

# eHealth

Innovazione e Tecnologia in Ospedale

35 marzo 2015

corso di  
perfezionamento in

HTA



INTERACTIVE NEWS

ISSN 2038 - 4238  
Mensile - Anno VII - Poste Italiane S.p.A.  
Sped. in Abb. Postale - D.L. 353/2003  
(conv. in L. 27/02/2004 n. 46) Art. 1 Comma 1 - DCB Roma  
contiene I.R.

medicina telematica



Quali sono le condizioni  
necessarie per un  
sistema di telemedicina  
efficace ed efficiente

infermieristica



Caratteristiche, ruolo  
e valore aggiunto  
dell'infermiere  
di camera operatoria

imaging digitale



Il (non facile) percorso  
di trasformazione  
digitale della sanità

Il protagonista del mese  
**Maurizio Ferrante**

Direttore Sanitario San Giovanni Calibita  
dei Fatebenefratelli

**Cinzia Campari**

autore

Staff Programmazione e Controllo,  
Azienda USL di Reggio Emilia  
IRCCS-Arcispedale Santa Maria  
Nuova, Reggio Emilia



**Andrea Nitrosi**

Servizio di Fisica Medica - Azienda  
Ospedaliera S. Maria Nuova di Reggio  
Emilia - IRCCS

autore

**Pierpaolo Pattacini**



autore

Dipartimento  
Interaziendale di  
Diagnostica per  
Immagini e Medicina  
di Laboratorio Azienda  
USL di Reggio Emilia -  
Azienda Ospedaliera  
S. Maria Nuova di  
Reggio Emilia - IRCCS

# La tomosintesi della mammella

## INTERACTIVE NEWS

Il vantaggio principale della digitalizzazione delle immagini mammografiche è nella rapidità di esecuzione e nella possibilità di archiviazione e gestione delle immagini su supporto digitale, eventualmente impiegando i sistemi PACS esistenti. Ma la gestione digitale non è l'unico vantaggio. Grazie ai nostri autori, analizziamo oggi altri importanti aspetti

### DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA

Mentre per la Radiologia generale, grazie all'introduzione di rivelatori digitali negli apparecchi radiologici e di sistemi PACS per la visualizzazione e archiviazione delle immagini, il percorso verso la gestione digitale delle immagini si trova ormai ad uno stadio avanzato, solo in tempi più recenti hanno cominciato a diffondersi sistemi digitali per l'esecuzione degli esami radiografici della mammella (mammografia). I costruttori di tali apparecchi hanno, infatti, dotato i mammografi tradizionali di rivelatori digitali.

Questi rivelatori differiscono da quelli impiegati in Radiologia generale principalmente per le dimensioni più ridotte dei singoli elementi sensibili. Una più alta risoluzione è, infatti, necessaria per rivelare i piccoli dettagli presenti nella mammella (ad esempio le microcalcificazioni).

Come per la radiografia generale, il vantaggio principale della digitalizzazione delle immagini mammografiche è nella rapidità di esecuzione (è eliminata la fase dello sviluppo delle pellicole) e nella possibilità di archiviazione e gestione delle immagini su supporto digitale, eventualmente impiegando i sistemi PACS esistenti. Ciò permette, ad esempio, un immediato confronto con gli esami precedenti del paziente, ottenuti sia per via radiologica che con altre modalità (ad es. Risonanza Magnetica, modalità intrinsecamente digitale).

La gestione digitale non è l'unico vantaggio: l'impiego di questi rivelatori consente una riduzione della dose al paziente (indicativamente del 30-50%), un miglioramento della qualità di immagine e la possibilità di impiego di strumenti caratteristici dei sistemi digitali. Tra questi, i

sistemi CAD (Computed Aided Detection) che supportano il Radiologo nella ricerca di possibili lesioni, impiegati soprattutto come verifica (seconda lettura) degli esami ottenuti durante le sessioni di screening mammografico.

