



Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής
Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ηρακλείου

Δόσεις ακτινοβολίας στο προσωπικό ψηφιακού αγγειογράφου. Τελευταίες εξελίξεις

Αντώνιος Παπαδάκης
Ακτινοφυσικός ΠαΓΝΗ

20^ο Πανελλήνιο Ακτινολογικό Συνέδριο, 4-6 Νοεμβρίου, Divani Caravel Hotel, Αθήνα

Σύστημα Ακτινοπροστασίας

➤ Διεθνής Επιτροπή Ραδιολογικής Προστασίας:

Σύστημα Ακτινοπροστασίας - Συστάσεις

International Committee on Radiological Protection

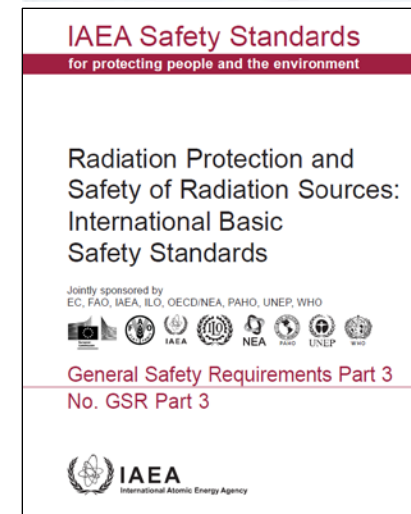
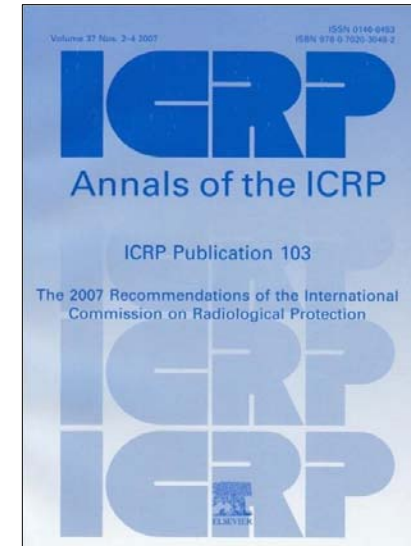
– ICRP

➤ Διεθνής Οργανισμός Ατομικής Ενέργειας - Βασικά

Πρότυπα Ασφάλειας για την Προστασία έναντι των

Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών

International Atomic Energy Agency-IAEA

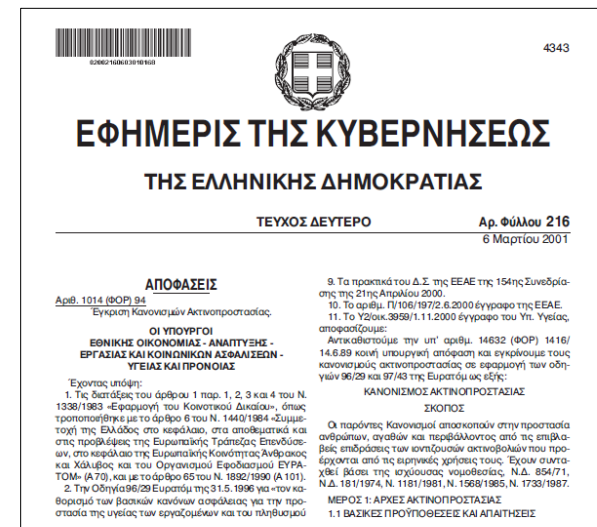


Σύστημα Ακτινοπροστασίας

- **Ευρωπαϊκή Ένωση:** Basic Safety Standards (BSS), Directives 89/618/, 90/641/, 96/29/, 97/43/, 2003/122/, **2013/59/Euratom**



- **Ελλάδα:** Κανονισμοί Ακτινοπροστασίας:
Εναρμόνιση Ελληνικής νομοθεσίας με τις οδηγίες της Euratom
(ΦΕΚ 216 (Β')/6-3-2001)



Οι Αρχές Ακτινοπροστασίας

➤ **Αιτιολόγηση**



➤ **Βελτιστοποίηση**



➤ **Όρια Δόσης Ακτινοβολίας**

Τα Όρια Δόσης Ακτινοβολίας για εργαζόμενους

	Όριο Δόσης/Έτος
Ολόσωμη Έκθεση	20 mSv
Δέρμα	500 mSv
Άκρα	500 mSv
Φακός Οφθαλμού	150 mSv

Τα Όρια Δόσης Ακτινοβολίας για εργαζόμενους

	Όριο Δόσης/Έτος
Ολόσωμη Έκθεση	20 mSv
Δέρμα	500 mSv
Άκρα	500 mSv
Φακός Οφθαλμού	150 mSv → 20 mSv!

