

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto: dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini
*Servizio di Fisica Medica
Arcispedale S. Maria Nuova – IRCCS, Reggio Emilia, Italy*

25 settembre 2013, Torino

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

CESM = contrast enhanced spectral mammography

nuova tecnica che introduce l'utilizzo di mezzo di contrasto iodato in ambiente mammografico (digitale)

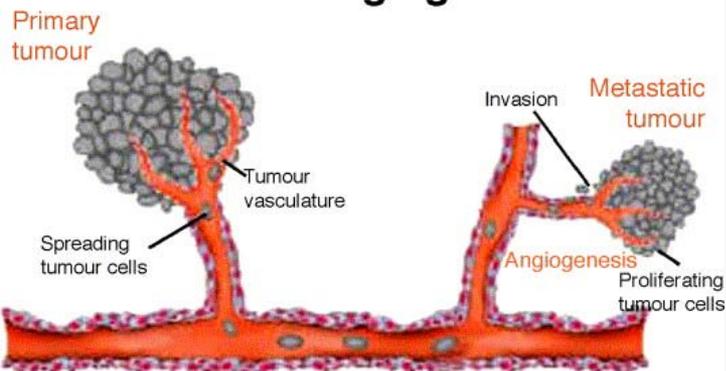
perché?

La mammografia è la tecnica di elezione nello studio del tumore alla mammella

ha tuttora limiti in sensibilità e specificità

il tumore sviluppa vasi per il nutrimento delle cellule -> angiogenesi: processo fondamentale per la crescita della patologia

Tumour Angiogenesis



Angiogenesis facilitates the growth and spreading of tumors

da Pandya et al., Vascular Pharmacology, 2006

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto: dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini

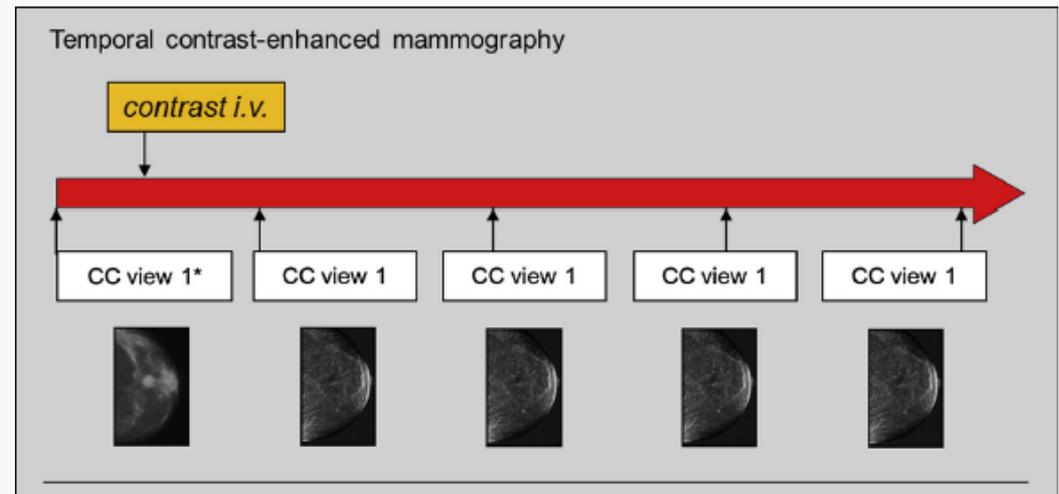


SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

l'utilizzo di mezzo di contrasto permette di evidenziare la proliferazione di vasi in prossimità del tumore (come in risonanza magnetica)

si tentò inizialmente una strategia basata sulla sottrazione temporale (come in RM) di immagini ad alta energia

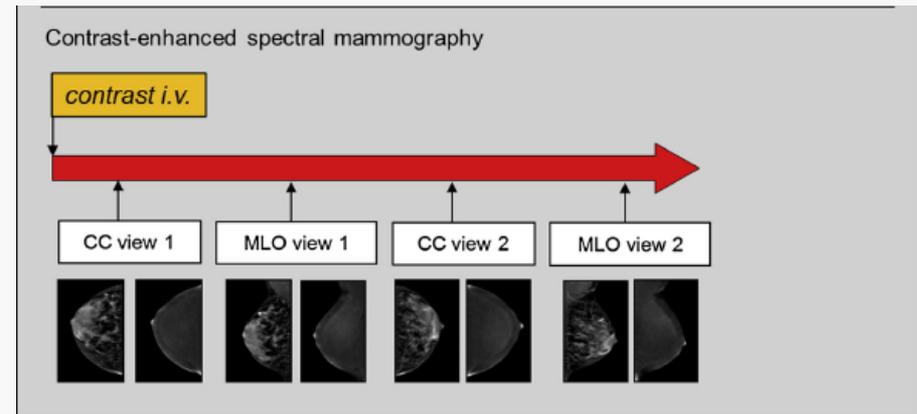


da Lobbes et al. , Clinical Radiology, 2013

la sottrazione temporale è stata abbandonata:

- compressione della mammella di lunga durata -> non confortevole per la paziente
- artefatti da movimento
- la compressione può ostacolare la normale perfusione del mezzo di contrasto
- esame monolaterale

la strategia oggi utilizzata (CESM) prevede l'acquisizione in rapida sequenza di una coppia di immagini a bassa ed alta energia



dalla "sottrazione" delle due immagini si ottiene una visualizzazione del contrasto

in mammografia lo spettro X ha energie tipicamente basse

a questa energia l'impregnazione di iodio ha un contrasto modesto

Relevant study information of the studies selected.