Nonostante questi progressi, come per tutti gli esami di radiografia tradizionale, il problema fondamentale della mammografia, anche nella sua versione digitale, è la sovrapposizione nel piano dell'immagine delle strutture anatomiche che si trovano in un volume tridimensionale. Questa "interferenza" di strutture anatomiche poste in piani diversi rende arduo e talvolta impossibile il riconoscimento della lesione ed induce a ipotizzare tecniche di tipo tomografico, in cui, cioè, le informazioni in ogni immagine si riferiscono ad un singolo strato dell'organo da esaminare.

La grande industria si è orientata ad ottenere un risultato tomografico senza cambiare totalmente la geometria d'acquisizione delle immagini, rispetto alla mammografia digitale tradizionale. Questa nuova tecnica, detta Tomosintesi (DBT - Digital Breast Tomosynthesis), impiega la stessa geometria di un mammografo in cui il tubo a raggi X, invece di rimanere fisso, compie un piccolo arco di rotazione (da 15° a 60° a seconda dei sistemi), ottenendo una serie di "proiezioni" con diverse angolazioni. Tali immagini, ottenute con un rivelatore digitale e singolarmente a bassa dose (complessivamente ad un'acquisizione DBT

corrisponde all'incirca la stessa dose di una proiezione 2D), vengono rielaborate con algoritmi simili a quelli impiegati in Tomografia Computerizzata (TC). La mammella viene poi visualizzata "scorrendo" le immagini corrispondenti a diverse sezioni dell'organo, perpendicolari all'asse centrale di rotazione (spessore di 0.5 - 1 mm).

La limitatezza dell'angolo di rotazione (rispetto alla rotazione di 360° della TC) non consente però una completa cancellazione dalle immagini dei particolari contenuti nei piani sopra o sottostanti rispetto a quello di interesse ("ombre di trascinamento"). Tuttavia, i particolari anatomici realmente presenti nel piano esaminato, appaiono perfettamente "a fuoco" e quindi con una evidenza (rapporto segnale/rumore) molto maggiore: ciò consente una diagnosi più facile e sicura (riduzione dei falsi positivi e negati-

