel dataset, es. CD) informazioni ridondanti, richiede hardware meno performanti ma può causare delle restrizioni circa alcune caratteristiche delle immagini (ad esempio orientamento del frame nello spazio). Il supporto a questo tipo di archiviazione è stato inferiore rispetto alla memorizzazione singleframe, anche se negli ultimi anni la situazione è migliorata.

Questo tipo di dentisti certamente non rappresenta il cliente ideale di un eventuale applicazione di cloud computing.

## CONCLUSIONI

Il modello dell'Industria 4.0, dimostrandosi versatile e adattabile ai più moderni contesti, potrebbe presto trovare applicazione nel settore odontoiatrico dando vita alla c.d. "Odontoiatria 4.0". Malgrado il dentale abbia sperimentato un'entusiasmante crescita tecnologica negli ultimi anni, l'odontoiatria rispetto ad altre branche della medicina, all'ingegneria biomedica, all'automotive, all'aeronautica, alla prototipazione rapida, all'elettronica o altro, sembra essere indietro di oltre un decennio nell'adottare o integrare le nuove tecnologie su vasta scala. Tale ritardo è forse in parte imputabile al fatto che si tratta di un'attività sanitaria affidata per lo più al privato; il singolo rispetto ad altre branche della medicina è generalmente vincolato da risorse finanziarie più limitate, da problemi di formazione e di conformità del personale, nonché dal timore di una rapida obsolescenza e scarsa affidabilità di software e apparecchiature. Pertanto, alcuni dei progressi tecnologici oggi in rapido sviluppo in altri settori, sono più lenti a essere integrati in odontoiatria. L'adozione delle tecnologie digitali, malgrado oggi

rappresenti il trend in maggior crescita nel mercato odontoiatrico, trovando ancora la riluttanza di molti, fatica ancora a vedere massivamente accettato l'impiego dell'odontoiatria 3.0. Non fanno eccezione gli standard PACS e DICOM che, nati negli anni Ottanta con la finalità di rendere universalmente fruibili i dati medicali, rimangono tuttora poco ottimizzati. La Raccomandazione UE del 6 Febbraio 2019 che ribadisce che i dati DICOM siano allegati a corredo di qualunque imaging medicale è purtroppo spesso tuttora disattesa e il modello di cloud computing interattivo ipotizzato in questo articolo rimane attualmente un esercizio di "fantaodontoiatria" che al pari dei testi di fantascienza disponibili in letteratura e al cinema si spera possa rappresentare una realtà a venire.

***"Non esiste fantascienza senza scienza, come non esiste scienza senza fantascienza."***

**Carlo Rubbia**

*Articolo ispirato da medici, infermieri OSS etc dell'Ospedale di Sestri Levante che durante il covid mi hanno consentito di continuare a sentirmi un medico*

## BIBLIOGRAFIA

1. Arenson RL, Andriole KP, Avrin DE, Gould RG. Computers in imaging and health care: now and in the future. *J Digit Imaging*. 2000 Nov;13(4):145-56.
2. BaharMansoori, Karen K.ErhardJeffrey, L.Sunshine, Picture Archiving and Communication System (PACS) implementation, integration & benefits in an integrated health system. *Acad Radiol*. 2012 Feb;19(2): 229-35.
3. Boonstra A, Broekhuis M. Barriers to the acceptance of electronic medical records by physicians from systematic review to taxonomy and interventions. *BMC Heal Serv Res*. 2010 Aug 6;10:231.
4. Dzingle D, May GA, Garland HT. Digital radiography and film scanners: automating the transition to filmless radiology. *J Digit Imaging*. 2001 Jun;14(2 Suppl 1):128-30.
5. Ernst RD, Baumgartner BR, Tamm EP, Torres WE. Development of a teaching file by using a DICOM database. *Radiographics* 2002 Jan-Feb;22(1):217-21.
6. Huang HK. From PACS to Web-based ePR system with image distribution for enterprise-level filmless healthcare delivery. *Radiol Phys Technol*. 2011 Jul;4(2):91-108.
7. Huang HK. Short history of PACS. Part I: USA. *Euro J Rad*. 2011 May;78(2):163-76.
8. Huang HK. Medical imaging, PACS, and imaging informatics: retrospective. *Radiol Phys Technol*. 2014 Jan;7(1):5-24.
9. van der Zande MM, Gorter RC, Aartman IH, Wismeijer D. Adoption and use of digital technologies among general dental practitioners in the Netherlands *PLoS One*. 2015 Mar 26;10(3):e0120725.
10. Parashos P, Messer HH. The diffusion of innovation in dentistry: A review using rotary nickel-titanium technology as an example. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006 Mar;101(3):395-401.
11. Smail M, Philbin J. Multi-series DICOM: an Extension of DICOM That Stores a Whole Study in a Single Object. *J Digit Imaging*. 2013 Aug; 26(4):691-7.
12. Strickland NH. PACS (picture archiving and communication systems): filmless radiology. *Arch Dis Child*: 2000;83;82-86 doi:10.1136/adc.83.1.82
13. van der Zande MM, Gorter RC, Wismeijer D. Dental practitioners and a digital future: an initial exploration of barriers and incentives to adopting digital technologies. *Br Dent J*. 2013; 215(11):E21.
14. Vedel I, Lapointe L, Lussier MT, Richard C, Goudreau J, Lalonde L, et al. Healthcare professionals' adoption and use of a clinical information system (CIS) in primary care: insights from the Da Vinci study. *Int J Med Inform*. 2012; 81(2):73-87
15. Varma DR, Managing DICOM images: Tips and tricks for the radiologist. *Indian J Radiol Imaging* 2012 Jan;22(1):4-13
16. Wiggins RH 3rd, Davidson HC, Harnsberger HR, Lauman JR, Geode PA. Image file formats: Past, present, and future. *Radiographics* 2001;21(3):789-98.