

Ιατρική Φυσική

Ε.Κ.Π.Α. 2024-2025

Ε. Στυλιάρης – Π. Παπαγιάννης

Ακτινοπροστασία:

- Βιολογικές επιδράσεις ιοντιζουσών ακτινοβολιών
- Διεθνές σύστημα ακτινοπροστασίας

Δοσιμετρία:

- Εξωτερική (υπολογιστική, πειραματική)
- Εσωτερική

Π. Ι. Παπαγιάννης
Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής
Ιατρική Σχολή Αθηνών



210 7462442



ppapagi@med.uoa.gr



<http://mpl.med.uoa.gr/>

Πηγές ακτινοβολήσης του ανθρώπου

Πηγές ακτινοβολήσης του ανθρώπου

Φυσικές Πηγές

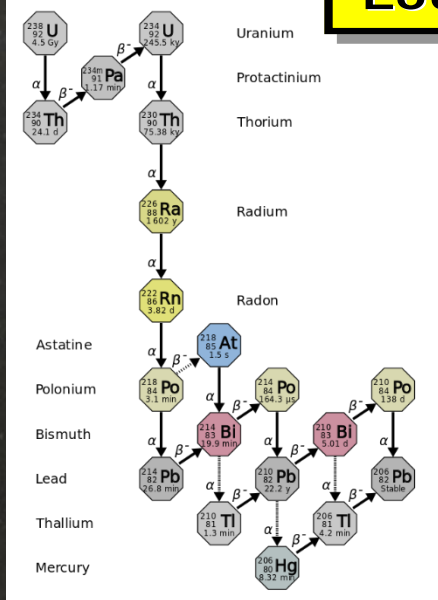
Τεχνητές πηγές

Εσωτερικές

Εξωτερικές

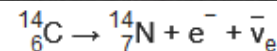
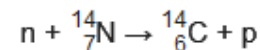
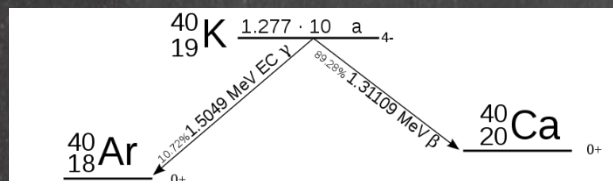
Εσωτερικές

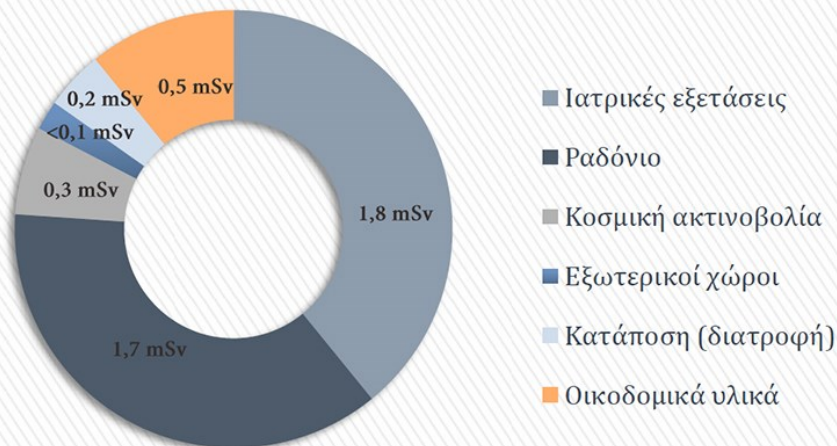
Εξωτερικές



Φυσικά ραδιενεργά:

