

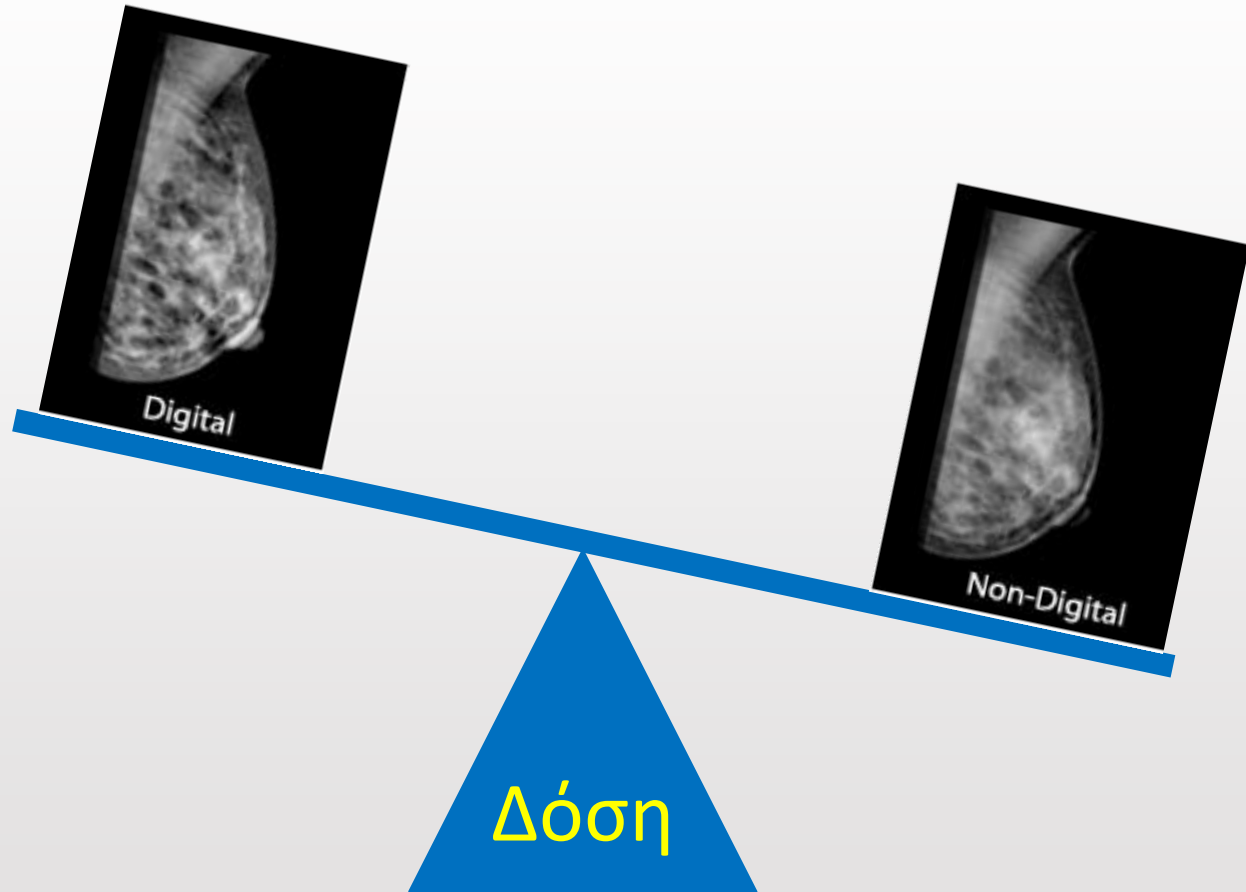
Δόση ακτινοβολίας αναλογικής και ψηφιακής μαστογραφίας. Υπάρχουν διαφορές;

Χ. Αντύπας, Ε. Παντελής, Λ. Σιδέρη,
Κ. Σαλβαρά και Α.Μουτσάτσος

Τμήμα Ιατρικής Φυσικής ομίλου «Ιατρόπολις»

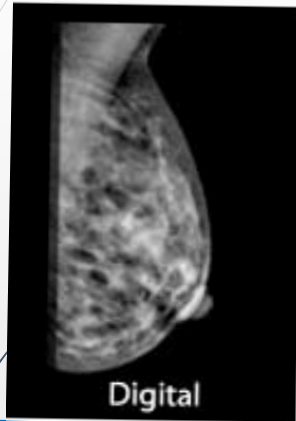


Κοινή Αίσθηση...

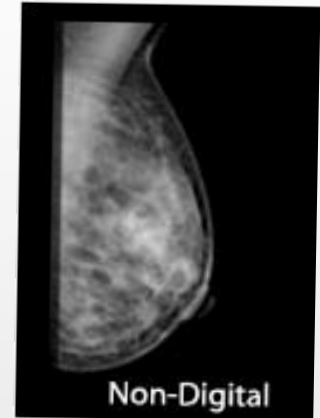


Marketing ή πραγματικότητα..;

Επιστημονική προσέγγιση



Δόση
ακτινοβολίας
?



Κανόνες Ακτινοπροστασίας

- Τεκμηρίωση (ICRP level III)
- ALARA
- ΔΕΑ (?)

Διαγνωστική
πληροφορία

QA Programme for Digital Mammography IAEA (2011)

Potential **advantages** of digital mammography include:

- Improved accuracy of diagnosis in the dense breast;
- Higher throughput of image acquisition;
- **Reduced patient dose;**
- The ability to disseminate images for viewing at multiple locations;
- The elimination of problems associated with chemical processing (i.e. environmental and occupational health issues, and costs related to film and processing chemistry);
- Improved archival and retrieval capabilities;
- The possibility of introducing new techniques (computer assisted detection (CAD), telemammography, tomosynthesis, contrast enhanced digital mammography);
- The ease of providing images to be used as teaching tools.