Τα πρώτα επιδημιολογικά δεδομένα

- ✓ *Merriam G and Focht E, A clinical and experimental study of the effect of single and divided doses of radiation on cataract production. Trans. Am. Ophthalmol. Soc. 60, 35-52, (1962)*
- ✓ *Nefzger M et al, Eye findings in atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki:1963-1964. Am. J. Epidemiol. 89, 129-138 (1969)*
- ✓ *Otake M and Schull W, Radiation related posterior lenticular opacities in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors based on the DS86 dosimetry system. Radiat. Res. 121, 3-13 (1990)*

Περιορισμοί μελετών

- ✓ Μικρή χρονική περίοδος παρακολούθησης (~8 έτη)
- ✓ Μεθόδους με μικρή ευαισθησία στην ανίχνευση αλλαγών στη διαφάνεια του φακού του οφθαλμού
- ✓ Πολύ μικρό αριθμό ατόμων με δόση φακού του οφθαλμού μικρότερη από 2 Gy

Τα νέα δεδομένα για την αναθεώρηση του ορίου δόσης για το φακό του οφθαλμού

Table 2.4. Human epidemiological studies that support or question a lower or zero threshold model for radiation cataracts.

Studies supporting a lower or zero threshold

Diagnostic procedures

Klein et al. (1993)

Radiotherapy

Albert et al. (1968), Wilde and Sjostrand (1997),
Hall et al. (1999)

Astronaut core

Cucinotta et al. (2001), Rastegar et al. (2002),
Chylack et al. (2009)

Atomic bomb survivors

Minamoto et al. (2004), Nakashima et al. (2006),
Neriishi et al. (2007)

Residents of contaminated buildings

Chen et al. (2001b), Hsieh et al. (2010)

Nuclear plant workers

Jacobson (2005)

Chernobyl nuclear accident

Day et al. (1995), Worgul et al. (2007)

Medical workers

Worgul et al. (2004), Chodick et al. (2008),
Kleiman et al. (2009), Vañó et al. (2010)

Studies questioning lower or zero threshold

Diagnostic procedures

Hourihan et al. (1999)

Radiotherapy

Chmelevsky et al. (1988)

Nuclear plant workers

Voelz (1967), Guskova (1999), Mikryukova et al. (2004),
Okladnikova et al. (2007)



- Information for
- Health Professionals
- Member States
- Patients and Public

Social Media

[facebook](#)

Home » News

IAEA Cataract study



IAEA activity on Retrospective Evaluation of Lens Injuries and Dose (RELID)

Related Links

- [What is RELID?](#)
- [List of activities](#)
- [Publications](#)
- [RSNA News](#)
- [ICRP Statement of April 2011](#)

Home » News

IAEA Cataract study - List of Eye testing exercises conducted

No	Place (City, Country)	Dates	Regional/National organization	Links
1	Bogota, Colombia	25-26 Sept.2008	SOLACI ¹	RELID report Colombia [English], [Español]
2	Kuala Lumpur, Malaysia	17-19 April 2009	NAHM ²	RELID report Malaysia
3	Montevideo, Uruguay	16-17 April 2009	SOLACI ¹	RELID report Uruguay [English], [Español]
4	Varna, Bulgaria	11-12 July 2009	NCRRP ³	RELID report Bulgaria
5	Sofia, Bulgaria	13-15 July 2009	NCRRP ³	RELID report Bulgaria
6	Bangkok, Thailand	23-24 December 2009		RELID report Thailand
7	Buenos Aires, Argentina	11-13 August 2010	SOLACI ¹	RELID report Argentina [English], [Español]
8	Kuala Lumpur, Malaysia	6-7 May 2011	NAHM ²	RELID Malaysia