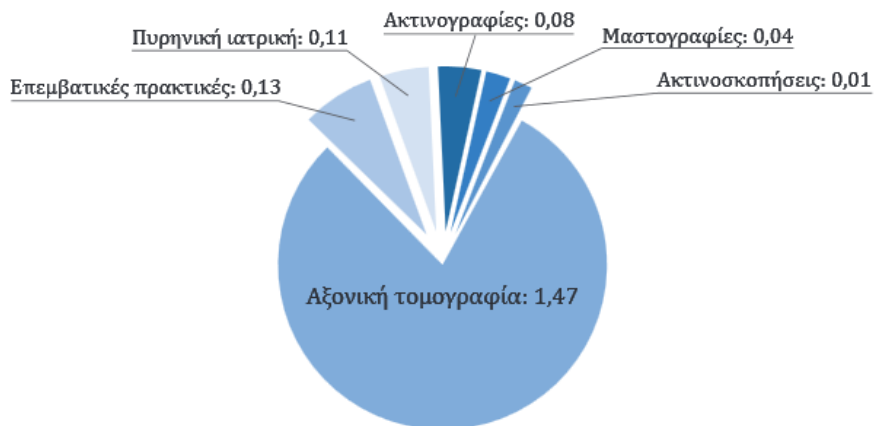
- αρχέγονα (π.χ. ^{238}U , $16 \text{ mg} \Leftrightarrow 4,3 \text{ kBq } ^{40}\text{K}$)
- μη αρχέγονα (π.χ. ^{222}Rn , ^{14}C : $^{12}\text{C} = 1.5/10^{12}$)





ΠΡΙΣΜΑ - Ολιστική εκτίμηση της ακτινικής επιβάρυνσης του πληθυσμού και ανάπτυξη εθνικού πληροφοριακού συστήματος για τις ακτινοβολίες (ΓΤΕΤ, Δράση ΚΡΗΠΙΣ, ΕΣΠΑ, 2007-2013)

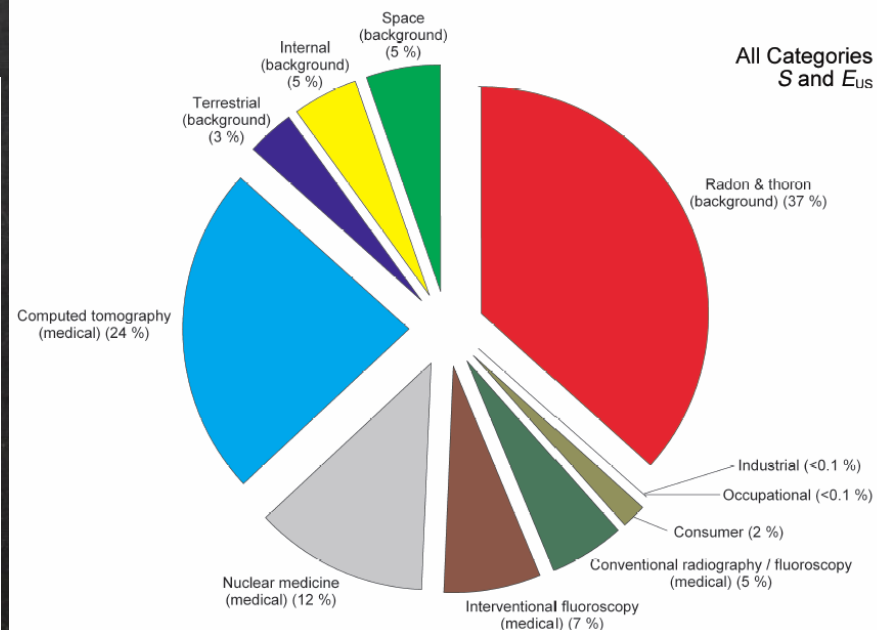
Μέση ετήσια ενεργός δόση ανά άτομο του πληθυσμού από τις ιατρικές διαγνωστικές πρακτικές (mSv)



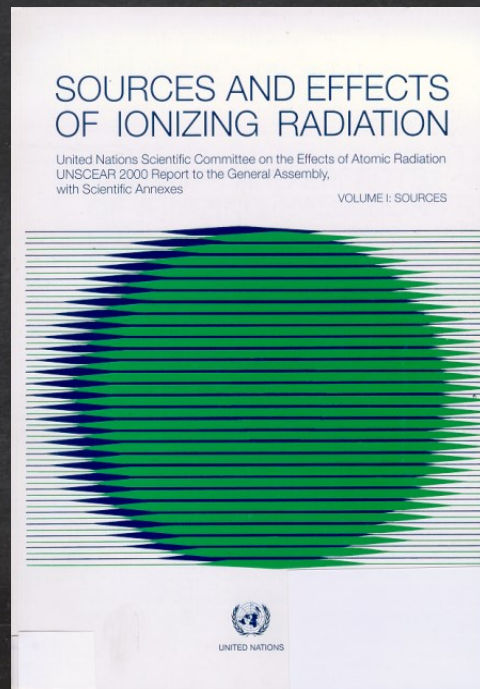
Δεδομένα μέσης ετήσιας ενεργού δόσης (σε mSv)