Author	Year	Ref.	Technique	Study population size (age, years)	Study population characteristics
Jong et al.	2003	17	TCEM	22 (range 40–74)	22 lesions (12 benign, 10 malignant)
Lewin et al.	2003	21	CESM	26 (mean 51)	26 breast lesions (12 benign, 14 malignant)
Diekmann et al.	2005	18	TCEM	21 (NA)	26 breast lesions (10 benign, 15 malignant, 1 borderline)
Dromain et al.	2006	19	TCEM	20 (median 63)	All malignant lesions, no benign entities
Diekmann et al.	2011	20	TCEM	70 (mean 55)	80 breast lesions (50 benign, 30 malignant)
Dromain et al.	2011	22	CESM	120 (mean 56)	142 breast lesions (62 benign, 80 malignant)
Dromain et al.	2012	23	CESM	110 (mean 57)	148 lesions (64 benign, 84 malignant)
Jochelson et al.	2012	24	CESM	52 (range 25–74)	All malignant lesions, no benign entities

TCEM, temporal contrast-enhanced mammography; CESM, contrast-enhanced spectral mammography; NA, not available.

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto: dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini



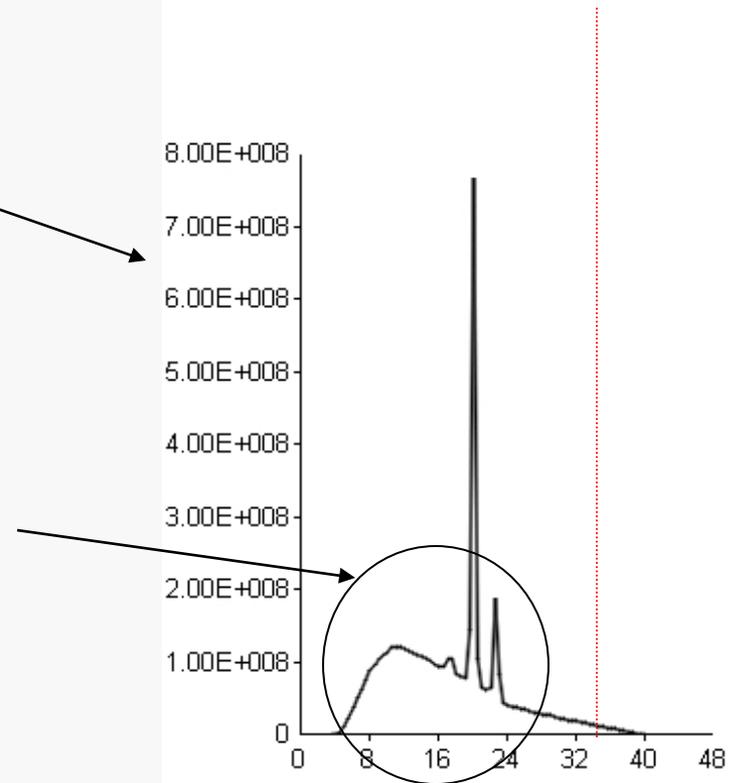
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

la CESM utilizza un fascio di energia superiore al k-edge dello iodio (33 keV) per aumentare il contrasto

spettro simulato a 40 kVp
anodo in rodio

la componente dello spettro al di sotto del k-edge dello iodio non è utile per la formazione dell'immagine e fornisce solo una dose indesiderata



spettri simulati con <https://w9.siemens.com/cms/oemproducts/Home/X-rayToolbox/spektrum/Pages/MamIn.aspx>

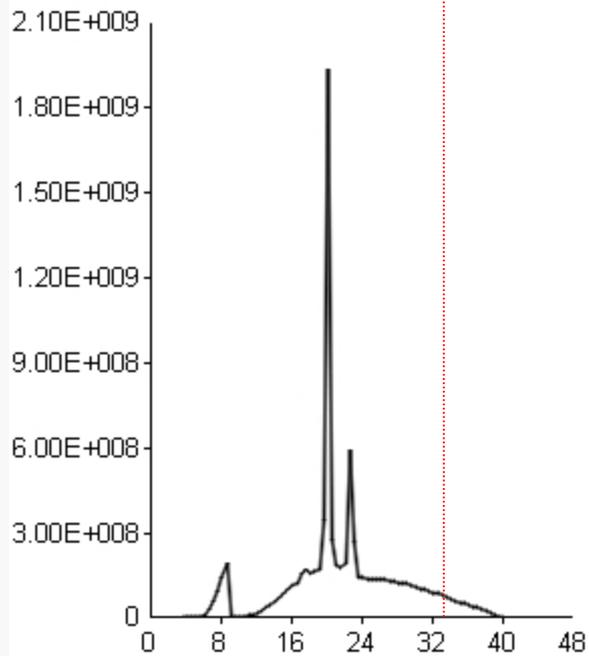
Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini

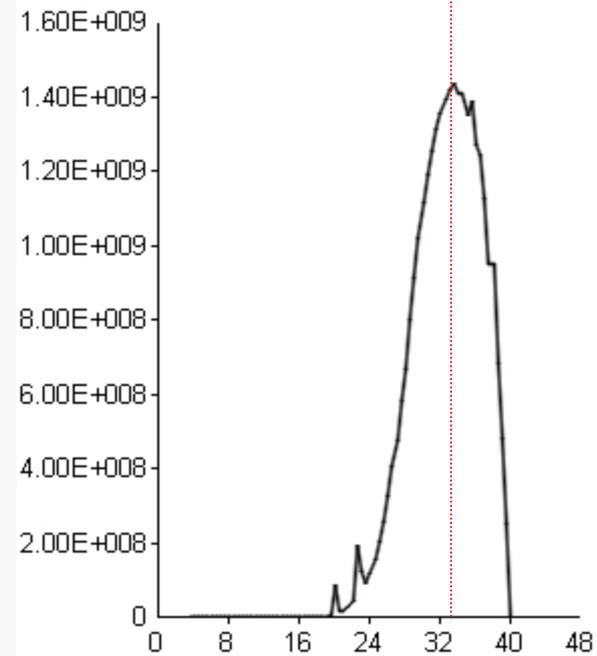


SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

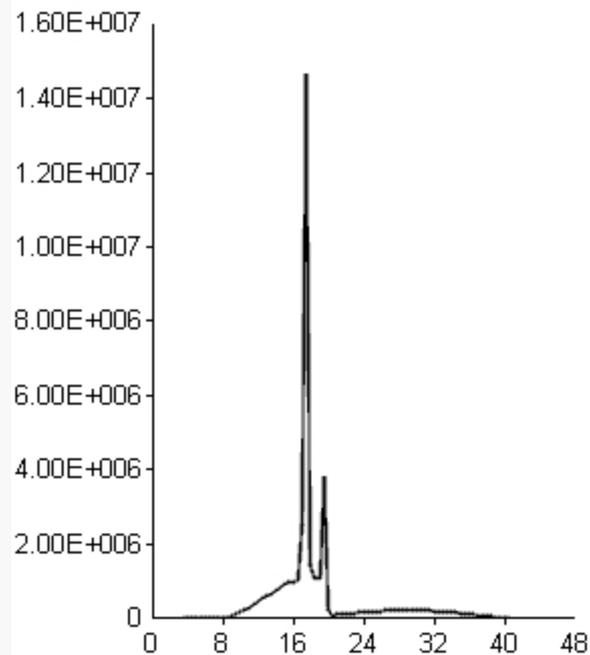
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova



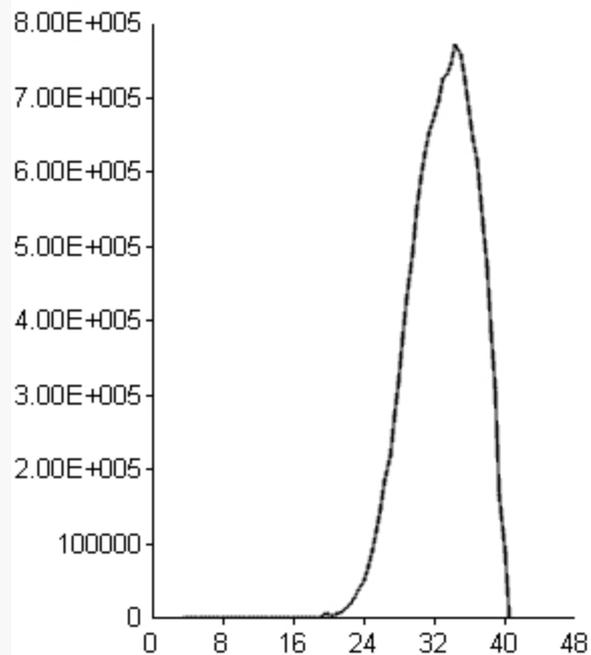
spettro simulato con un sottile spessore di rame



spettro simulato con un filtro di rame da 0.3 mm



Spettro simulato Mo/Mo (Rh/Rh)



Spettro simulato Mo/Cu (Rh/Cu)

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

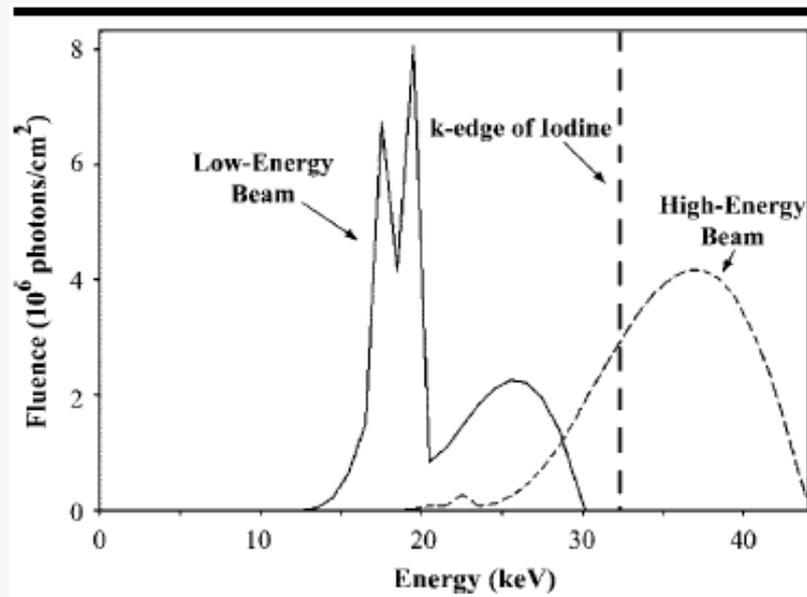
R. Sghedoni, M. Bertolini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

la strategia è usare un fascio di alta energia fortemente filtrato per aumentare la componente di energia maggiore del k-edge dello iodio, aumentando il contrasto delle regioni impregnate di mdc e riducendo la dose alla paziente



l'immagine è ricostruita da una acquisizione a bassa energia (25-29 kVp) e una ad alta energia (45-49 kVp)

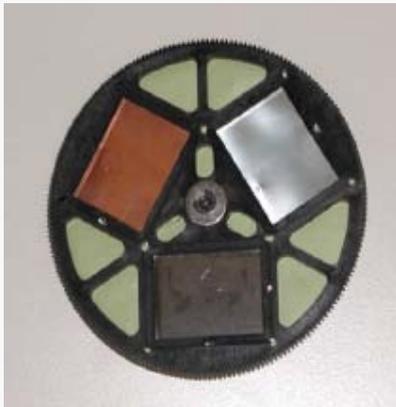


la tecnica è implementata su mammografi digitali GE

richiede rapido cambiamento della tensione impostata (es. da 28 kV a 45 kV)

l'elevata filtrazione nell'acquisizione ad alta energia richiede l'impostazione di valori di corrente elevati

filtro aggiuntivo in rame+alluminio
rapida commutazione dei filtri



da Diekmann et al. , Eur J Radiol, 2011

bassa energia

spessore fantoccio	anodo/filtro	kV	mAs
20 mm	Mo/Rh	27	54
30 mm	Mo/Rh	27	54
40 mm	Mo/Rh	28	86
50 mm	Rh/Rh	29	79

alta energia

spessore fantoccio	anodo/filtro	kV	mAs
20 mm	Mo/Cu	46	98
30 mm	Mo/Cu	46	98
40 mm	Mo/Cu	45	152
50 mm	Rh/Cu	45	218

