SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

SANTAMARIANUOVA
ARCISPEDALE | IRCCS | REGGIO EMILIA

Standardizzazione dei setup di acquisizione

Primi risultati su un programma di screening provinciale

A. Nitrosi, M. Bertolini, C. Campari, V.Iotti, G. Binelli, M. Colli,
P. Pattacini, C. Mori, R. Vacondio, V. Ginocchi and M. Iori

gis ma gruppoitalianoscreening mammografico

CONVEGNO NAZIONALE
GISMA 2015

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Purpose

To show how a RIS-integrated dose monitoring systems can help reduce variability of acquisition settings adopted by radiographers/physicians, and, if iteratively applied, optimise dose-image quality ratio especially for large groups of examinations, like a breast screening program (BSP).

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Reggio Emilia's provincial breast diagnosis network

11 GE Senographe
Essential units
(3 CESM + 3 DBT)

Breast screening program

From 45 to 49 every year - from 50 to 74 every 2 years

Workload activity

- 2011 → 42.240 women (+ 17.597 diagnostic exams)
- 2012 → 45.196 women (+ 17.801 diagnostic exams)
- 2013 → 47.574 women (+ 18.337 diagnostic exams)
- 2014 → 49.991 women (+ 19.520 diagnostic exams)
  - 4.601 screening DBT @ 31.01.2015

Target population @ 2014 ~ 103.000 women
Screening program: adhesion ~79%

Radiographer → each workshift ~ 30 invited women

For 2D MX → three automatic exposure control modes with increasing dose levels are selectable ("DOSE", "STANDARD" and "CONTRAST")

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Centralized screening readings

@ "Centro Screening" (indipendent building) 8 km far from the nearest Hospital

on 3 (+1*) PACS Workstation** (RIS synchro)
Using PACS workstations and
an integrated structured reporting RIS module

Double independent reading + 3° reading if discordance

MD STAFF: 9 readers
workload ~ 38-45 MX exams / h

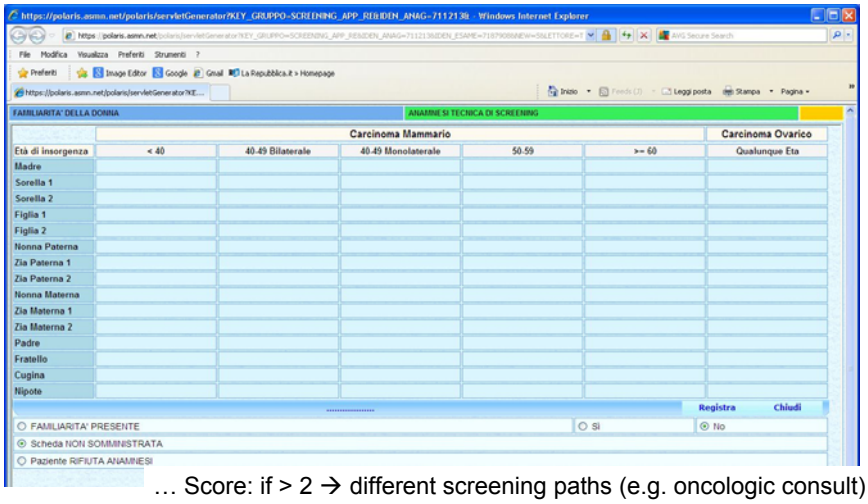
* GE IDI for synthetic image evaluation (V-preview)
** EPR access, PACS everything on-line archive, advanced tool for image manipulation

How Radiographer works

Anamnesis…

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

1° Livel Data sheet - Radiographer
"familiar history"