Potential **challenges** or disadvantages associated with digital mammography include:

- Higher capital costs.
- The increased time required for image interpretation coupled with a need for radiologists to adjust to new image attributes.
- The need for radiologists, radiographers, clerks, etc., to adjust to new technology.
- **Possible increased patient dose.²**
- Difficulties in comparing digital images with film mammograms.

² It should be noted that depending on the system design, the choice of technique factors and attention to QC, doses in digital mammography can be either lower or higher than those in screen film mammography.

Image quality and dose in mammography in 17 countries in Africa, Asia and Eastern Europe: Results from IAEA projects

Olivera Ciraj-Bjelac^{a,1}, Simona Avramova-Cholakova^{b,2}, Adnan Beganovic^{c,3}, Sotirios Economides^{d,4}, Dario Faj^{e,5}, Vesna Gershan^{f,6}, Edward Grupetta^{g,7}, M.H. Kharita^{h,8}, Milomir Milakovic^{i,9}, Constantin Milu^{j,10}, Wilbroad E. Muhogora^{k,11}, Pirunthavany Muthuvelu^{l,12}, Samuel Oola^{m,13}, Saeid Setayeshi^{n,14}, Cyril Schandorf^{o,15}, Ion Ursulean^{p,16}, Ivan R. Videnovic^{q,17}, Areesha Zaman^{r,18}, Julius Ziliukas^{s,19}, Madan M. Rehani^{t,*}

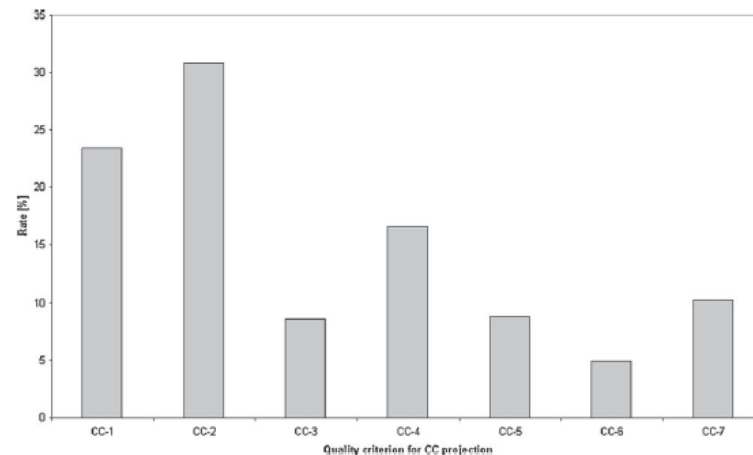


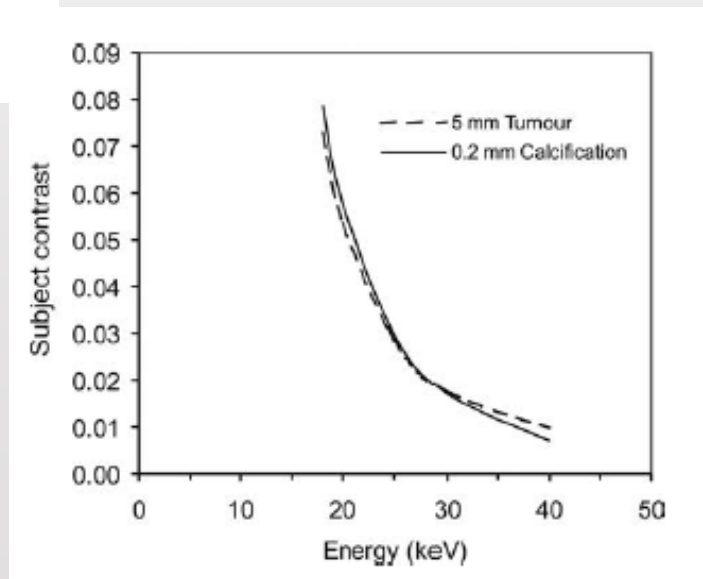
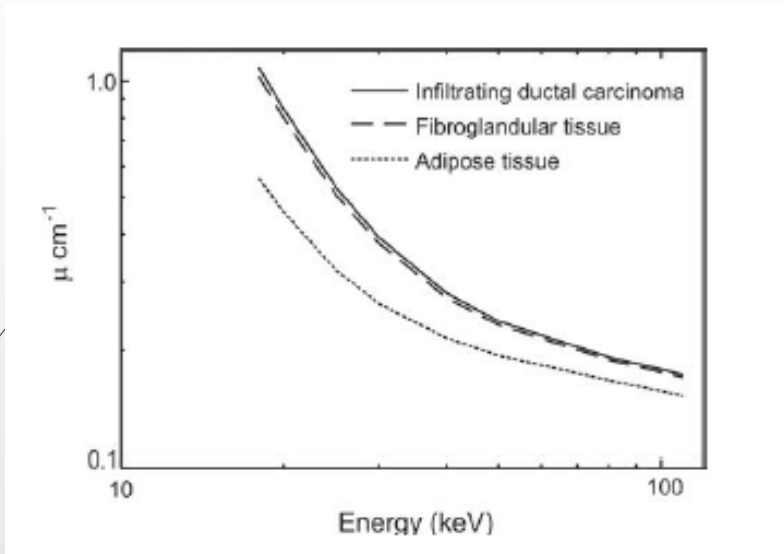
Fig. 1. Major causes (%) for B and C grade images in the initial image quality assessment in 54 mammography units (for CC projection). Causes of poor image quality are listed in Table 1.