Home » News

ICRP issues statement lowering threshold for eye lens

There have been a [number of reports in recent years](#) indicating prevalence of opacities in the eyes of staff exposed to radiation levels below the thresholds as established by the ICRP (ICRP Publication 60 of 1990 and ICRP Publication 103 of 2007). The values for detectable lens opacities are: 5 Sv for protracted and 0.5-2.0 Sv for brief exposure. The 2007 ICRP report stated "However, new data on the radiosensitivity of the eye with regard to visual impairment are expected", and concluded "Because of the uncertainty concerning this risk, there should be particular emphasis on optimization in situations of exposure of the eyes".

The Commission has now reviewed recent epidemiological evidence and has [issued a statement after its meeting on 21st April 2011](#).

According to this statement, the threshold in absorbed dose for the lens of the eye is now considered to be 0.5 Gy.

[Further , for occupational exposure in planned exposure situations the Commission now recommends an equivalent dose limit for the lens of the eye of 20 mSv in a year, averaged over defined periods of 5 years, with no single year exceeding 50 mSv.](#)

The Commission continues to recommend that optimisation of protection be applied in all exposure situations and for all categories of exposure. [With the recent evidence, the Commission further emphasises that protection should be optimised not only for whole body exposures, but also for exposures to specific tissues, particularly the lens of the eye, and to the heart and the cerebrovascular system.](#)



RPOP VIDEO

[Archived News](#)

Volume 41 Nos. 1-2 2012

ISSN 0146-6453
ISBN 978-0-7020-5227-9

ICRP

Annals of the ICRP

ICRP Publication 118

ICRP Statement on Tissue Reactions
and
Early and Late Effects of Radiation in Normal
Tissues and Organs – Threshold Doses
for Tissue Reactions in a Radiation
Protection Context



(3) For occupational exposure in planned exposure situations, the Commission now recommends an equivalent dose limit for the lens of the eye of 20 mSv/year, averaged over defined periods of 5 years, with no single year exceeding 50 mSv.

...

stroke or cerebrovascular disease. From current evidence, a judgement can be made of a threshold acute dose of approximately 0.5 Gy (or 500 mSv, see note about units below) for both cardiovascular disease and cerebrovascular disease. On that basis, 0.5 Gy may lead to approximately 1% of exposed individuals developing the disease in question >10 years after exposure. This is in addition to the high natural incidence rate (circulatory diseases account for 30–50% of all deaths in most developed countries). The value of 0.5 Gy to the heart and cerebrovascular system could be reached during some complex interventional procedures. Hence, medical practitioners need to be aware of this new threshold, and should ensure that particular emphasis is given to optimisation. However, it is emphasised that there are notable uncertainties in determining the risks of these diseases at this level of radiation dose. It is unclear from available evidence whether or not the threshold is the same for acute, fractionated, and chronic exposures. For the present purposes, the threshold dose is assumed to be the same for all three types of exposure (i.e. approximately 0.5 Gy).

- Ατομικά Δοσόμετρα
- **Υποχρεωτική Δοσιμέτρηση για εργαζόμενους Κατηγορίας Α**
 - Δοσόμετρο Σώματος: **$H_p(10)$** (mSv)
 - Δοσόμετρο Καρπού: **$H_p(0.07)$** (mSv)
 - Δοσόμετρο Δακτύλου: **$H_p(0.07)$** (mSv)



➤ 2015: Δοσίμετρο Φακού Οφθαλμού, $H_p(3)$ (mSv)



EYE-D™, Radcard

Optimization of **R**adiation Protection for **M**edical Staff
(**ORAMED** Project, FP7)

Ατομικά Δοσίμετρα

- Στο **ύψος του στήθους εκτός** ακτινοπροστατευτικής ποδιάς
Ενεργός Δόση = $H_p(10)/21$



- **Σύσταση (ICRP 85, 2000)**: Ακτινολόγοι/Καρδιολόγοι σε Επεμβατικά εργαστήρια **χρήση δύο** δοσιμέτρων σώματος
 1. **Εκτός** ακτινοπροστατευτικής ποδιάς **στο ύψος του κολάρου**
 2. **Εντός** ακτινοπροστατευτικής ποδιάς
Ενεργός Δόση = $0.075 \times H_p(10)_{\text{Εκτός}} + 1.64 \times H_p(10)_{\text{Εντός}}$

