

# ESERCITAZIONI SULLE VALUTAZIONI IN MAMMOGRAFIA

corso AIFM - ISE  
Torino 26-27 novembre 2004

Maria Paola Barbero  
Veronica Rossetti

S.C. Fisica Sanitaria - Ospedale San Giovanni Antica Sede - Torino

## Documentazione di riferimento

1. **Dosimetria:**  
European Protocol on dosimetry in mammography EUR 16263 (1996)
2. **Controlli di qualità:**
  - I. The European Protocol on Quality Control of the Physical and Technical Aspects, contenuto in *European Guidelines for Quality Assurance in Mammography Screening* (1996; 2001)
  - II. Addendum on digital mammography ([www.euref.org](http://www.euref.org)) (2003)
  - III. Protocollo italiano per i controlli di qualità in mammografia, Report n° 1 AIFM (2004)



## Strumentazione

Fasci di bassa energia 17 e 24 keV – anodo Mo (o doppio anodo Mo+Rh o Mo+W) e filtro in Mo (o doppio filtro Mo+Rh)



Strumentazione dedicata e opportunamente calibrata (accuratezza del  $\pm 5\%$  e riproducibilità del  $\pm 1\%$ )

- Camera a ionizzazione;
- Rivelatori a semiconduttore (dipendenza dall'energia);
- Dosimetri termoluminescenti – TLD (per dosim. in vivo) accuratezza e precisione del lotto di TLD  $< \pm 10\%$
- Densitometro – accuratezza di  $\pm 0.02$  DO (in corrispondenza di DO = 1) e una riproducibilità del  $\pm 1\%$

## Definizioni

1. **Mammella standard:**  
semicircolare con  $r > 80$  mm e h 50 mm.  
Guscio adiposo di 10 mm e zona centrale composta (in peso) da una miscela di 50% tessuto adiposo e 50% tessuto ghiandolare.
2. **Fantoccio standard:**  
fantoccio omogeneo di PMMA di spessore  $45 \pm 0.5$  mm, simula la mammella standard.
3. **Zona della misura di riferimento:**  
a 60 mm dalla parete toracica centrata lateralmente; per le misure di dose, a 45 mm sopra il piano d'appoggio.

### Definizioni

#### 4. Grandezze dosimetriche:

- kerma in aria in ingresso (ESAK – Entrance Surface Air Kerma)  
Si misura in aria nella zona di riferimento
- Dose superficiale in ingresso (ESD – Entrance Surface Dose)  
 $ESD = ESAK \cdot BSF$   
Si misura con fantoccio nella zona di riferimento

SEV (mmAl)	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65
BSF	1.07	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.12	1.13

EUR 16263

Se il SEV del fascio non è noto, assumere BSF=1.09.

- Dose ghiandolare media

$$AGD = g \cdot c \cdot s \cdot ESAK$$

Dove g, c, s sono i fattori riportati nei lavori di Dance (Phys. Med. Biol. 45, 2000)

#### A. ESAK su fantoccio standard in condizioni cliniche



informazioni sull'adeguatezza della metodica;  
con ulteriori misure, stima della ESD e AGD

#### B. ESD da misura di output, SEV e parametri dei pazienti



confronto con il livello diagnostico di riferimento (LDR) richiesto dal DLgs. 187/00

#### C. AGD da misure in vivo



stima del numero di tumori radioindotti

Strumentazione necessaria

- rivelatore per misura output
- fantoccio standard
- densitometro (se mammografo analogico)
- per misurare i mAs utilizzare esposimetro integrato sul mammografo (accuratezza e precisione  $\pm 5\%$  - range clinico: 10-500mAs)

1. Determinazione del carico del tubo

- esporre il fantoccio in condizioni cliniche
- registrare i mAs ottenuti
- sviluppare pellicola
- misurare DO in p.to di riferimento (auspicabile  $1.4 \leq DO_{netta} \leq 1.8$ )



Metodo di misura

2. Misura di output (ESAK per unità di carico):

- rimuovere il fantoccio e posizionare il rivelatore nella zona di riferimento (compressore tra sorgente e rivelatore)
- selezionare il carico del tubo determinato precedentemente
- effettuare la misura



Analisi dei risultati

MAMMOGRAFI ANALOGICI

Confrontare i risultati con i limiti riportati in tabella (EUR 16263)

DO <sub>netta</sub>	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
ESAK (mGy)	9	11	13	15	17	19

MAMMOGRAFI DIGITALI o CR

Limite AGD = 2.5 mGy (desiderabile 2 mGy)

Supponendo che le condizioni cliniche di riferimento siano Mo/Mo 28 kV, si ricava il valore di ESAK "desiderabile":

$$ESAK = AGD / (g \cdot c \cdot s) = 2.0 \text{ mGy} / 0.177 = 11.3 \text{ mGy}$$

Dove c = 1 (50% adiposo e 50% ghiandolare), s = 1 (Mo/Mo)

B. ESD da misura di output, SEV e parametri dei pazienti

- modulo per raccolta dati relativi ai pazienti
- rivelatore per misura output
- per misurare i mAs utilizzare esposimetro integrato sul mammografo (accuratezza e precisione  $\pm 5\%$  - range clinico: 10-500mAs)
- materiale per la misura del SEV (filtri in Al puro al 99% con spessore 0.1  $\pm$  0.2 mm e un diaframma in Pb spesso almeno 0.5 mm)

1. Modulo raccolta dati pazienti

- Proiezione (CC, OBL, LAT)
- kV, mAs, anodo/filtro
- Spessore mammella compressa
- n° immagini/proiezione
- n° pellicole ripetute e ragioni per cui...