Table 1
List of image artefacts used for image quality grading in CC projection.

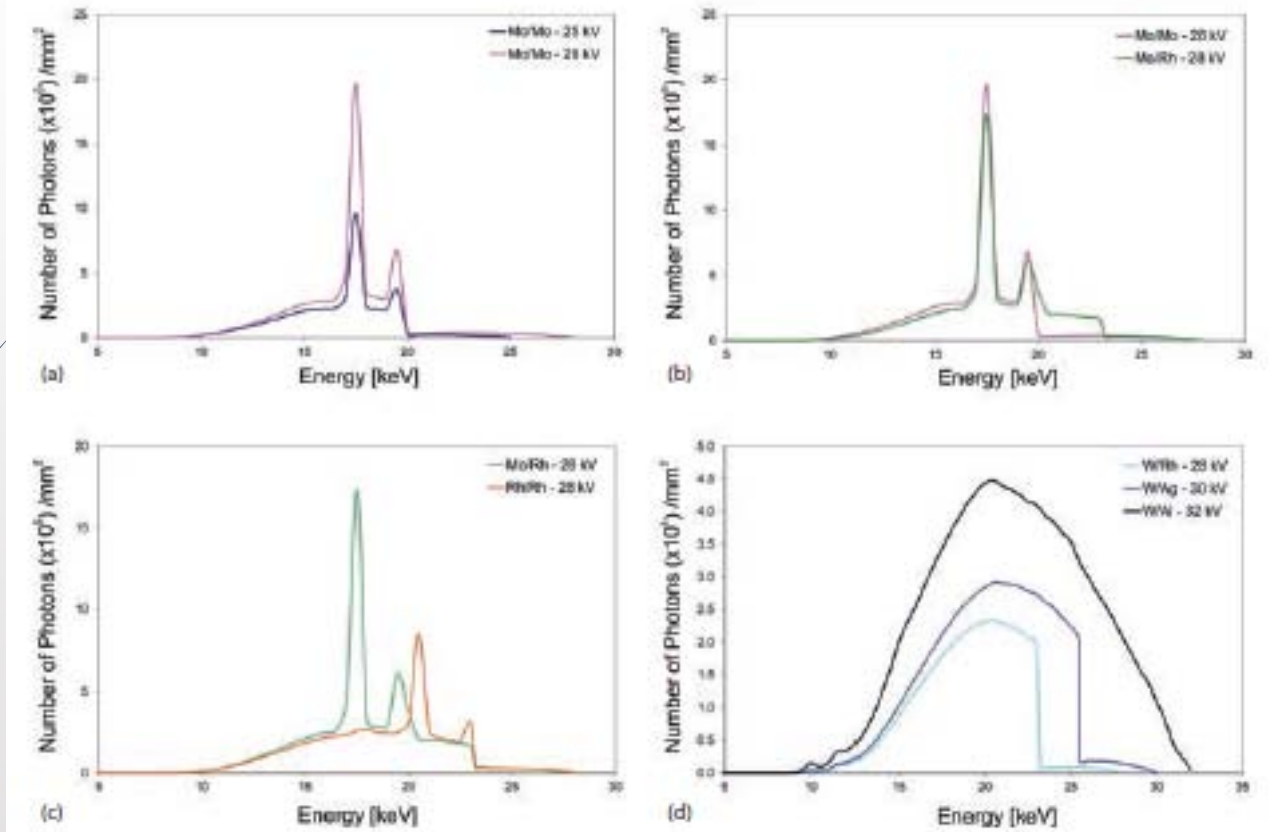
Quality criterion	
CC-1	Overexposure and underexposure (film blackening)
CC-2	Presence of artefacts
CC-3	Positioning problem
CC-4	Skin structure (rosettes from pores) along pectoral muscle – visually not sharp
CC-5	Vascular structures (seen through most dense parenchyma) – visually not sharp
CC-6	Medial breast tissue – visually not sharp
CC-7	All vessels and fibrous strands, pectoral muscle margin – visually not sharp

Αντίθεση θέματος στην μαστογραφία:

Εδώ που ξεκινούν τα «προβλήματα»...



Φάσματα ακτίνων Χ στη μαστογραφία



- Χαμηλές ενέργειες (ενίσχυση του Φωτοηλεκτρικού φαινομένου)
- Εξασθένιση (απορρόφηση) ακτινοβολίας ανάλογη $\sim Z^3$
- Σχετικά υψηλές δόσεις

Δόση ακτινοβολίας

Αριθμητική εκτίμηση (IAEA: QA programme for digital mammography, 2011):

$$AGD = K_{i,t} * g_t * c_t * s$$

- AGD: Μέση δόση στον μαστικό αδένα
- t: Το πάχος του μαστού (συμπιεσμένου)
- $K_{i,t}$: Το air Kerma εισόδου υπολογισμένο στην επιφάνεια του μαστού χωρίς τη συνεισφορά της οπισθοσκέδασης
- g_t : Παράγοντας μετατροπής του $K_{i,t}$ σε AGD για μαστό πάχους t αποτελούμενο από 50% αδενικό ιστό και 50% λίπος
- c_t : Διορθωτικός παράγοντας για την πραγματική αναλογία λίπους-αδένα στο μαστό
- s: Σχετικός διορθωτικός παράγοντας για τη χρήση συνδυασμών στόχου/φίλτρου λυχνίας πλην του Mo/Mo

Δόση ακτινοβολίας

$$AGD = K_{i,t} * g_t * c_t * S$$

$K_{i,t}, g_t, c_t$ { ποιότητα δέσμης
HVL => {Kvp, target/filter}
mAs

Κρίσιμος ρόλος Ακτινοφυσικού:

- Βαθμονόμηση / Περιοδικός έλεγχος AEC
- Εκπαίδευση τεχνολόγων

Διαφορές ψηφιακής και κλασσικής μαστογραφίας

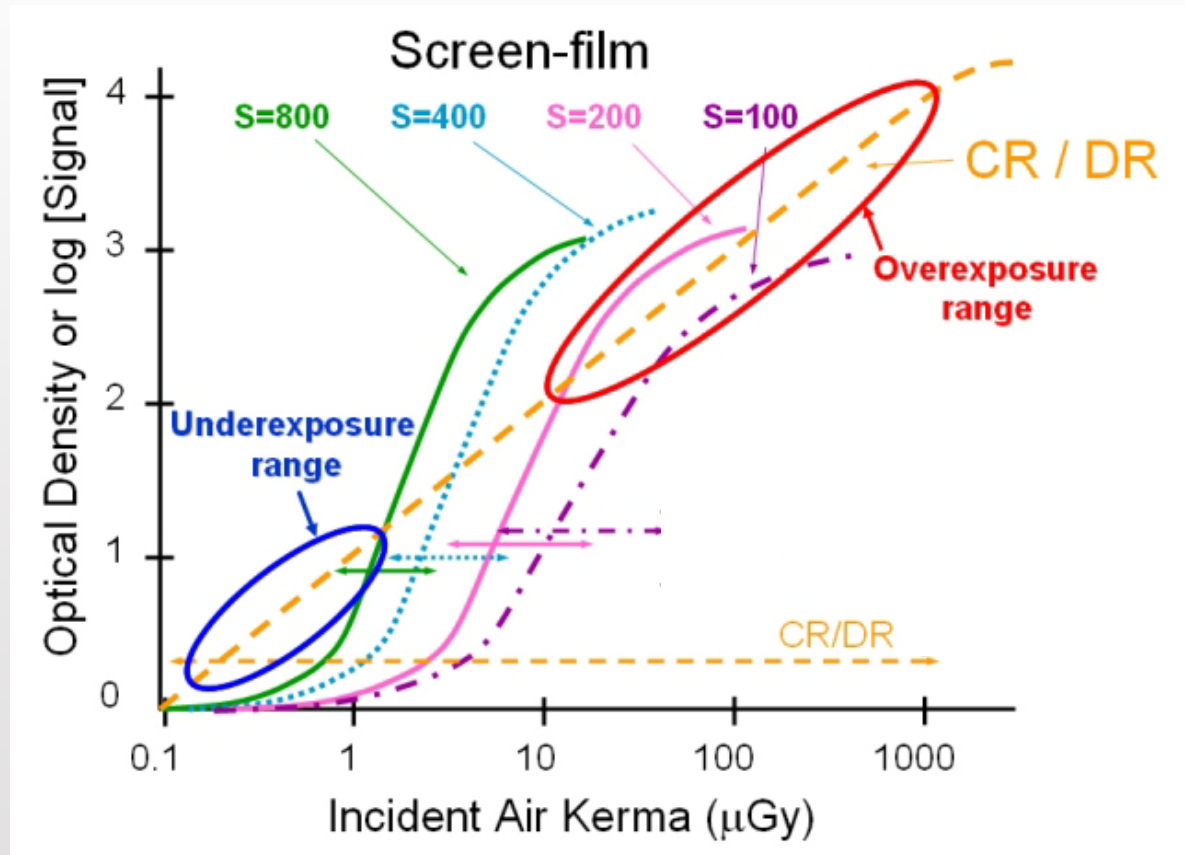
Κλασσική Μαστογραφία

- Ανίχνευση ακτινοβολίας, καταγραφή, αποθήκευση και προβολή εικόνας από φιλμ/πινακίδα
- Περιορισμός δυναμικού εύρους Έκθεσης – OD από τη χαρακτηριστική καμπύλη φιλμ/πινακίδας
- Αντίθεση εικόνας που καθορίζεται από την χαρακτηριστική καμπύλη φιλμ/πινακίδας
- Κατώφλι OD στο φιλμ για βέλτιστη απεικόνιση (κατώφλι mAs)
- Απουσία επεξεργασίας εικόνας (επανακτινοβολήσεις)