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto: dosi e immagini dal punto di vista fisico

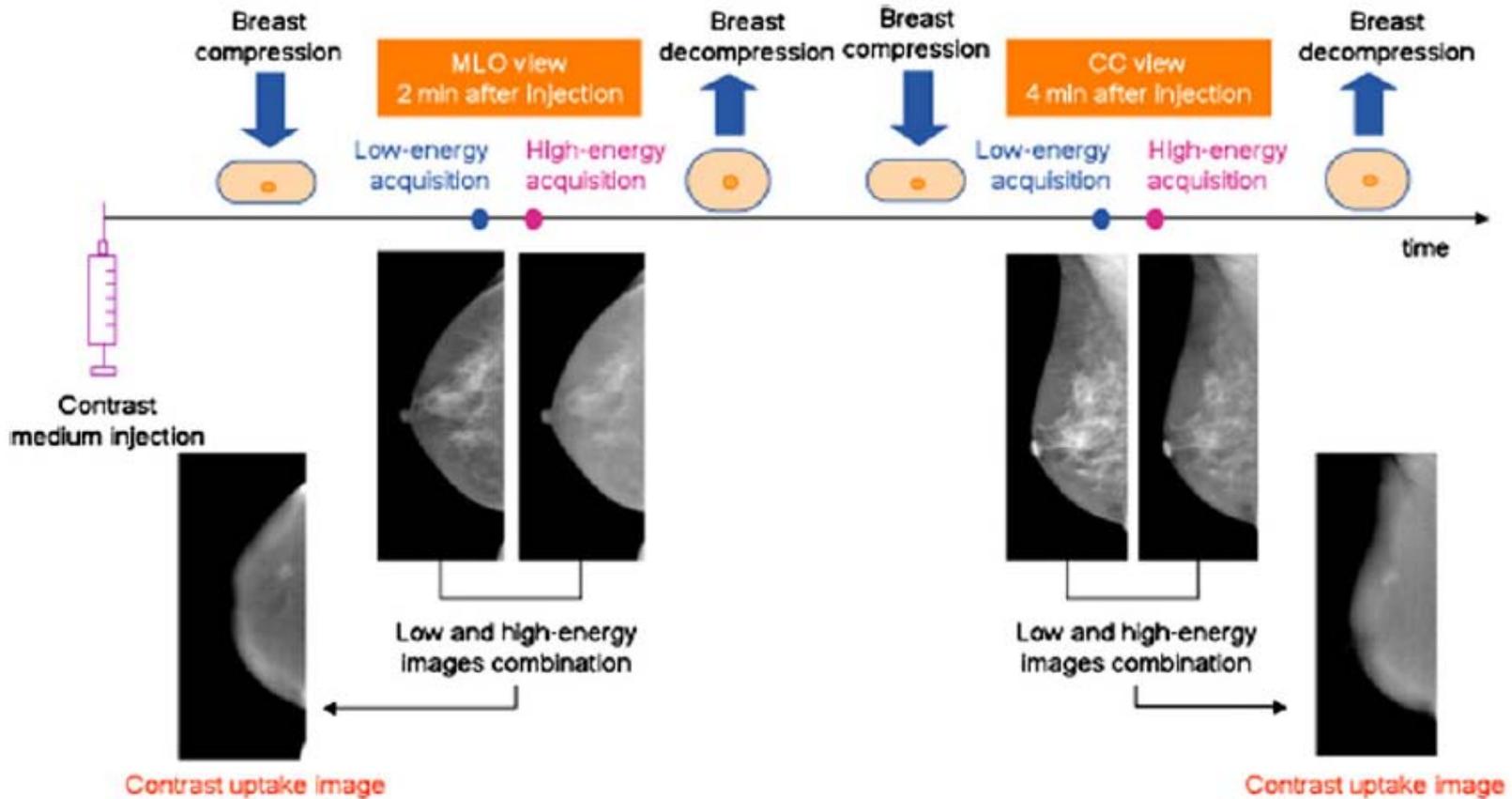
R. Sghedoni, M. Bertolini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Protocollo di esecuzione dell'esame



da Dromain et al. , European Radiology, 2011

l'esame può essere bilaterale o monolaterale

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini

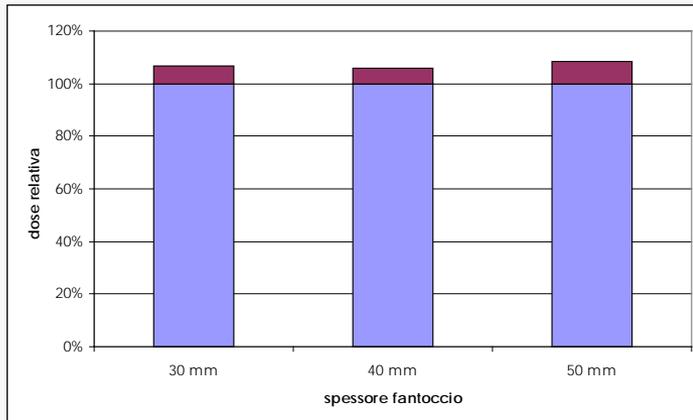


SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

valutazione dell'esposizione della paziente

l'esposizione a bassa energia corrisponde a una mammografia convenzionale



si può stimare che l'esposizione ad alta energia corrisponda a circa il 20% di una mammografia convenzionale

complessivamente la dose alla paziente è circa 1.2 volte quella di una mammografia convenzionale (in modalità CONTRAST)

contributo relativo delle due esposizioni (dose in ingresso) nell'esame CEM

blu = bassa energia
rosso = alta energia

bassa energia

spessore fantoccio	anodo/filtro	kV	mAs	ESAK
30 mm	Mo/Rh	27	54	4.4
40 mm	Mo/Rh	28	86	7.7
50 mm	Rh/Rh	29	79	7.3