Ετήσια ενεργός δόση επαγγελματικά εκτιθέμενων στη Μ. Βρετανία

	0-1 mSv	>1-5 mSv	> 5-10 mSv	Μέση ενεργός δόση
Επεμβατικοί Ακτινολόγοι	64	4	0	0.35 mSv
Καρδιολόγοι	544	29	0	0.20 mSv
Ακτινολόγοι	456	11	0	0.15 mSv
Γιατροί άλλων ειδικοτήτων	1178	19	0	0.08 mSv
Νοσηλευτές	2120	21	0	0.07 mSv
Τεχνολόγοι	4581	30	1	0.06 mSv
Τεχνικοί	590	2	0	0.03 mSv

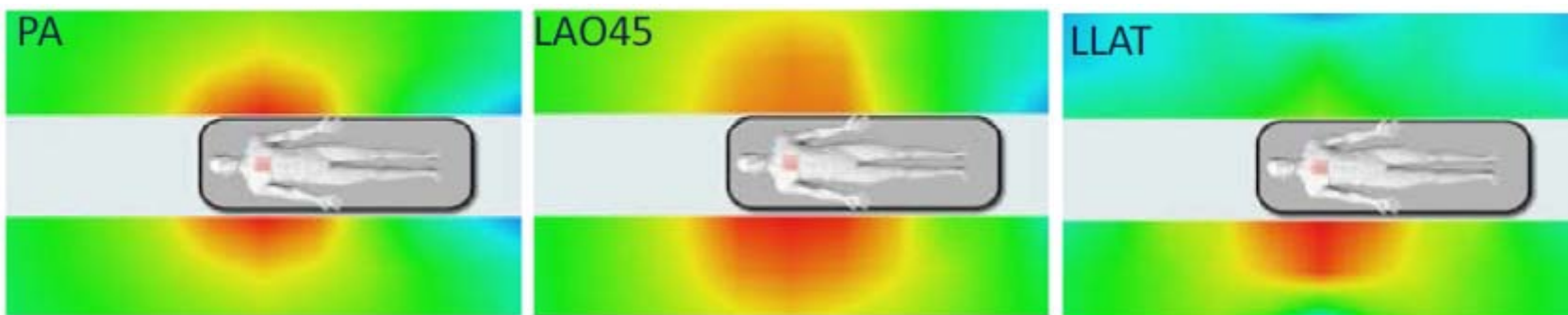
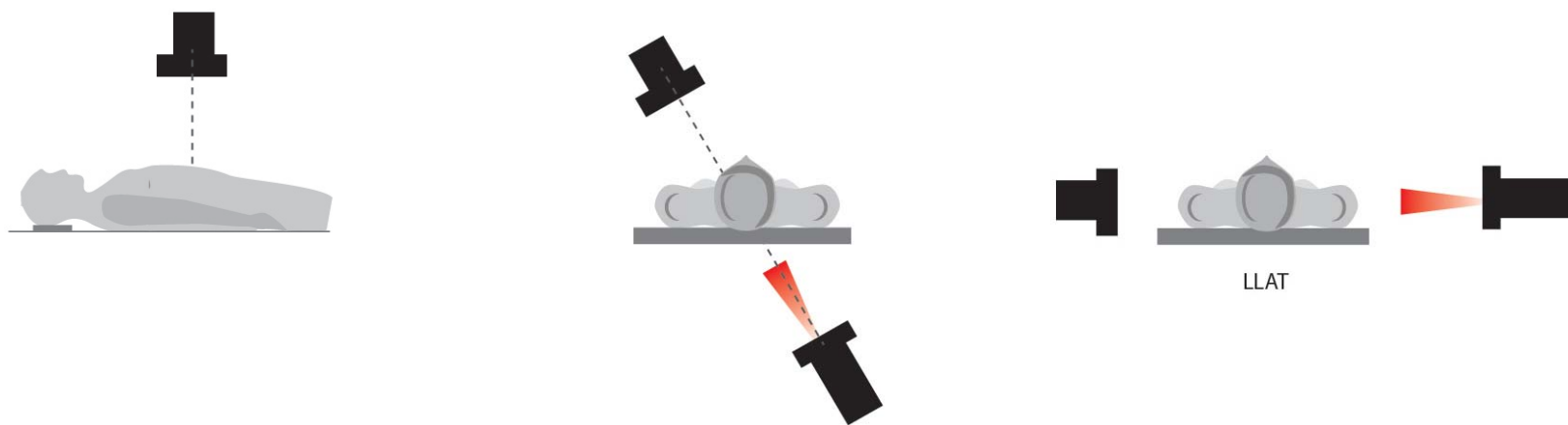
Ακτινολογία/Καρδιολογία στην Ελλάδα