2. Misurare output in tutte le condizioni cliniche registrate.

Strumentazione necessaria

Metodo di misura

Metodo di misura

3. Stima del SEV:

Da effettuare in condizioni di buona geometria

- porre il rivelatore in aria nel p.to di misura di riferimento e il diaframma di Pb sopra il compressore
- in modo manuale impostare param. della clinica
- esporre, aggiungendo ogni volta strati di Al sopra il diaframma, fino ad ottenere il dimezzamento della dose iniziale.

$$SEV = \frac{X_1 \ln\left(\frac{2Y_2}{Y_0}\right) - X_2 \ln\left(\frac{2Y_1}{Y_0}\right)}{\ln\left(\frac{Y_2}{Y_1}\right)}$$

EUR 16263 (1996)	SEV
Mo/Mo 25 kV	0.34
Mo/Mo 28 kV	0.37
Mo/Mo 30 kV	0.38
Mo/Rh 28 kV	0.44
W/Rh 28 kV	0.54
W/Rh 30 kV	0.56
Rh/Rh 28 kV	0.45
Rh/Rh 30 kV	0.48

IPEM 78 (1997): Valori di SEV inferiori

4. Noto il SEV ricavo il BSF

Per ogni paziente:

Anodo/filtro	kV	mAs	T (mm)	R (mGy/mAs) al piano d'appoggio	ESD (mGy) = R · mAs · (d <sub>1</sub> /d <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> · BSF
Mo/Mo	28	50.7	46	0.10	6.3
Mo/Rh	30	72.6	66	0.11	10.7

Dove d<sub>1</sub> è la distanza fuoco-piano d'appoggio e d<sub>2</sub> la distanza fuoco pelle

Analisi dei risultati

LDR = 10 mGy (Dlgs. 187/00 e documento RP 109)

Indipendentemente dalla DO e dalla proiezione

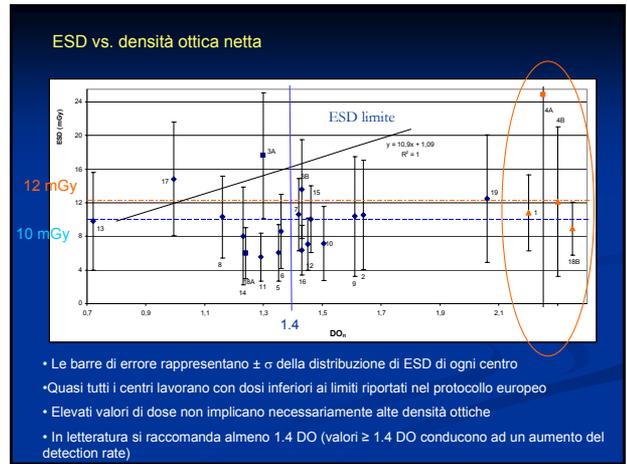
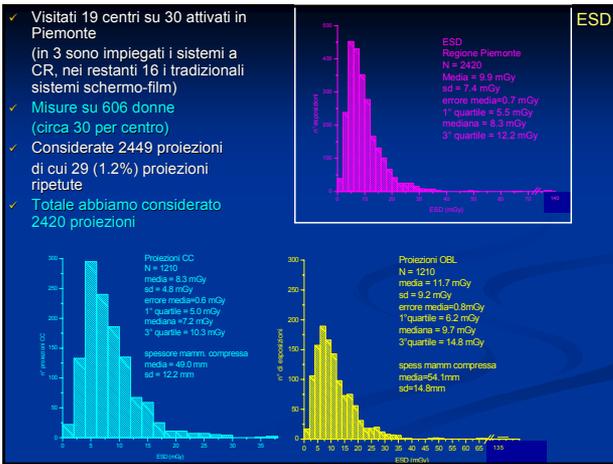
Per le metodiche valutazione di ESD si rimanda ai protocolli europei (dove limite di ESAK, e quindi di ESD, correlato alla DO)

La legislazione italiana ha attribuito all'LDR in mammografia 10 mGy, mentre questo era riferito in origine ad un valore di ESAK relativo a DO = 1

DO suggerite per una buona clinica > 1.0 (analogico)  
AGD limite maggiore di quanto si ottiene con ESD = 10 mGy (digitale)

Ne consegue che, una macchina che rispetti anche i livelli desiderabili per i CQ potrebbe fornire una ESD media in ingresso superiore a 10 mGy

Si può giustificare un valore medio di ESD > 10 mGy se tutta la catena di formazione dell'immagine è debitamente controllata dal punto di vista fisico-tecnico e se il radiologo ha coscientemente scelto di lavorare con DO elevate.