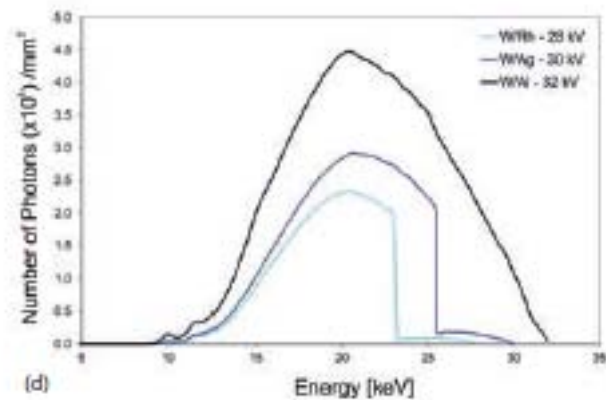
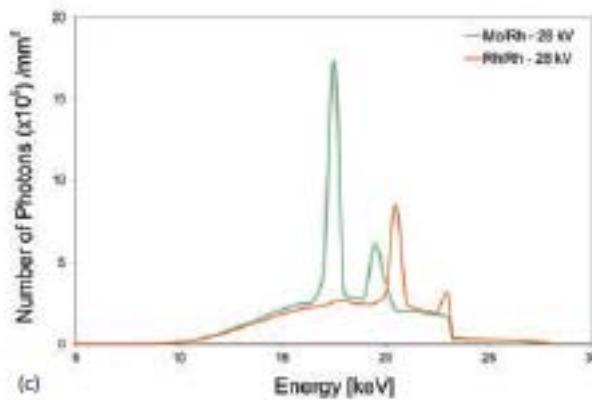
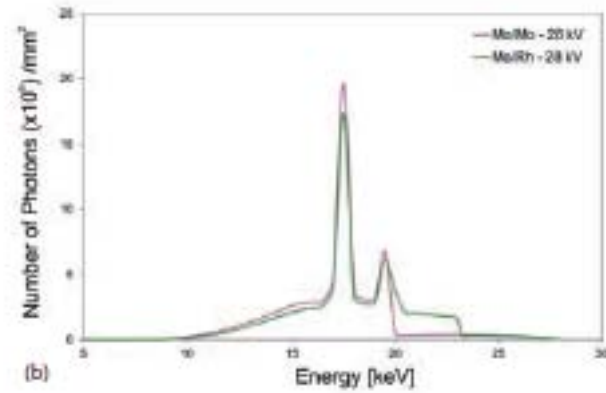
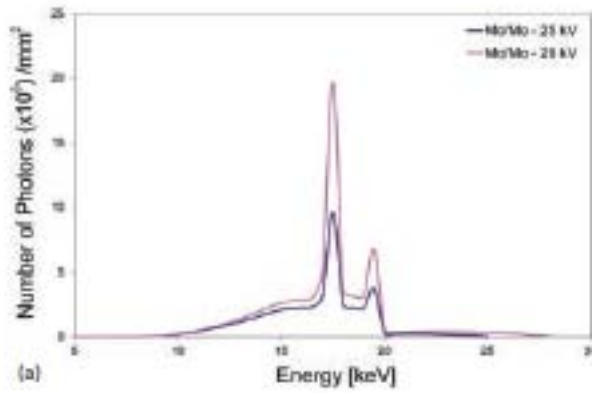
Ψηφιακή Μαστογραφία

- Οι διαδικασίες ανίχνευσης ακτινοβολίας, καταγραφής, αποθήκευσης και προβολής εικόνας είναι πλήρως διακριτές
- Δεν υπάρχει χαρακτηριστική καμπύλη!
- Μεγάλο δυναμικό εύρος Έκθεσης – OD (δυνατότητα χρησιμοποίησης σκληρότερων φασμάτων για μείωση της δόσης)
- Επεξεργασία εικόνας μετά τη λήψη (**δυναμική** ρύθμιση αντίθεσης και φωτεινότητας)
- Δεν απαιτείται συγκεκριμένη έκθεση του ανιχνευτή
- Η μόνη επίδραση ενδεχόμενης υπερέκθεσης είναι η μείωση του κβαντικού θορύβου. **ΠΡΟΣΟΧΗ!**

Διαφορές ψηφιακής και κλασσικής μαστογραφίας



Φάσματα ξανά...



Dose Comparison between screen/film and full field digital mammography

Gennaro and di Maggio, Eur Radiol (2006) 16: 2559-2566

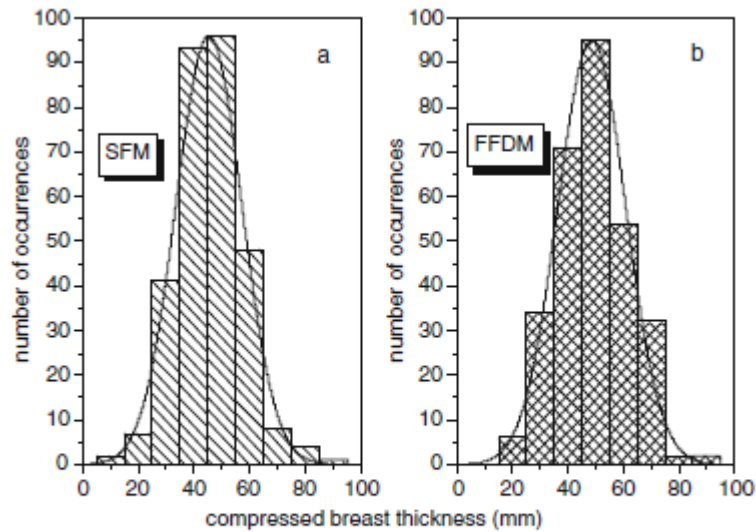


Fig. 2 Compressed breast thickness distribution for screen/film (a) and digital (b) datasets. Mean breast thickness was 45.3 mm for SFM and 48.5 mm for FFDM

- Αναδρομική ανάλυση δεδομένων
- 300 κλασικές και 296 ψηφιακές μασογραφίες
- GE Senographe DMR / GE Senographe 2000D
- Προσομοίωση φασμάτων – υπολογισμός $K_{i,t}$

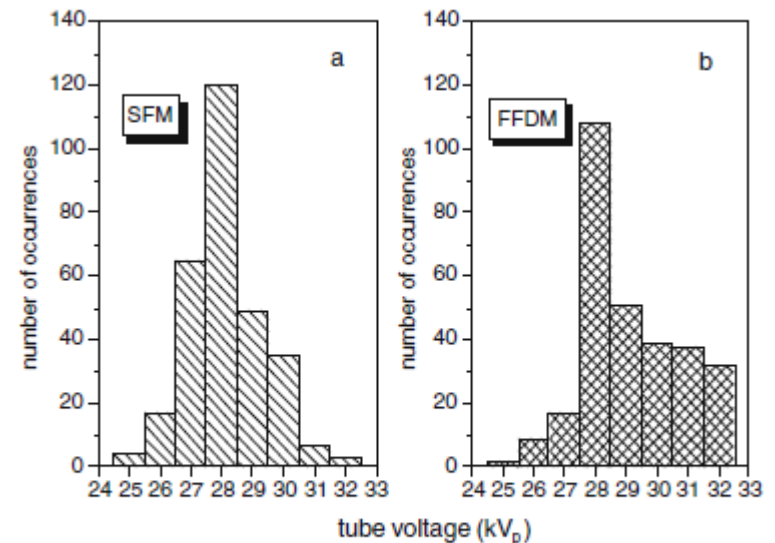


Fig. 3 Peak tube voltage (kV_p) distribution for screen/film (a) and digital (b) datasets