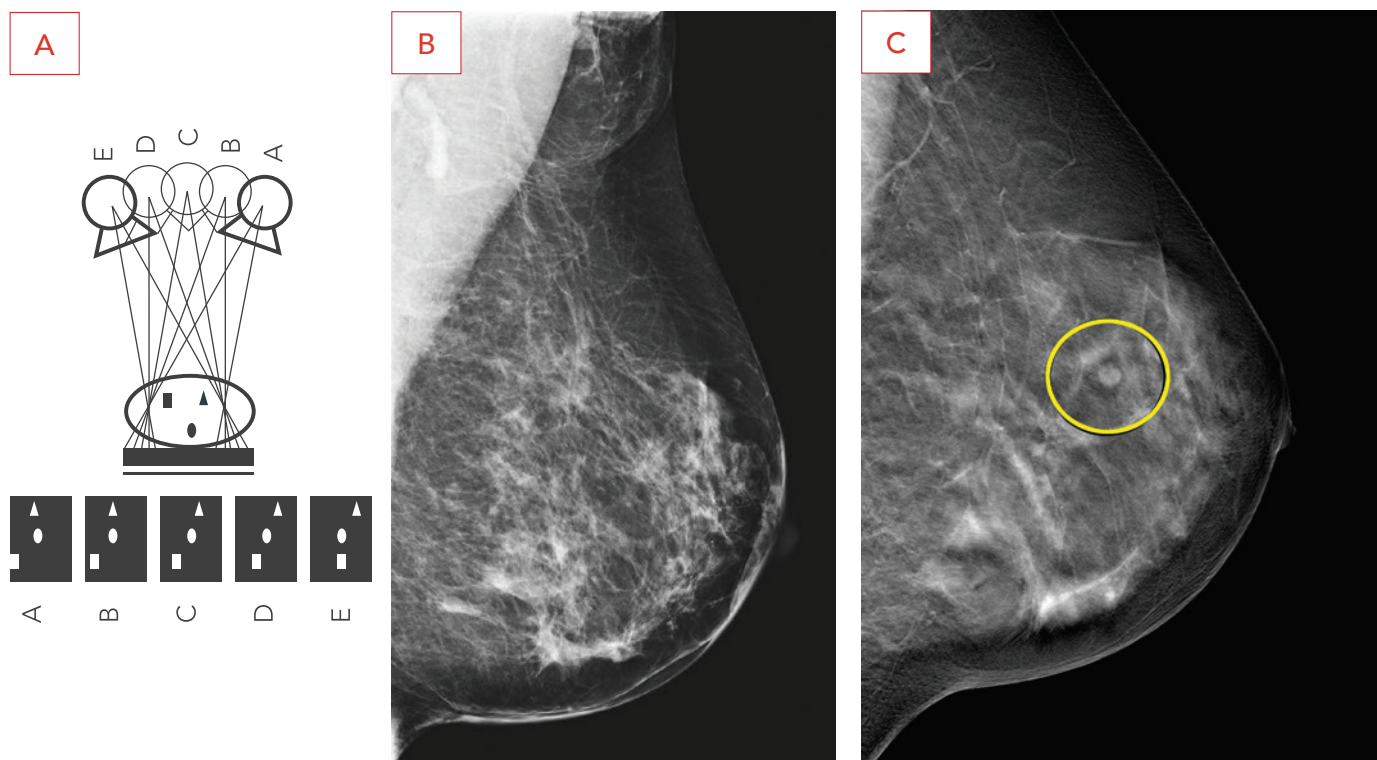


Figura 1. A): il principio di funzionamento della tomosintesi: il tubo a raggi X esegue una rotazione su un arco limitato, producendo una serie di viste dell'oggetto, sotto angoli di vista differenti. Si osservi come cambia, nelle varie viste, la posizione relativa dei tre oggetti schematizzati. B): l'immagine (digitale) convenzionale non mostra particolari di rilievo. C) l'immagine di tomosintesi evidenzia chiaramente, nel piano selezionato, la presenza di una cisti (dal sito <http://www.hologic.com/wh/whccl.cfm>).

vi). L'acquisizione in Tomosintesi richiede un tempo leggermente superiore (da 3 a 10 secondi) a quello di un'immagine planare. Si tratta, comunque, di tempi assai ridotti rispetto a quelli richiesti per l'esecuzione dell'esame (preparazione e posizionamento della paziente). È evidente che un mammografo con la dotazione di tomosintesi può eseguire anche immagini planari tradizionali. In più, per consentire un confronto con la modalità più tradizionale, è possibile eseguire in sequenza i due tipi di acquisizione (tomografica e planare), mantenendo la mammella della paziente nella medesima posizione/compressione. Più di recente sono stati introdotti algoritmi per la ricostruzione di immagini simil-2D (detta anche "immagini sintetiche") a partire dalle immagini di tomosintesi, che consentono, di fatto, di duplicare l'esposizione.

Al momento, tutti i sistemi di Tomosintesi condividono la stessa struttura di base e sono praticamente identici come aspetto ad una piattaforma di Mammografia Tradizionale. Essi sono costituiti principalmente da:

- un rivelatore digitale, per creare immagini tomografiche di sezioni trasversali o fette di un volume, a conversione indiretta (utilizzato da GE) o a conversione diretta (utilizzato da

Hologic, da IMS e da Siemens);

- un piatto di compressione e supporto per la mammella;
- un tubo radiogeno, montato su un braccio, che eroga raggi X convenzionali.