Προσωπικό	Μέση Ετήσια Ενεργός Δόση*
Ιατροί	0.36 mSv
Νοσηλεύτες	0.14 mSv
	Μέση Ετήσια Ισοδύναμη Δόση
Καρπός	12.35 mSv
Δάκτυλο	8.65 mSv

* Δοσιμετρούμενοι με $H_p(10) > 0.1 \text{ mSv}$

Sánchez R et al, “Occupational eye lens doses in interventional cardiology. A multicentric study”, J. Radiol. Prot. 36, 133-143, (2016)

- ✓ **699** διαδικασίες (στεφανιογραφίες, PCI, βαλβίδες)
- ✓ Η μέση ισοδύναμη δόση $H_p(10)$ στο ύψος του στήθους **εκτός** ποδιάς: **46 μSv /διαδικασία** για το **1^ο καρδιολόγο**, **28 μSv /διαδικασία** για τον **2^ο καρδιολόγο** και **12 μSv /διαδικασία** για το **νοσηλεύτη**
- ✓ Στο 10% των διαδικασιών η μέση ισοδύναμη: **100 μSv /διαδικασία**
- ✓ Δόση στο ύψος των οφθαλμών = **0.6** x $H_p(10)$, ($R^2=0.59$)
- ✓ **20 mSv/(0.6 x 0.1 mSv) = 330 διαδικασίες/έτος**