GR: 4.6 mSv (EEAE 2007-2013)

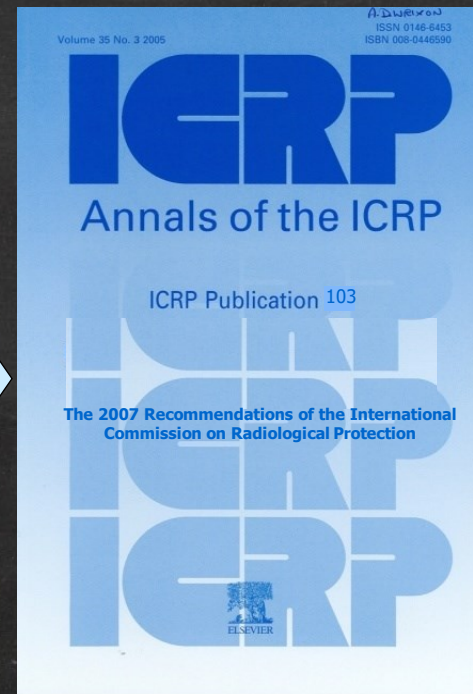
USA: 6.11 mSv (UNSCEAR 2008 REPORT Vol. I SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION)



Επιστημονική βάση της ακτινοπροστασίας Υπάρχουσα γνώση (2007)



Αποτελέσματα
ακτινοβολίας



Συστάσεις
ακτινοπροστασίας

Ρυθμιστικό πλαίσιο Ακτινοπροστασίας,



Διεθνές Επίπεδο

International Atomic Energy Agency (IAEA)

2014 Basic Safety Standards

Ευρωπαϊκή Ένωση

Council Directive 2013/59/EURATOM, 5 Dec. 2013

Εθνικό Επίπεδο

Κανονισμοί Ακτινοπροστασίας Π.Δ. 101 2018 (ΦΕΚ 194/Α)

Διαδικασίες Κανονιστικού Ελέγχου Υ.Α. 45872 2019 (ΦΕΚ 1103/Β)

Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (www.eeae.gr)



- Έχει την ευθύνη για τη σύνταξη και την εφαρμογή των κανονισμών ακτινοπροστασίας.
- Ασκεί τον κανονιστικό έλεγχο ιατρικών και άλλων πρακτικών που ενέχουν έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία.
- ...

Γενικές αρχές του διεθνούς συστήματος ακτινοπροστασίας

Αποσκοπούν στην **αποφυγή**
καθορισμένων (άμεσων) αποτελεσμάτων
και
στον **περιορισμό** της πιθανότητας εμφάνισης
στοχαστικών (απώτερων) αποτελεσμάτων

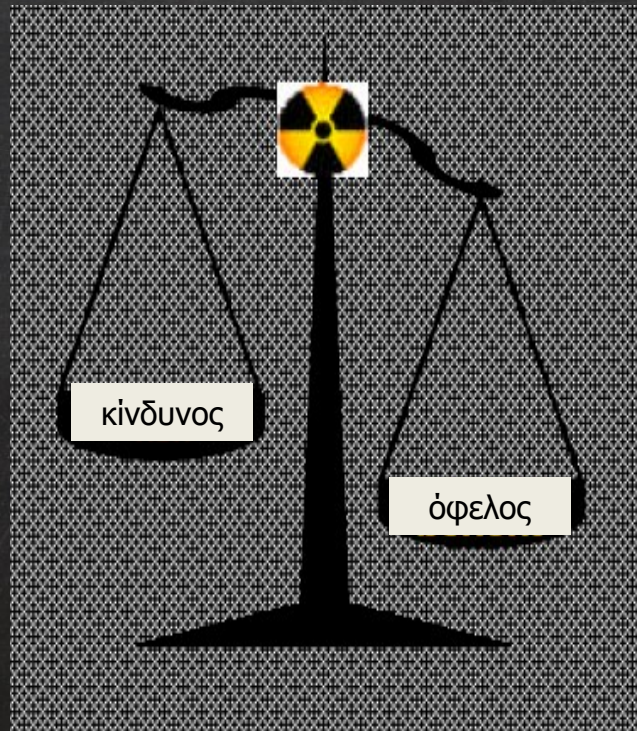
ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Αιτιολόγηση