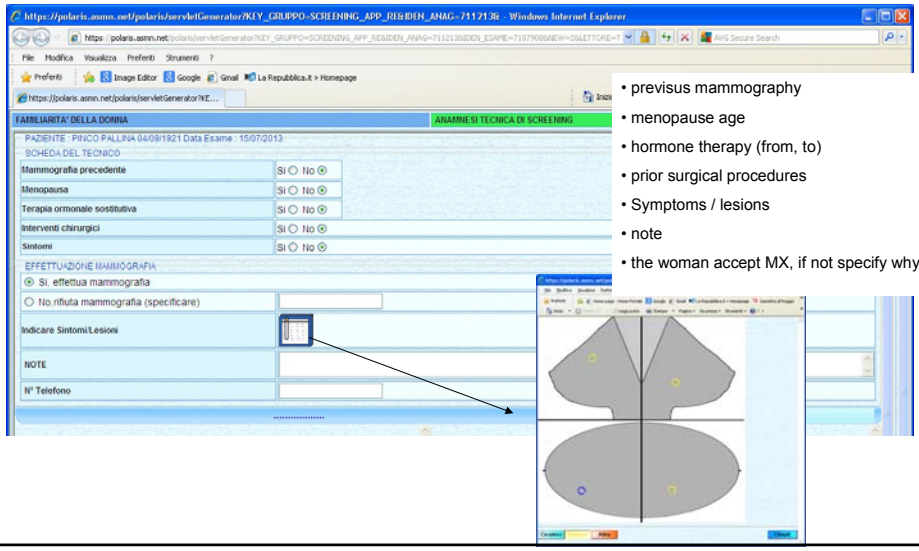
… Score: if > 2 → different screening paths (e.g. oncologic consult)

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

1° Livel Data sheet
Radiographer Woman Anamnesis



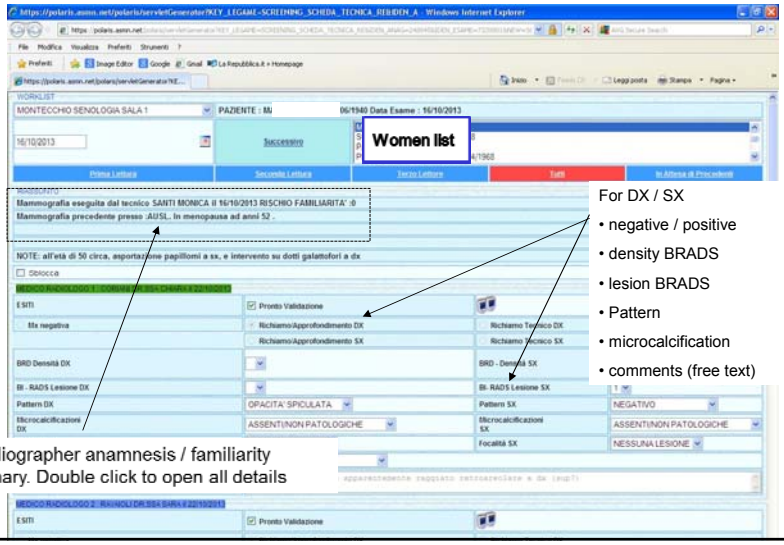
- previsus mammography
- menopause age
- hormone therapy (from, to)
- prior surgical procedures
- Symptoms / lesions
- note
- the woman accept MX, if not specify why

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

1° Livel Senologic Data sheet
blinded double reader + arbitrate

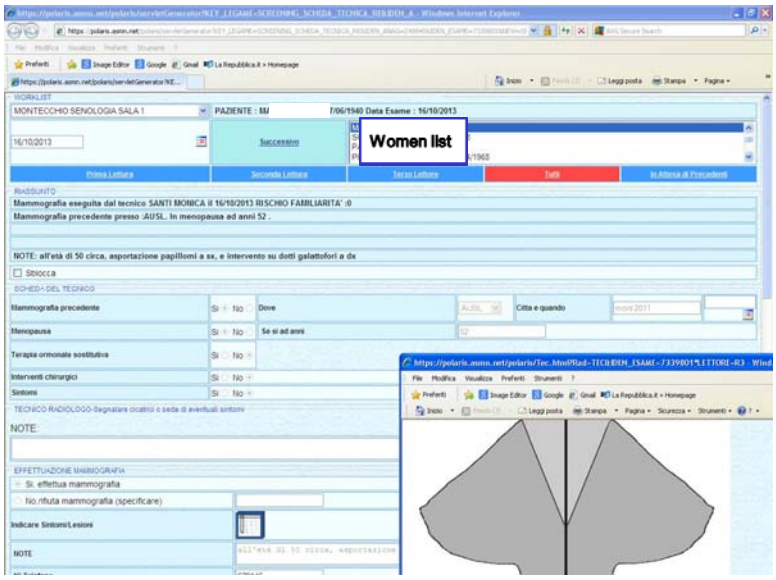


For DX / SX
- negative / positive
- density BRADS
- lesion BRADS
- Pattern
- microcalcification
- comments (free text)