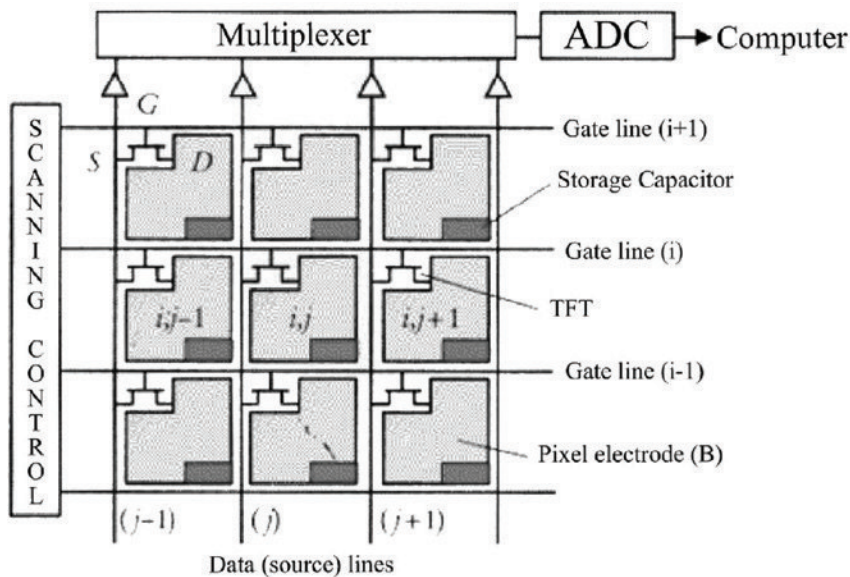


Figura 2: uno schema di "matrice attiva" di transistor "a film sottile, ovvero il sistema che accumula la carica elettrica incidente. La matrice è suddivisa in tante cellette, corrispondenti ad un pixel dell'immagine, che raccolgono la carica ad esse indirizzata tramite un elettrodo collettore connesso ad un condensatore che la immagazzina e ne permette il trasporto attraverso delle "porte". Esse collegano la matrice ad un convertitore da analogico a digitale (ADC), il quale digitalizza il segnale ancora analogico.

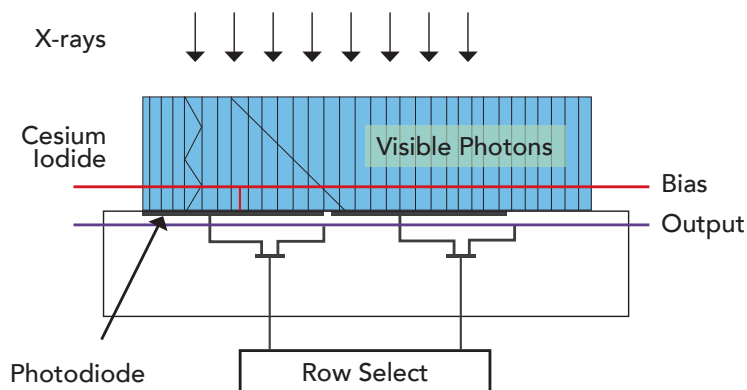


Figura 3: schema del rivelatore a conversione indiretta, in cui i fotoni X vengono convertiti in luce visibile in seguito all'interazione con lo strato di Ioduro di Cesio attivato al Tallio, quindi i fotoni luce sono convertiti in carica elettrica dallo strato di fotodiodi, che viene successivamente raccolta dalla AMA di TFT.

Diversi importanti aspetti della fase di post-acquisizione nell'imaging della Tomosintesi della mammella possono incidere sulla qualità delle immagini cliniche

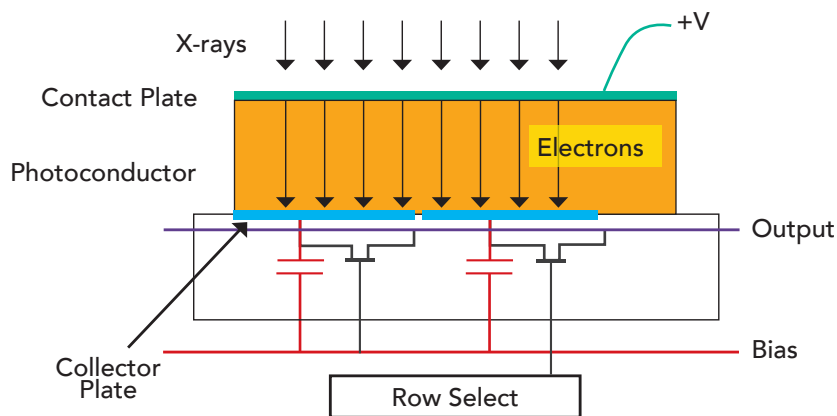


Figura 4: schema del rivelatore a conversione diretta, in cui i fotoni X vengono convertiti in coppie elettrone-lacuna in seguito all'interazione della radiazione X con lo strato di aSe. Le cariche così generate, guidate da un intenso campo elettrico (ca 5000 V) poste ai capi del fotoconduttore, vengono raccolte dalla matrice di TFT.