AOP contrast

spessore fantoccio	anodo/filtro	kV	mAs	ESAK
30 mm	Mo/Rh	27	65	5.1
40 mm	Mo/Rh	27	92	7.5
50 mm	Rh/Rh	28	121	10.2

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto: dosi e immagini dal punto di vista fisico

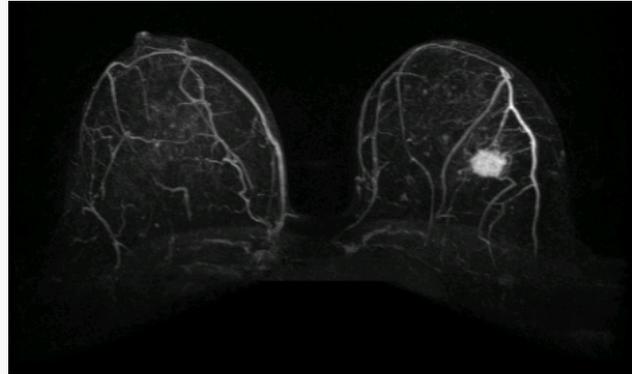
R. Sghedoni, M. Bertolini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

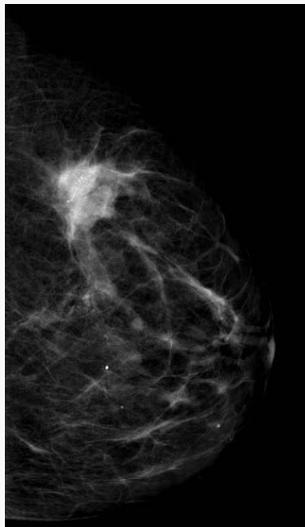
esempio



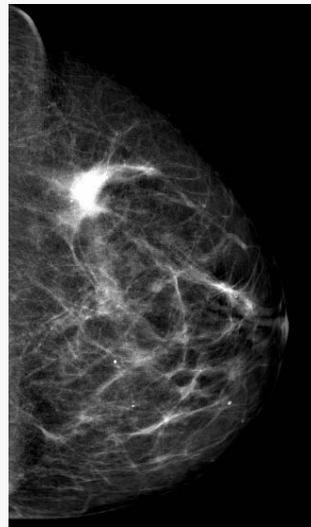
risonanza magnetica

MIP della dinamica dopo
somministrazione di mezzo di
contrasto

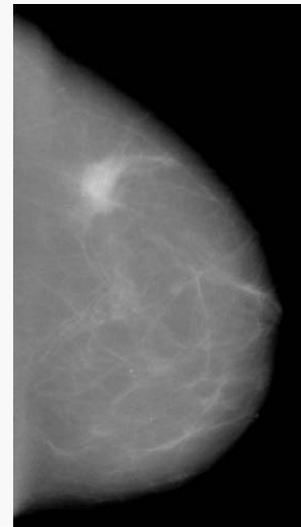
mammografia



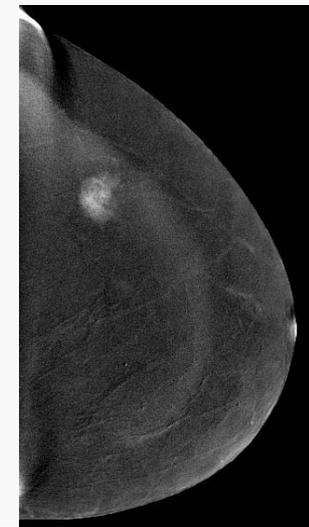
CESM bassa
energia



CESM alta
energia



CESM sottratta



Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

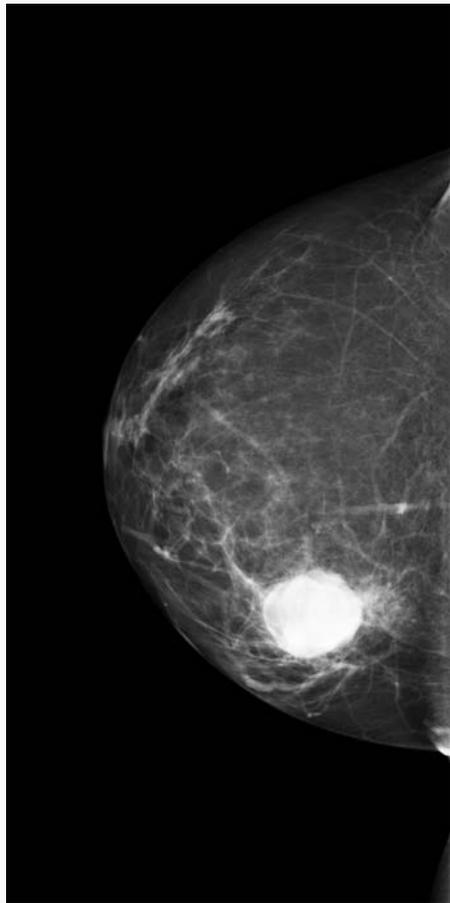
R. Sghedoni, M. Bertolini



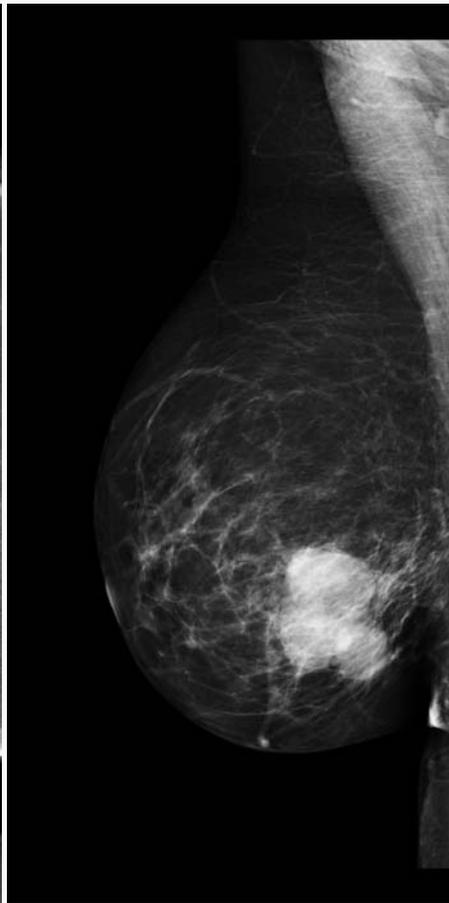
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