Radiographer anamnesis / familiarity summary. Double click to open all details

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
Arcispedale S. Maria Nuova

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
Arcispedale S. Maria Nuova

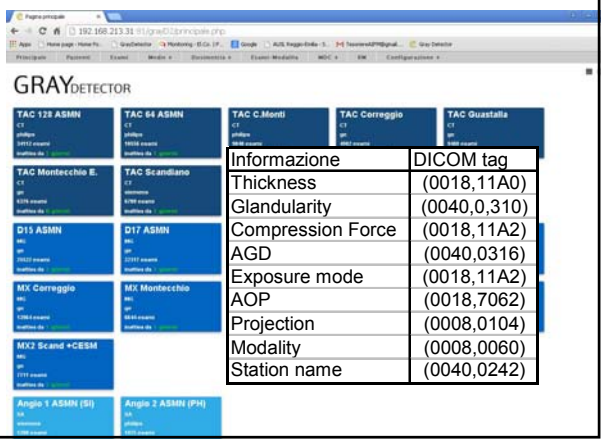
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Methods and Materials

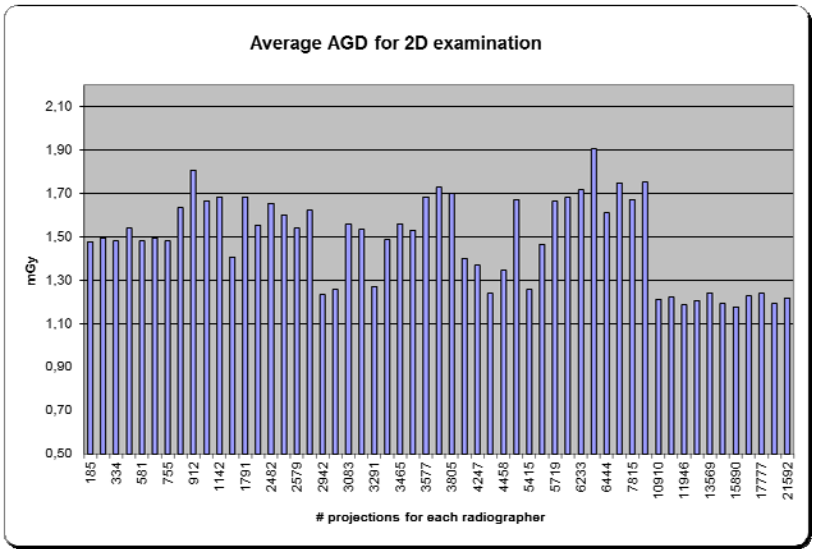
Reggio Emilia Diagnostic Imaging Department (REDID) adopted a RIS-PACS integrated dose monitoring system called "Gray Detector".
It records data from CT, mammography and angiographic examinations.

For mammography
AGD, compression, thickness, glandularity, automatic exposure control (AOP mode),
are collected for
EACH PROJECTION*

@ Mar 1st 2015
573,000 2D MX
20,100 DBT



Informazione	DICOM tag
Thickness	(0018,11A0)
Glandularity	(0040,0,310)
Compression Force	(0018,11A2)
AGD	(0040,0316)
Exposure mode	(0018,11A2)
AOP	(0018,7062)
Projection	(0008,0104)
Modality	(0008,0060)
Station name	(0040,0242)



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Why AGD varies so much ?

PRE-Standardization

AGD variation ~ 60%

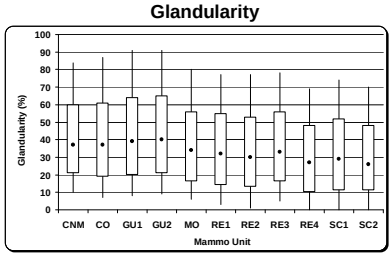
Physical charaterization of 11 mammo Units

Variation < 4 %

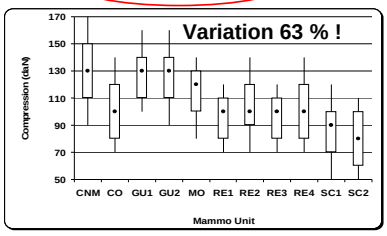
	Output µGy/mAs (1m)	HVL 28 kV Mo/Mo
CM	49,69	0,385
CO	49,37	0,384
GU1	51,22	0,381
GU2	51,01	0,381
MO	50,51	0,386
RE1	50,34	0,390
RE2	50,45	0,385
RE3	51,59	0,382
RE4	51,48	0,382
SC1	49,59	0,384
SC2	51,09	0,383