### I RILEVATORI DIGITALI

In aggiunta ai requisiti previsti per i rivelatori di Mammografia Digitale, quelli per Tomosintesi necessitano di funzionalità aggiuntive, quali: tempo di lettura più veloce, per mantenere il tempo totale di acqui-

sizione di tutte le proiezioni al minimo; minima riduzione nell'efficienza quantica di rilevazione (DQE) a basse esposizioni, data la necessità di suddividere l'esposizione totale in più proiezioni.

Nei rivelatori a conversione indiretta, la radiazione X interagisce dapprima con uno strato di materiale scintillatore, tipicamente ioduro di Cesio attivato al Tallio (CsI:Tl), depositato sopra la matrice dei fotodiodi stesa al di sopra di una "matrice attiva" (AMA) di transistor "a film sottile" (TFT - thin film transistor). I fotodiodi convertono l'impulso luminoso generato dalla radiazione X con lo scintillatore in segnale elettrico, successivamente raccolto dalla Matrice Attiva punto per punto. Al fine di limitare la diffusione della luce all'interno dello strato scintillatore e quindi la dispersione dell'informazione sui cristalli di Ioduro di Cesio adiacenti a quelli di prima interazione, lo strato scintillatore viene realizzato con microcristalli a struttura aghiforme (diametro 5-10 mi-

**EgyMedica  
&  
Hospital Build**



**15<sup>th</sup> International Medical  
Exhibition & Conference**

The Official Exhibition  
for Biggest Medical  
Investment in  
Egypt and Africa

**7-9  
MAY  
2015**

Cairo Int'l Conventions Center  
**CAIRO - EGYPT**  
[www.egymedica.com](http://www.egymedica.com)

**15**

- All medical Equipment and supplies for :  
Clinics, Hospitals, Laboratories, Radiology Centers, Dental Centers, Optical Centers
- Compensatory Devices
- Hospitals Services Marketing
- Pharmaceutical Industry



Organizer  
**GREEN  
LAND**

Green Land For Organizing International Exhibitions & Conferences  
Address: 35 Oboor Building – Salah Salem - Heliopolis - Floor (13) – Cairo – Egypt  
Tel: (+2) (02) 24027493 – 22637034 - 22637054  
Fax: (+2) (02) 22637034  
Mobile: (+2) 010 0364 8329 - 012 83633814

**egymedica**  
f You t



cron; lunghezza 600 micron), che fungono così da guida di luce.

Nei rivelatori a conversione diretta sul TFT è, invece, depositato uno strato di materiale fotoconduttore (tipicamente Selenio amorfo - aSe). In esito alla interazione della radiazione X incidente con il fotoconduttore, si generano all'interno di esso coppie elettrone - lacuna. Un intenso campo elettrico posto ai capi del fotonduttore evita che le cariche così prodotte si ricombinino, ma vengano fatte migrare verso la superficie e raccolte dalla AMA. I sistemi a conversione diretta presentano una elevatissima risoluzione spaziale. Le caratteristiche fisiche del Selenio, che presenta un numero atomico molto basso ( $Z = 34$ ) lo rendono poco adatto a frenare la radiazione X alle energie tipicamente utilizzate in radiodiagnostica (40 – 150 kV), ma comunque efficace nelle energie in gioco in mammografia (generalmente  $< 35$  kV).

### LA GRIGLIA ANTIDIFFUSIONE

Uno dei principali svantaggi della DBT consiste nell'aumento significativo della quantità di radiazione diffusa per ogni proiezione, in confronto alla Mammografia Tradizionale, che riduce la visibilità e introduce dati incoerenti nella ricostruzione con conseguente perdita di contrasto. In Mammografia, il problema della radiazione diffusa è stato affrontato mediante l'uso di griglie anti-scatter, poste tra la mammella e il rivelatore, che assorbono in modo preferenziale le radiazioni secondarie, permettendo il passaggio dei fotoni primari, al prezzo, però, di un aumento della dose alla mammella (anche del 40%). IN DBT, l'angolo di incidenza dei raggi X sul rivelatore cambia da proiezione a proiezione e le griglie convenzionali per 2D non sono utilizzabili. Questo limite è stato superato mediante l'utilizzo di nuovi modelli di griglie, con le lamelle orientate parallelamente alla direzione dei raggi X o griglie dette a "nido d'ape" con lamelle conformate come cellette di un alveare.