Για να εφαρμοστεί μια πρακτική που προϋποθέτει έκθεση σε ακτινοβολία, πρέπει αυτή να προσφέρει καθαρό όφελος στον εκτιθέμενο ή στο κοινωνικό σύνολο.



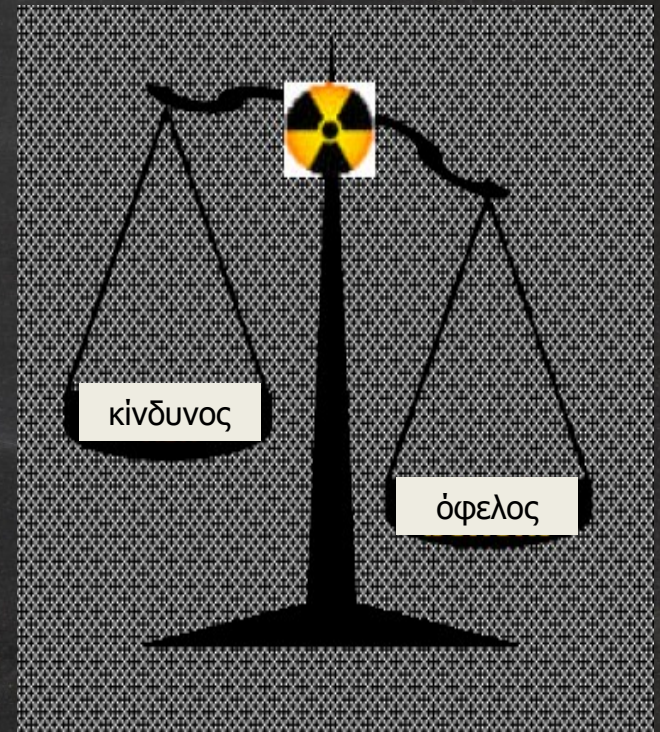
Αιτιολόγηση Ιατρικές εφαρμογές

Κρατικό Επίπεδο

Ειδική Επιτροπή του Υ.Υ.

Ατομικό Επίπεδο

η έκθεση αιτιολογείται με τη
συνεργασία παραπέμποντος και
θεράποντος ιατρού, με βάση τα
ατομικά γνωρίσματα του
εκτιθεμένου.





Ευρωπαϊκή Επιτροπή

ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ 118

Οδηγίες για την παραπομπή ασθενών για ακτινολογικές εξετάσεις



ΚΛΙΝΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	ΕΞΕΤΑΣΗ [ΔΟΣΗ]	ΣΥΣΤΑΣΗ [ΒΑΘΜΟΣ]	ΣΧΟΛΙΟ
Συμπτώματα από το μέσο ή έσω ους (συμπεριλαμβανόμενου υέγγου) A11	CT (II)	Ειδικές εξετάσεις (B)	Η αξιολόγηση αυτών των συμπτωμάτων απαιτεί ΩΡΛ, νευρολογική ή νευροχειρουργική ειδικότητα.
Αισθητηριακή νευρογενής κώφωση (για τα παιδιά βλέπε το τμήμα II) A12	MR (0)	Ειδικές εξετάσεις (B)	Η MR είναι πολύ καλύτερη από την CT, ιδίως για ακουστικά νεurinώματα. Για την κώφωση σε παιδιά βλέπε II4.
Νόσος των παραρινικών κόλπων	XR κόλπου (I) CT (II)	Δεν ενδείκνυται ως συνήθης διαδικασία (B) Ειδικές εξετάσεις (B)	Η πάχυνση του βλεννογόνου είναι μη ειδικό εύρημα και μπορεί να συμβεί σε ασυμπτωματικούς ασθενείς. Η CT είναι πιο ικανοποιητική και παρέχει μοναδικές πληροφορίες για την ανατομία των στομών. Τεχνικές χαμηλής δόσης είναι επιθυμητές. Ενδείκνυται όταν αποτύχει η μέγιστη ιατρική θεραπεία, όταν εμφανίζονται επιπλοκές ή εάν υπάρχει υποψία κακοήθειας.
(για τα παιδιά βλέπε το τμήμα II) A13			
Άνοια και ανωμαλίες μνήμης, πρώτη εκδήλωση ψύχωσης	Ακτινογραφία κρανίου (I)	Δεν ενδείκνυται ως συνήθης διαδικασία (B)	Να εξετάζεται η περίπτωση της εξέτασης εάν η κλινική πορεία είναι ασυνήθιστη ή στους νεότερους ασθενείς.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Βελτιστοποίηση (As Low As Reasonably Achievable)