Variation < 2 %

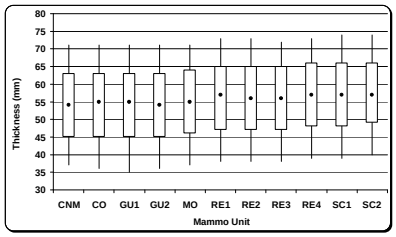
Glandularity



Compression force



Thickness



AOP used

	CNT	STD	DOSE	MANUAL	TOT
CNM	0,8%	2,5%	94%	2,3%	16638
CO	0,0%	94%	4%	2,5%	21184
GU1	13%	86%	0,9%	0,2%	11080
GU2	0,5%	98%	0,7%	0,8%	27743
MO	0,0%	97%	2,1%	0,4%	5982
RE1	0,0%	1,9%	97%	0,7%	68217
RE2	2,8%	4%	93%	0,7%	18919
RE3	0,0%	1,6%	97%	1,0%	30902
RE4	0,0%	1,8%	98%	0,7%	34815
SC1	1,3%	93%	5%	0,8%	40768
SC2	17%	82%	0,0%	0,3%	2308

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Need to standardize !

→AOP selection (DOSE)

→ Compression Force (a least 110 daN)

Results compare periods before and after this standardization

(Jan-May Vs Jun-Dec 2014)

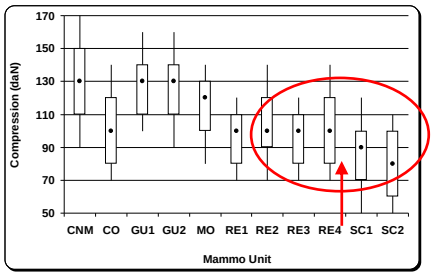
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

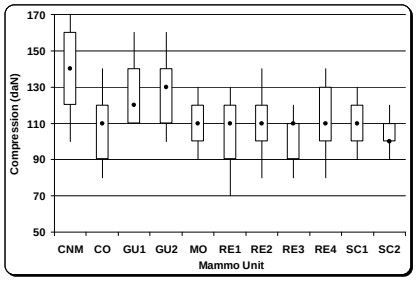
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

PRE

POST





	CNT	STD	DOSE	MANUAL	TOT
CNM	0,8%	2,5%	94%	2,3%	16638
CO	0,0%	94%	4%	2,5%	21184
GU1	13%	86%	0,9%	0,2%	11080
GU2	0,5%	98%	0,7%	0,8%	27743
MO	0,0%	97%	2,1%	0,4%	5982
RE1	0,0%	1,9%	97%	0,7%	68217
RE2	2,8%	4%	93%	0,7%	18919
RE3	0,0%	1,6%	97%	1,0%	30902
RE4	0,0%	1,8%	98%	0,7%	34815
SC1	1,3%	93%	5%	0,8%	40768
SC2	17%	82%	0,0%	0,3%	2308

	CNT	STD	DOSE	MANUAL	TOT
CNM	7%	0%	91%	1,2%	2412
CO	0%	12%	88%	0,12%	3319
GU1	1,3%	1,9%	97%	0,24%	5716
GU2	0%	8%	92%	0,3%	1452
MO	0%	0,9%	99%	0,3%	3123
RE1	0%	3,3%	96%	0,9%	6052
RE2	0,18%	0,9%	99%	0,4%	12492
RE3	0,9%	0,13%	97%	1,6%	5515
RE4	0%	6%	93%	1,0%	2384
SC1	1,8%	7%	90%	0,7%	6669
SC2	0%	2,1%	98%	0%	428

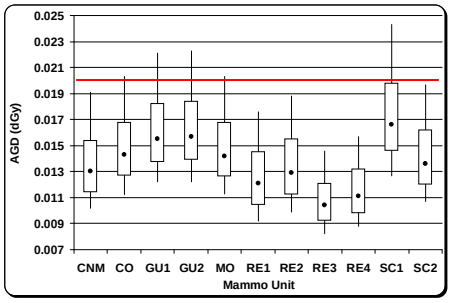
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

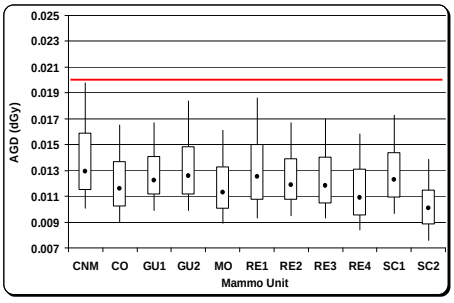
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

PRE

POST





Variation: 60%
Mean AGD: 1.4 mGy

→ - 14%

Variation: 28%
Mean AGD: 1.2 mGy

Standardization… It's not enough !!!