### MOVIMENTO "STEP AND SHOOT" E MOVIMENTO CONTINUO DEL GANTRY

Il movimento della sorgente di raggi X può essere continuo o di tipo "step and shot", in cui la sorgente radiogena compie un arresto completo prima di ogni erogazione dei raggi X.

La prima, movimento continuo, è utilizzata da Hologic e Siemens; l'approccio "step and shoot" è invece utilizzato da GE e da IMS.

### LE TECNICHE DI RICOSTRUZIONE

Diversi importanti aspetti della fase di post-acquisizione nell'imaging della Tomosintesi della mammella possono incidere sulla qualità delle immagini cliniche. Tra questi, il principale è l'algoritmo di ricostruzione, che genera una rappresentazione tridimensionale del volume mammario a partire dalle proiezioni acquisite, ma anche dopo la ricostruzione, processi addizionali come gli algoritmi di

riduzione degli artefatti possono incidere sulla performance.

Nel corso degli anni sono stati implementati diversi metodi di ricostruzione delle immagini per i sistemi di DBT. Questi metodi possono essere classificati in due categorie:

- metodi iterativi, che includono quelli basati sulle tecniche di ricostruzione algebrica, oggi in via di ampia diffusione anche per i sistemi TC;
- metodi non iterativi, i quali includono gli algoritmi di semplice retroproiezione (Back Projection - BP) e gli algoritmi di retroproiezione filtrata (Filtered Back Projection - FBP), comunemente usati nella ricostruzione TC e modificati per il problema dell'angolo limitato che si presenta in Tomosintesi.

### **GLI ARTEFATTI DA RICOSTRUZIONE**

Dato il limitato campionamento del dominio delle frequenze coinvolto nell'acquisizione di DBT per il limitato range angolare, questa modalità di imaging risulta essere molto suscettibile agli artefatti da ricostruzione di vario tipo. I più comuni tra questi sono quelli costituiti dalla presenza/trascinamento di strutture ad alto contrasto, localizzate in piani adiacenti.

### **VANTAGGI CLINICI DELL'AGGIUNTA DELLA TOMOSINTESI ALLA MAMMOGRAFIA DIGITALE**

Già numerosi studi hanno dimostrato una maggiore sensibilità della DBT nella diagnosi precoce del tumore della mammella rispetto alla mammografia 2D, altri una maggiore specificità della DBT rispetto alla 2D. Alcuni autori hanno evidenziato una potenziale diminuzione del tasso di richiamo usando la DBT, soprattutto per la riduzione dei falsi positivi, stimabile intorno al 30%-50%, lasciando inalterata la sensibilità diagnostica.

Per confrontare la performance diagnostica della mammografia 2D verso la DBT in screening (con varie combinazioni delle proiezioni), la ricerca internazionale sta focalizzando i propri sforzi sostanzialmente in due direzioni:

- a) lo studio di ampie casistiche di donne richiamate ad approfondimento dopo mammografia positiva o con familiarità accertata;
- b) il potenziale utilizzo della DBT come test primario nello screening di popolazione della mammella.

I primi risultati, recentemente pubblicati, indicano che l'aggiunta della DBT alla mammografia convenzionale ha aumentato il numero di tumori rivelati dall'esame diagnostico e ha permesso di individuare tumori più invasivi. ■

The logo for Afea, featuring the word "Afea" in a bold, blue, sans-serif font. Below the text are several horizontal blue lines of varying lengths, creating a stylized, modern look.

[www.afeasanita.it](http://www.afeasanita.it)

**Il Gestionale Web di nuova generazione per la Sanità:**

- Ricoveri e reparti
- Blocco operatorio
- CUP
- Specialistica ambulatoriale
- Cartella clinica e dossier paziente
- Ciclo del farmaco
- Approvvigionamenti e farmacia
- Amministrazione e Finanza
- Controllo di gestione