### C. Valutazione di AGD da misure in vivo

**Strumentazione necessaria**

- modulo per raccolta dati pazienti
- lotti di TLD opportunamente selezionati e calibrati
- rivelatore per misura output
- per misurare i mAs utilizzare esposimetro integrato sul mammografo (accuratezza e precisione  $\pm 5\%$  - range clinico: 10-500mAs)
- materiale per la misura del SEV

**Metodo di misura**

1. Modulo di raccolta dati:

- tipo di proiezione (CC, OBL, LAT)
- kV, mAs, anodo/filtro, spessore mammella compressa
- età della donna
- immagini per proiezione
- esposizioni ripetute (includere le ragioni)
- n° di TLD corrispondente ad ogni esposizione

### AGD

**Metodo di misura**

2. Misure con TLD

- selezionare e calibrare i cristalli per confronto con una camera a ionizzazione;
- porre ogni dosimetro in un contenitore radiotrasparente numerato
- se TLD radiotrasparente posizionarlo sotto il compressore nella zona di riferimento; se TLD non completamente radiotrasparente posizionarlo in corrispondenza del quadrante sup interno
- effettuare la misura su almeno 30 donne

Al termine delle misure in vivo valutare il SEV per tutti le configurazioni impiegate (anodo/filtro e kV).

### Dose ghiandolare media (AGD)

Secondo un metodo proposto da Dance si ricava come:

$$AGD = ESAK \cdot g \cdot c \cdot s$$

$ESAK = ESD / BSF$

$g \Rightarrow$  fattore di conversione kerma in aria-dose ghiandolare (spessore della mammella compressa, SEV, Mo/Mo, mammella composta da 50% di ghiandola)

$c \Rightarrow$  variazioni della percentuale di tessuto ghiandolare (spessore della mammella, SEV, età)

$s \Rightarrow$  spettro energetico (accoppiamento anodo/filtro)

### AGD

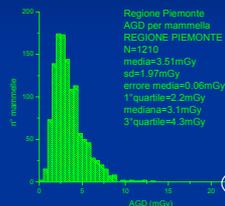
- Leggere i TLD, applicare i fattori di correzione e calcolare la ESD per ogni paziente
- Calcolare il SEV al fine di valutare correttamente il BSF
- $ESAK = ESD / BSF$
- $AGD = c \cdot g \cdot s \cdot ESAK$

DO <sub>netta</sub>	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
AGD <sub>std</sub>	1.8	2.3	2.8	3.2	3.6	4.0

EUR 16263

Errore sulla stima di AGD:  $\pm 20\%$  ( $1\sigma$ )  
(propagando errori su ESD, BSF, SEV, g, c, interpolazione g e c)

Analisi dei risultati: il rischio di tumore radioindotto  
PER LA STIMA DEL RISCHIO E' NECESSARIO CALCOLARE LA  
DOSE GHIANDOLARE PER MAMMELLA



Fattori di rischio calcolati da Law da una simulazione del National Radiological Protection Board (NRPB)

Età (anni)	n° di cancro indotti per 10 <sup>6</sup> donne per 1 mGy (Law)	n° di cancro indotti per 10 <sup>6</sup> donne per 3.5 mGy
40 - 44	16.6	58.1
45 - 49	15.0	52.5
50 - 54	13.2	46.2
55 - 59	11.5	40.2
60 - 64	9.4	32.9
65 - 70	7.4	25.9

Dose ghiandolare per mammella nel programma di screening inglese  
 $3.65 \pm 0.07$  mGy (Young - 2002).

Valori di detection rate del programma di screening dell'intera  
Regione Piemonte relativi all'anno 2002\*

n° donne	79888
n° cancro trovati	474
Detection rate x 1000	5.93

Età (anni)	n° di cancro trovati / n° di cancro indotti Regione Piemonte	n° di cancro trovati / n° di cancro indotti Inghilterra (Law)
50 - 54	128	89
55 - 59	148	120
60 - 64	180	182

\* Dati raccolti ed elaborati dal centro di prevenzione oncologica del Piemonte (CPO).

## Conclusioni

- Misura di ESAK su fantoccio standard



Informazioni sufficienti sull'adeguatezza della metodica  
adottata nella pratica quotidiana

(con ulteriori misure si possono ricavare ESD e AGD)

- Valutazione di ESD da misura di output, SEV e parametri pazienti



Utile al livello di confronto con LDR

- Valutazione di AGD da misure in vivo



Importante per la stima del numero di tumori radioindotti

Grazie dell'attenzione.