Dose Comparison between screen/film and full field digital mammography

Gennaro and di Maggio, Eur Radiol (2006) 16: 2559-2566

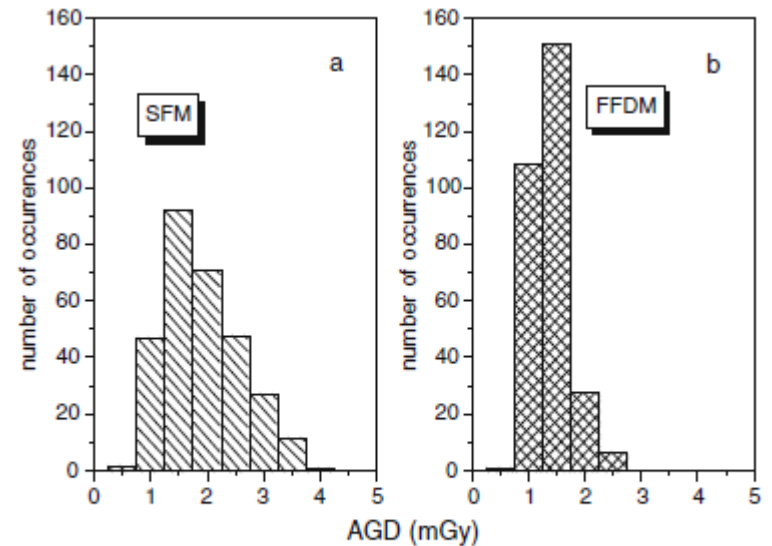


Fig. 5 AGD distribution for screen/film (a) and digital (b) datasets. The mean AGD was 1.92 mGy for SFM and 1.40 mGy for FFDM

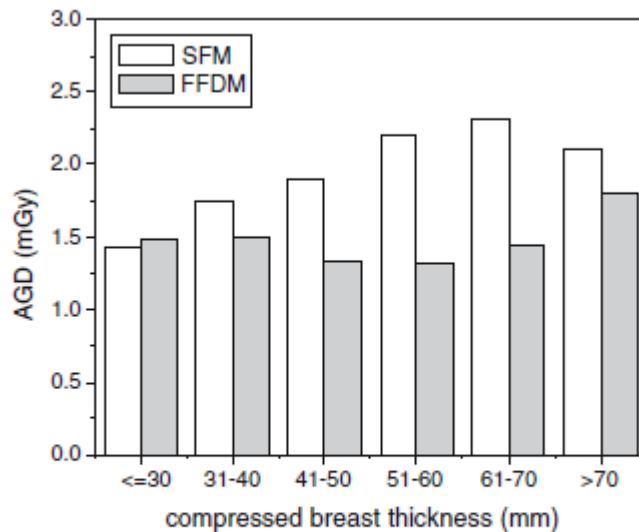


Fig. 6 Mean AGD for different intervals of compressed breast thickness. Comparison between SFM and FFDM

- Ίδια λυχνία
- Χρήση bucky
- Διαφορά στην AGD κυρίως για τους μαστούς μέσου πάχους

Analysis of patient dose in full field digital mammography

Baoying Chen^{a,b,1}, Yingmei Wang^{c,1}, Xin Sun^{d,1}, Wei Guo^a, Ming Zhao^a, Guangbin Cui^a, Lina Hu^a, Pei Li^a, Yan Ren^e, Jun Feng^{e,*}, Jun Yu^{b,**}