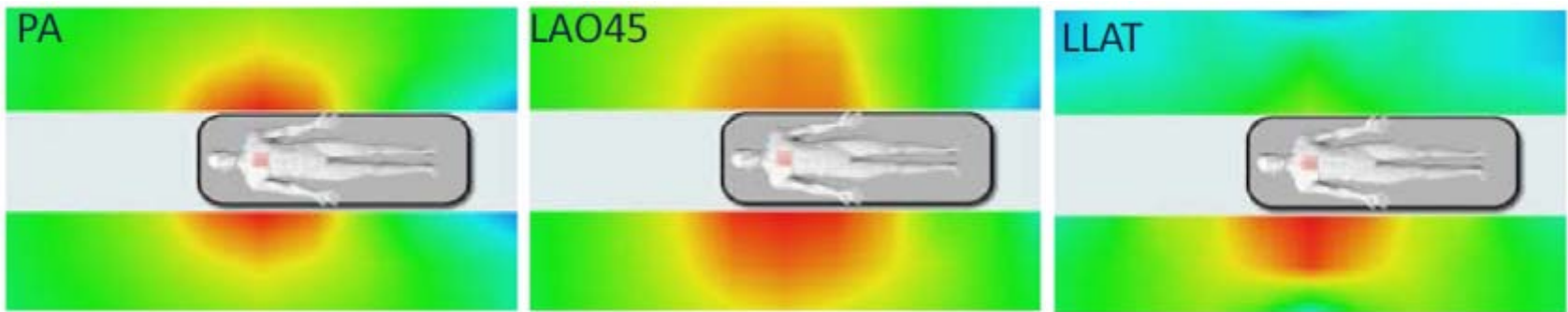
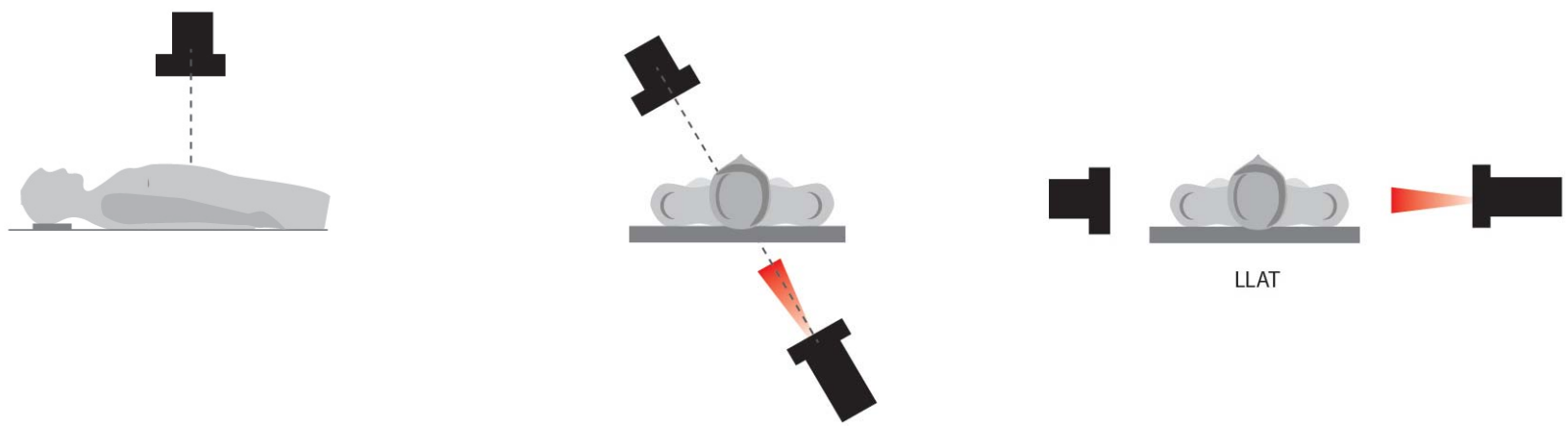
Τυπική επέμβαση καθετηριασμού καρδιάς	Ενεργός Δόση	Ισοδύναμη Δόση Φακός Οφθαλμού
Με Ποδιά-Κολάρο: 0.35 mm Pb, Γυαλιά: 0.5 mm Pb	10 μ Sv	1.0 μ Sv

Πράξεις/Ετος

2000

20000

(Perisinakis et al. Phys. Med. 32, 2016)