Optimization need clinical control !

Standardization

compression force and AOP selection
→lower dose and variability

+

Clinical control

Image quality
→Higher performance (DR)
→more stable performance (RR)

=

= 1° optimization step

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Standardization + Clinical control = 1° optimization step

Standardization

		PRE	POST
# women -->		**14,919**	**14,981**
AGD (mGy)	1st Qu.	1,13	107
	Median	**1,38**	**1,22**
	3rd Qu.	1,64	1,44
Thickness (mm)	1st Qu.	46,3	45,0
	Median	**55,8**	**54,5**
	3rd Qu.	64,5	63,0
Glandularity (%) (fibrogl./ fat))	1st Qu.	17,5	19,3
	Median	**35,5**	**37,3**
	3rd Qu.	59,3	62,3
Compression (daN)	1st Qu.	90	103
	Median	**105**	**110**
	3rd Qu.	120	123

Clinical control

	PRE	POST
# women	**14919**	**14981**
# recalls	523	695
RR %	**3.51**	**4.64**
DR ‰	**4.25**	**4.86**
PPV	1247.00%	10.63 * → will grow !!
% Recalls "on going" **	6.03%	11.25%

* Preliminary result

** Recalls "on going": e.g. waiting for early recall (3-6-9-12 months) results

Linear mixed effects model analysis

Discrepancy between 1st - 2nd reader

	OR	2.5%	97.5%
2nd Period	1.094	0.965	1.242
AOP STD	0.834	0.678	1.025
AOP CNT	0.642	0.375	1.048
Thickness	0.988	0.976	1.001
Compression Force	0.999	0.999	1.000
AGD	**1.595**	1.127	2.226
Glandularity	1.020	1.012	1.029
I(Glandularity^2)	1.000	1.000	1.000
Age	0.757	0.684	0.839
I(age^2)	1.002	1.001	1.003

Fixed effects
- AOP dose
- first period

AGD seem to be significant …
further analysis demonstrate that, for both periods, the reader concordance were higher (3.14 % Vs 2.59 %) for lower dose level

---

Recalls

	OR	2.5%	97.5%
2nd Period	**1.274**	1.118	1.454
AOP STD	0.822	0.693	0.972
AOP CNT	1.035	0.658	1.546
Thickness	0.978	0.960	0.997
I(Thickness^2)	1.000	1.000	1.000
Compression Force	0.999	0.999	1.000
Glandularity	1.027	1.019	1.036
I(Glandularity^2)	1.000	1.000	1.000
Age	0.733	0.660	0.814
I(age^2)	1.003	1.002	1.003

Fixed effects
- AOP dose
- first period

Only “Period” seem to be significant.

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

And tomosynthesis ?

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Emilia Romagna Screening breast program SBP

from 45 to 49 every year - from 50 to 74 every 2 years

2014 Reggio Emilia SBP Activity

Target population @ 2014 ~ 103,000 women - SBP adhesion ~79%

49,991 women (SBP) performed 2D MX (CC+MLO)

within these women

4,270 women performed also* DBT (CC+MLO)

***Clinical Study approved by the local EC started in April 2014**

"Clinical trial to evaluate the efficacy of tomosynthesis for breast cancer screening in the province of Reggio Emilia in the age group 45-74 years"