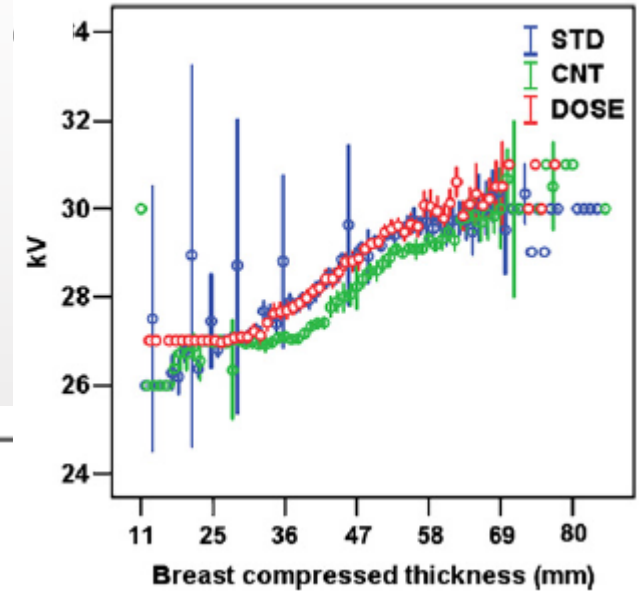
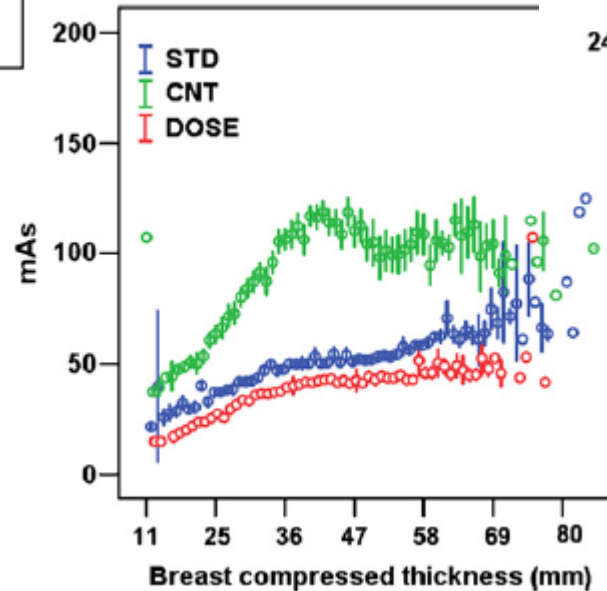
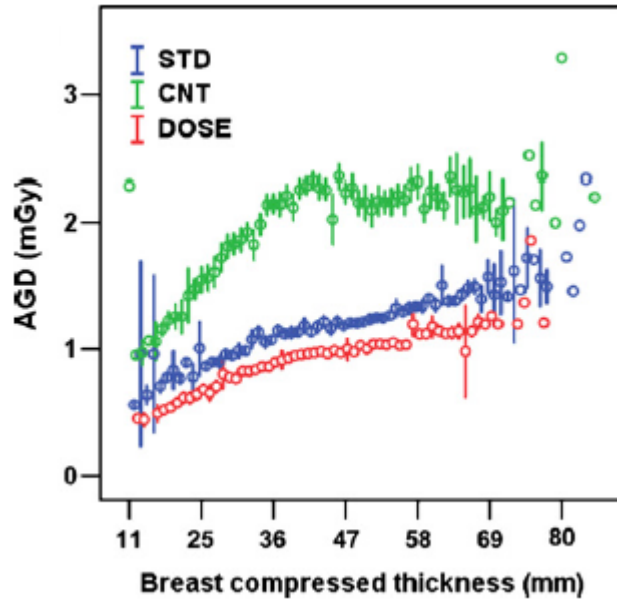
^a Department of Radiology, Tangdu Hospital, Fourth Military Medical University, Xinsi Road 1, 710038 Xi'an, Shaanxi, China

^b Department of Preclinical Experiment Center, School of Basic Medical Science, Fourth Military Medical University, Changle West Road 169, 710032 Xi'an, Shaanxi, China

^c Department of Pathology, School of Basic Medical Science, Fourth Military Medical University, Changle West Road 169, 710032 Xi'an, Shaanxi, China

^d Department of Paediatrics, Xijing Hospital, Fourth Military Medical University, Changle West Road 169, 710032 Xi'an, Shaanxi, China

^e Faculty of Information Science and Technology, Northwest University, North Avenue of Tai Bai 229, 710069 Xi'an, Shaanxi, China



AGD vs Exposure Mode (AOP)