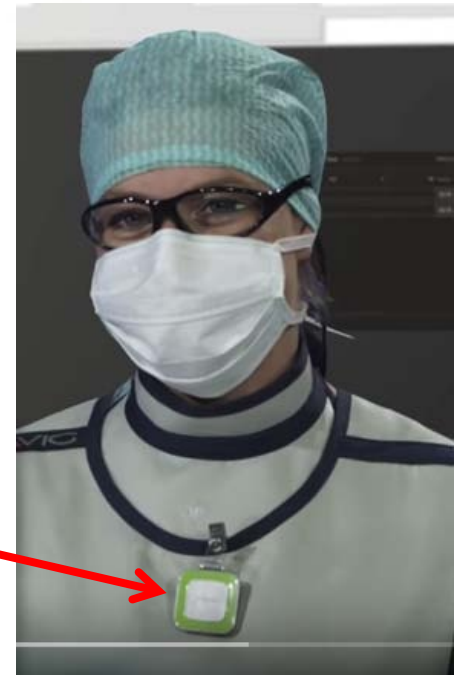
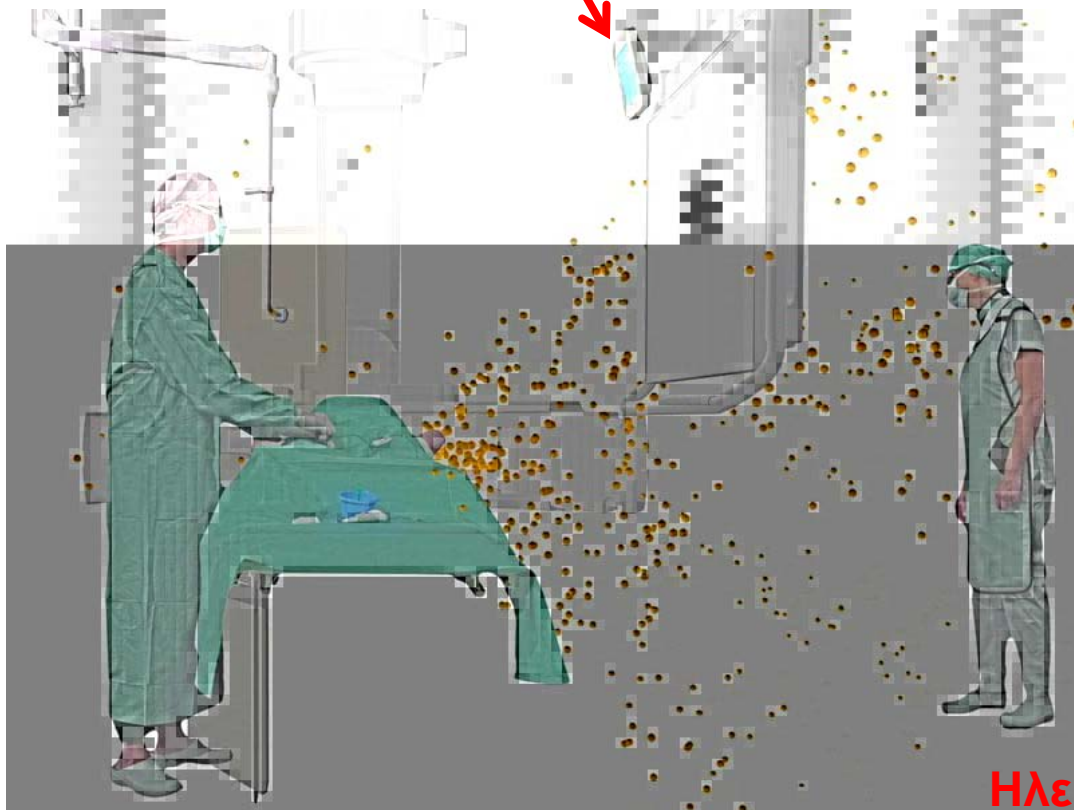


Τυπική επέμβαση καθετηριασμού καρδιάς	Ενεργός Δόση	Ισοδύναμη Δόση Φακός Οφθαλμού
Με Ποδιά-Κολάρο: 0.35 mm Pb, Γυαλιά: 0.5 mm Pb	10 μSv	1.0 μSv
Χωρίς Κολάρο, Γυαλιά	834 μSv	251 μSv
Πράξεις/Ετος	2000, 24	20000, 79

(Perisinakis et al. Phys. Med. 32, 2016)

Ο ρόλος των ηλεκτρονικών δοσιμέτρων στην επεμβατική ακτινολογία

Απεικόνιση δόσης ακτινοβολίας εργαζομένων σε πραγματικό χρόνο



Ηλεκτρονικό
Δοσίμετρο

Ο ρόλος των ηλεκτρονικών δοσιμέτρων στην επεμβατική ακτινολογία

- Επιτρέπει την λήψη δοσιμετρικής πληροφορίας σε **πραγματικό χρόνο** μέσα στην αγγειογραφική αίθουσα
- Επιτρέπει τη **βελτιστοποίηση** της έκθεσης και τη **διόρθωση λαθών** σε πραγματικό χρόνο
- **Επαγρύπνηση** και **αίσθηση ευθύνης** για χρήση τεχνικών και μεθόδων μείωσης της δόσης ακτινοβολίας
- **Συσχέτιση** μεταξύ δόσης ασθενούς (**DAP**) και **δόσης εργαζομένου**



Συμπεράσματα

- Προσοχή στις αρχές ακτινοπροστασίας
- Μείωση όριου ισοδύναμης δόσης στο φακό του οφθαλμού
- Χρήση του ειδικού ακτινοπροστατευτικού εξοπλισμού
- Συνεχής επιμόρφωση και εκπαίδευση σε θέματα ακτινοπροστασίας

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

➤ Ένωση Φυσικών Ιατρικής (www.efie.gr)

➤ **7 Νοεμβρίου: Παγκόσμια Ημέρα Ιατρικής
Φυσικής**

*Σάββατο 5 Νοεμβρίου 2016, 19:30-21:30,
Αίθουσα Ολυμπία Α*