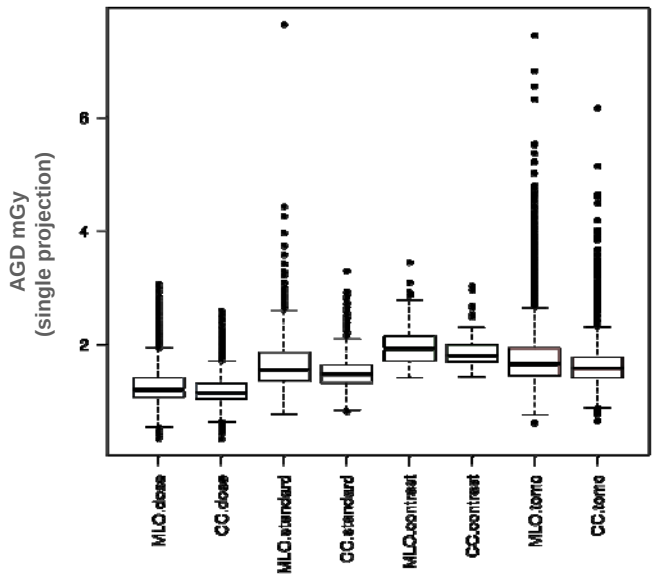
Study design: randomize the population into two arms of screening with a ratio of 1:1; the control arm will be offered the usual 2D mammogram; the study arm will be offered double mammogram examinations: 2D + DBT. 55,000 women will be invited to randomization, over a period of about 2 years; assuming 72% adherence to the study, we expect to enroll in each study arm 20,000 women.

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

AGD (mGy) vs AOP* mode



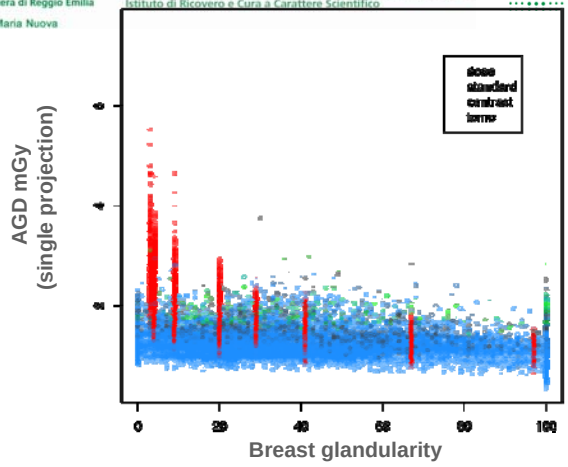
* 2D MG offers three automatic exposure control modes with increasing dose levels ("DOSE", "STANDARD" and "CONTRAST"), while DBT uses a single mode ("TOMO").

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

AGD Vs breast glandularity*



* Estimeatd by the mammo system in auto mode (AOP) during pre-exopistion shot

NOTE: In 2D, the grandularity is computed from the breast compressed thickness and transmission in the area with maximum density. In DBT, the grandularity is derived from the Dance model based on the compressed breast thickness.**

**** Dance, et al ., Estimation of mean glandulardose for breast tomosynthesis: factors for use with the UK, European and IAEA breast dosimetry protocols. Phys. Med.Biol. 56 (2011)**

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

	AOP -->	DBT	2D		
		TOMO	DOSE	STANDARD	CONTRAST
AGD (mGy)	1st Qu.	1,44	1,06	1,35	1,72
	Median	**1,61**	**1,18**	**1,51**	**1,85**
	3rd Qu.	1,85	1,37	1,77	2,05
Thickness (mm)	1st Qu.	43	44	43	44
	Median	**53**	**53**	**54**	**52**
	3rd Qu.	61	62	63	59
Compression (daN)	1st Qu.	100	100	100	100
	Median	**110**	**110**	**110**	**110**
	3rd Qu.	130	130	130	120
Glandularity (%) (fibrogl./ fat))	1st Qu.	9	21	24	21
	Median	**20**	**40**	**43**	**39**
	3rd Qu.	29	65	67	67
	# projections	**15796**	**14196**	**1307**	**293**

Results reported are referred to 3949 women who performed both 2D (CC-MLO) and DBT (CC+MLO) exams within a clinical trial

Conclusion

Dose monitoring systems should be integrated with Hospital Information Systems e.g. RIS to reach higher quality-dose ratio

Dose monitoring systems allow to standardize image acquisition setups

Optimization needs continuos monitoring of clinical results over iterative application of standardization process

---

Further analysis should be conducted in DBT breast glandularity evaluation (AGD !)

DBT Automatic exposure control modality with increasing dose levels should be adopted.

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova
Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

SANTAMARIANUOVA
ARCISPEDALE | IRCCS | REGGIO EMILIA

In memoriam of Pietro Messori

Thanks for your attention