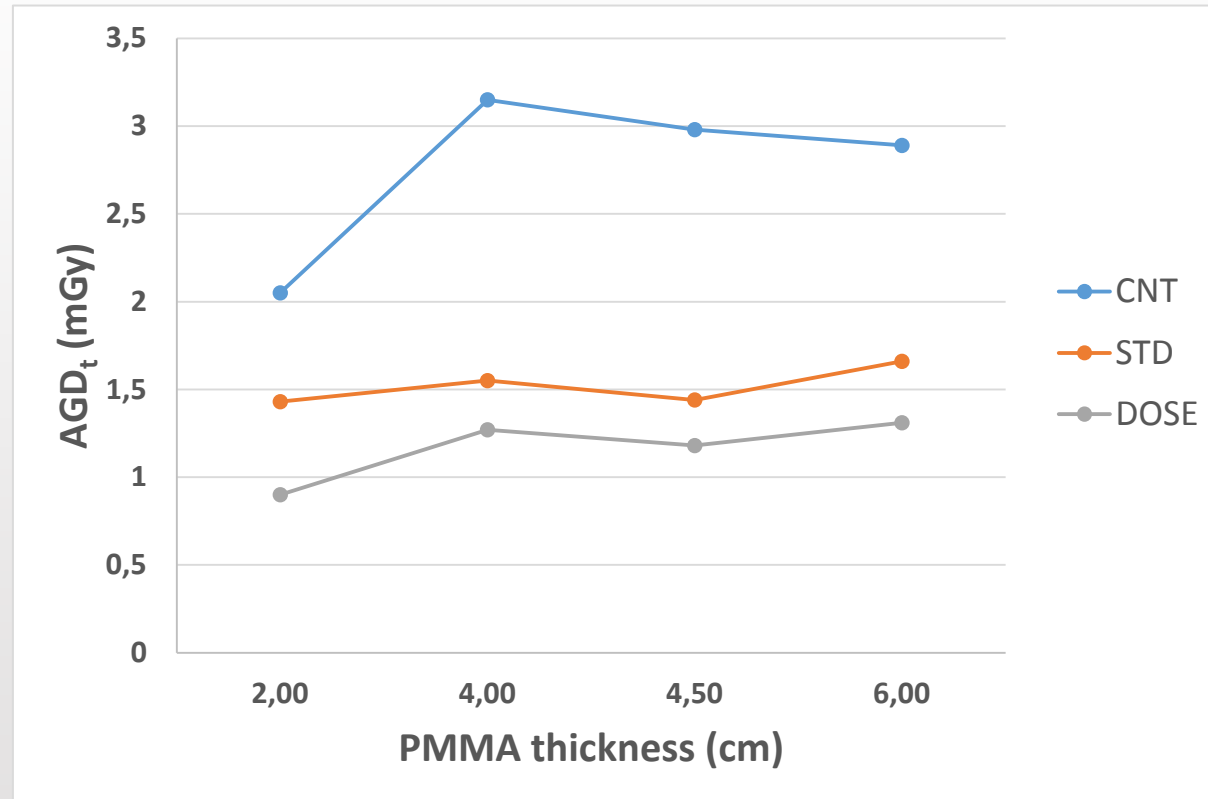
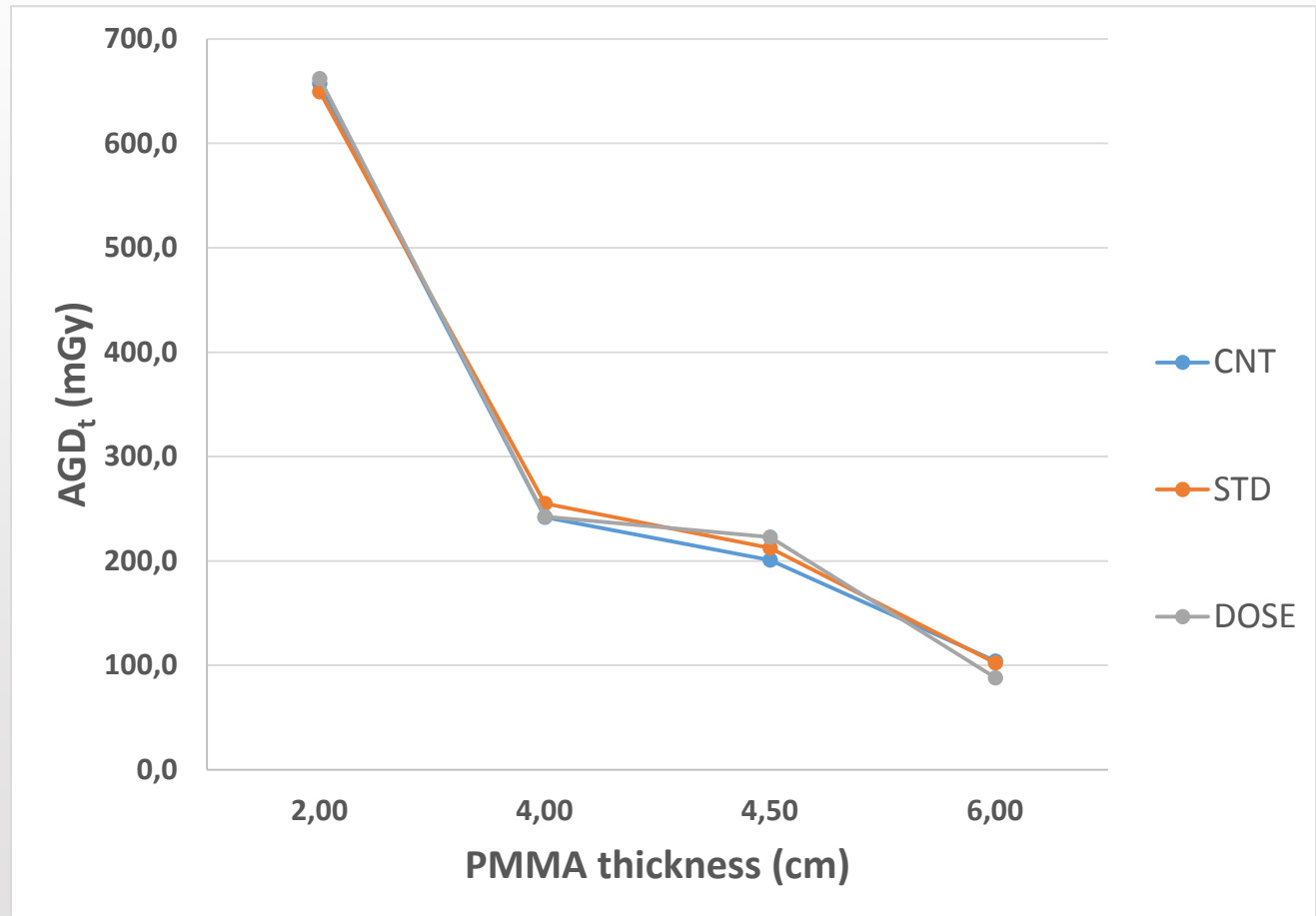


Figure of Merit, FoM [CNR²/AGD]



Ένας μονοσήμαντος Δείκτης Έκθεσης σχετιζόμενος με την ποιότητα της μαστογραφικής εικόνας

AAPM REPORT NO. 116



An Exposure Indicator for Digital Radiography

Report of AAPM Task Group 116

July 2009

DISCLAIMER: This publication is based on sources and information believed to be reliable, but the AAPM and the editors disclaim any warranty or liability based on or relating to the contents of this publication.

The AAPM does not endorse any products, manufacturers, or suppliers. Nothing in this publication should be interpreted as implying such endorsement.

© 2009 by American Association of Physicists in Medicine



Συμπέρασμα

Η μέθοδοι ψηφιακής μαστογραφίας **δύναται** να προσφέρουν εικόνες υψηλής ποιότητας και επαρκούς διαγνωστικής πληροφορίας με ταυτόχρονη **μείωση** της απορροφούμενης δόσης στο μαστό σε σύγκριση με τις μεθόδους κλασσικής απεικόνισης με φιλμ.



Ευχαριστώ!



Θερμές ευχαριστίες οφείλουμε στον συνάδελφο Δρ. Φυσικής **Παναγιώτη Κηπουρό** για τη βοήθειά του τόσο σε επίπεδο συζητήσεων όσο και παροχής δεδομένων.