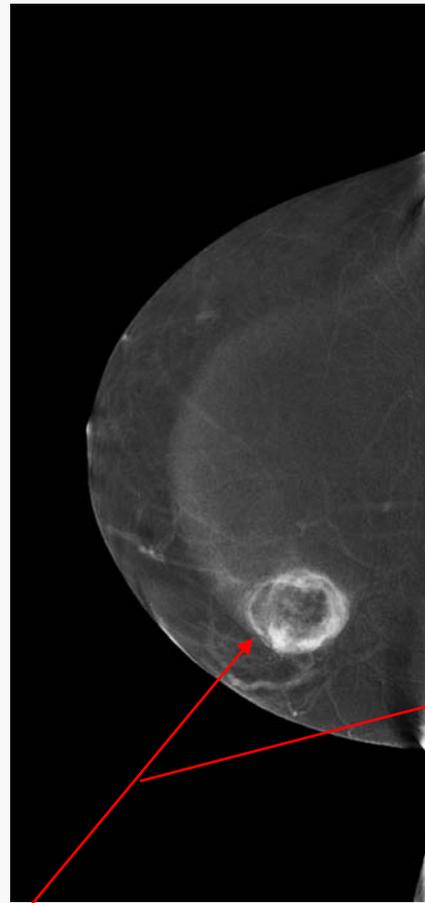
esempi



CESM bassa
energia



Wash-out



CESM immagine
sottratta



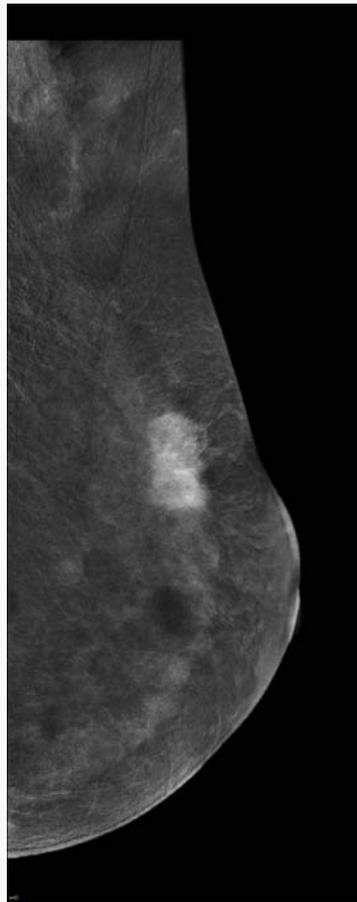
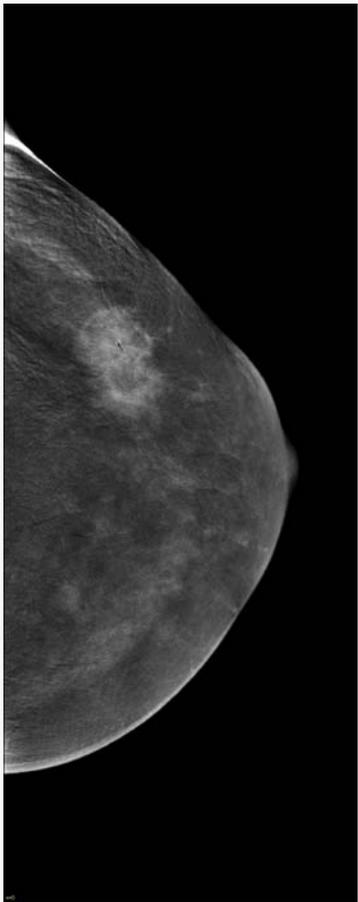
Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini

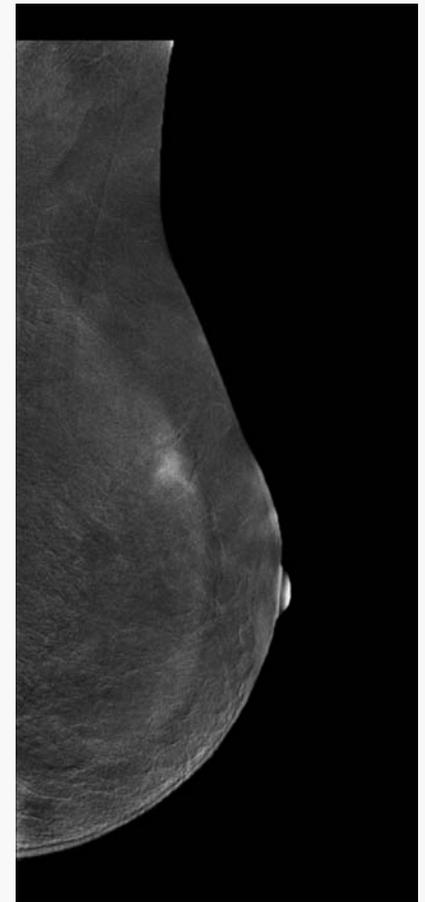
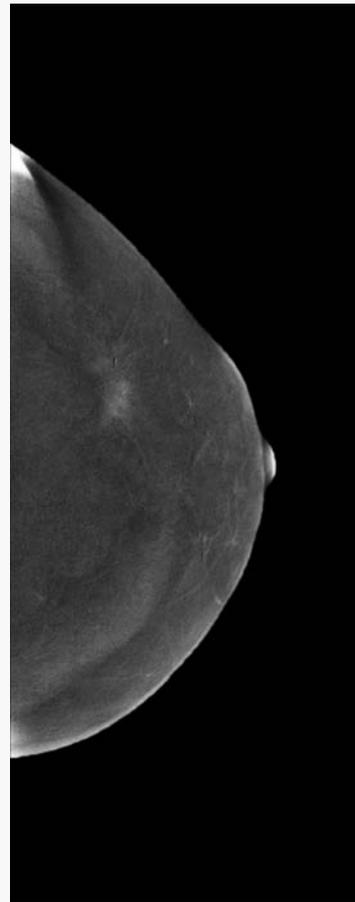


SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova



CESM
pretrattamento



CESM durante
trattamento

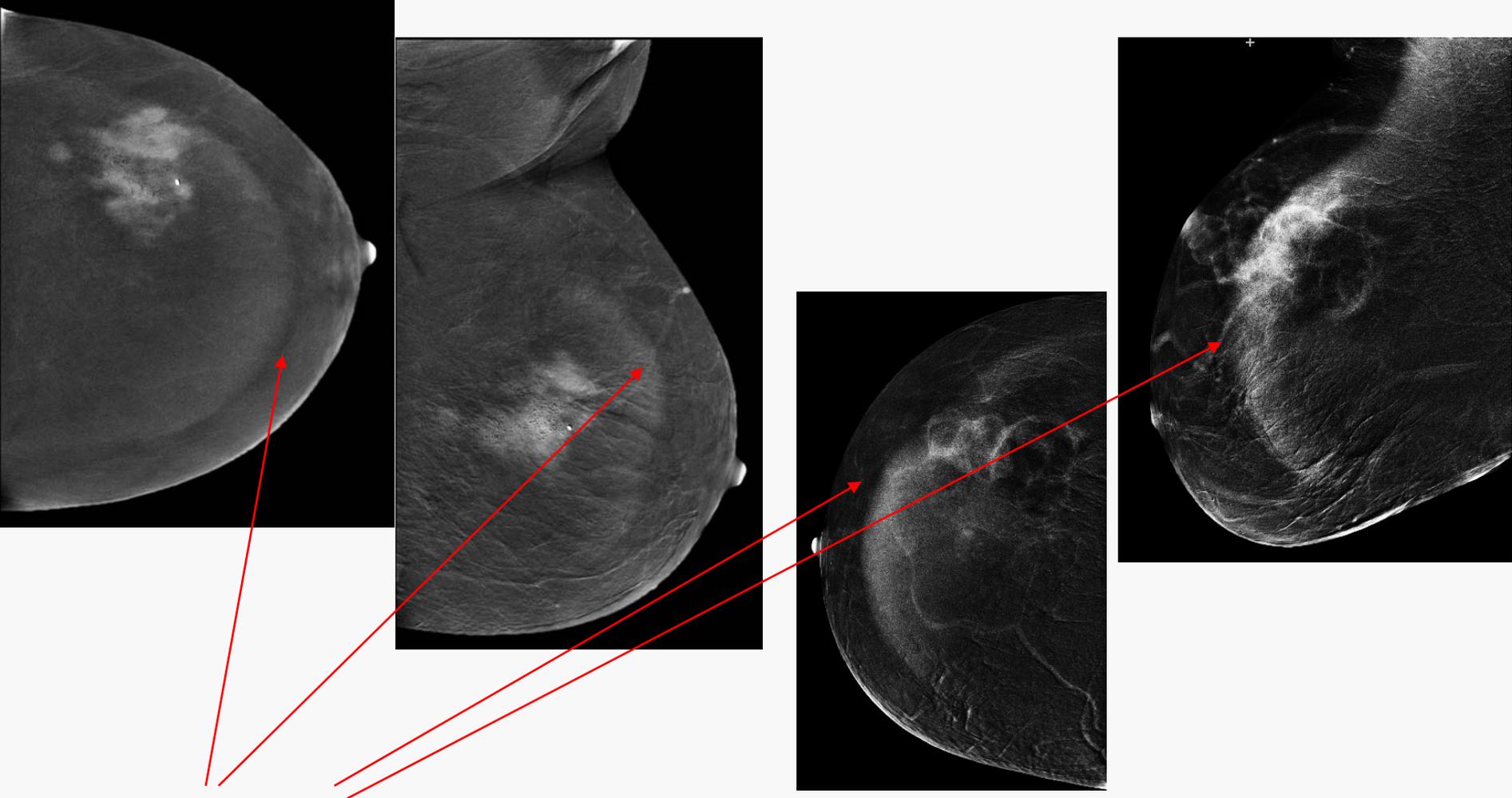
Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova



Edge artifact

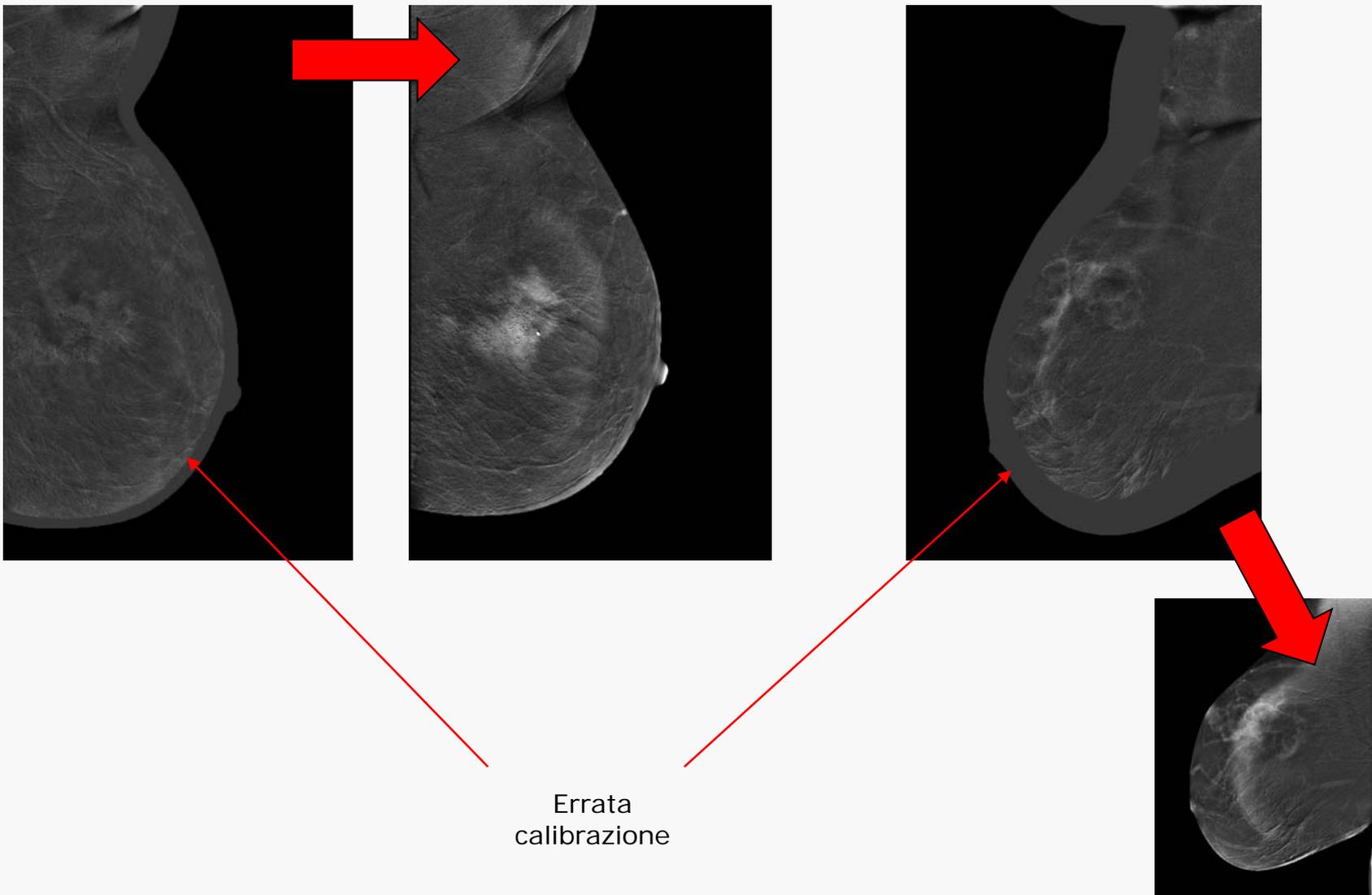
Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova



Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:
dosi e immagini dal punto di vista fisico

R. Sghedoni, M. Bertolini



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

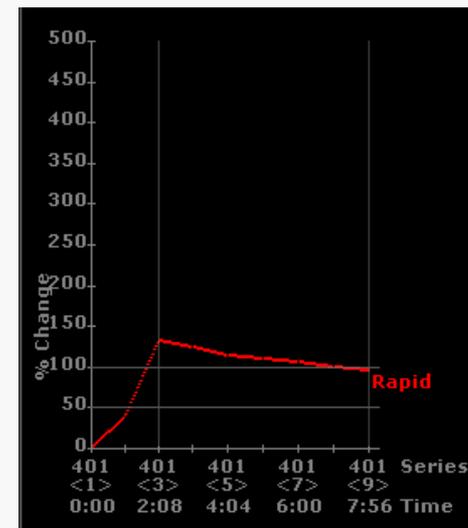
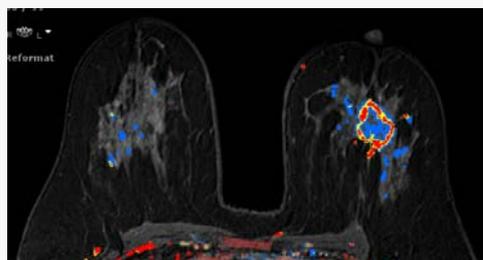
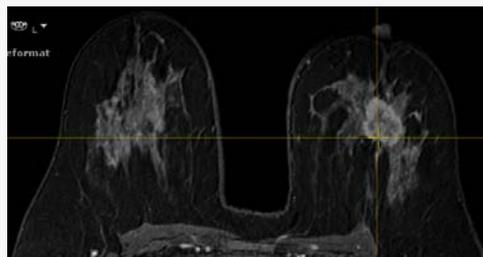
Il programma di mammografia nella provincia di Reggio Emilia



6 ospedali

11 mammografi GE: 3 con CESM + tomosintesi

3 (Philips, Siemens, GE) scanner 1.5 T Risonanza Magnetica



Risonanza Magnetica della mammella:

- Stesso protocollo
- Esami inviati a CAD per post-processing

Mammografia digitale sottrattiva a doppia energia con mezzo di contrasto:

due immagini dal punto di vista fisico

Protocollo RM mammella

- fat suppressed T2w
- dynamic contrast enhanced T1w post contrasto (DCE-MR)
- DWI

DCE-MR è utilizzata nella valutazione della risposta a terapia chemioterapica



Confronto tra CESM e mammo RM in pazienti sottoposte a chemioterapia neoadiuvante

Confronto: posizione, dimensione, forma, vascolarizzazione, margini, correlazione con istotipo

GOLD STANDARD: chirurgia

In previsione di arruolare circa 50 pazienti (ora 15 pz/27 CESM)

Critri di inclusione

- Diagnosi di cancro alla mammella e previsione di chemioterapia neoadiuvante
- > 18 anni;
- Accetta di partecipare allo studio

Criteri di esclusione

- Nota mutazione BRCA;
- Controindicazioni a RM
- gravidanza;
- Contrindicazioni al mezzo di contrasto

workflow

pre chemioterapia
MR + CESM

Comincia la
chemioterapia

dopo 8 settimane
MR + CESM

Fine chemioterapia

post chemioterapia
MR + CESM