Οι δόσεις στις ιατρικές εκθέσεις θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερες δίνοντας ταυτόχρονα την επιθυμητή διαγνωστική πληροφορία ή θεραπευτικό αποτέλεσμα, λαμβάνοντας υπόψη οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες

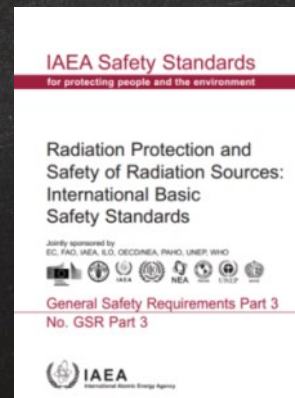
- ✓ Τεχνικά χαρακτηριστικά εξοπλισμού
 - ✓ Ποιοτικός έλεγχος εξοπλισμού
 - ✓ Εκπαίδευση
 - ✓ ... ?

Η δοσιμετρία είναι εργαλείο βελτιστοποίησης

International BSS (GSR Part 3)

Requirement 38: Optimization of protection and safety

- 3.168. Registrants and licensees shall ensure that dosimetry of patients is performed and documented by or under the supervision of a medical physicist, using calibrated dosimeters and following internationally accepted or nationally accepted protocols, including dosimetry to determine the following:



Η δοσιμετρία είναι εργαλείο βελτιστοποίησης

- (a) For diagnostic radiological procedures, typical doses to patients for common procedures;
- (b) For image guided interventional procedures, typical doses to patients;
- (c) For therapeutic radiological procedures, absorbed doses to the planning target volume for each patient treated with external beam therapy and/or brachytherapy and absorbed doses to relevant tissues or organs as determined by the radiological medical practitioner;
- (d) For therapeutic radiological procedures with unsealed sources, typical absorbed doses to patients.

- Η δόση αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για **διαγνωστικές διαδικασίες** λόγω του δυνητικού κινδύνου για τον εξεταζόμενο. Ο καθορισμός τυπικών τιμών δόσης συνιστά τη βάση για την εφαρμογή μεθόδων βελτιστοποίησης (επίτευξη διαγνωστικού αποτελέσματος με τη χαμηλότερη δυνατή δόση) και επιτρέπει τη χρήση **διαγνωστικών επιπέδων αναφοράς**.
- Στις **θεραπευτικές εφαρμογές**, ο καθορισμός τυπικών τιμών δόσης συνιστά τη βάση για την εφαρμογή μεθόδων βελτιστοποίησης (επίτευξη της χαμηλότερης δυνατής δόσης ιστών εκτός του στόχου, με παράλληλη χορήγηση της απαιτούμενης δόσης σε αυτόν).
- Η εξατομικευμένη δοσιμετρία σε **θεραπευτικές εφαρμογές** επιτρέπει τη βελτιστοποίηση και την κατάρτιση θεραπευτικών πρωτοκόλλων και διεθνών κατευθυντήριων θεραπευτικών οδηγιών.

Διαγνωστικά Επίπεδα Αναφοράς (ΔΕΑ) στην ακτινοδιάγνωση

Τα Διαγνωστικά Επίπεδα Αναφοράς (ΔΕΑ) αποτελούν εργαλείο βελτιστοποίησης της ακτινοπροστασίας ασθενών

- Τα ΔΕΑ είναι επίπεδα δόσης για πρακτικές σε ομάδες ασθενών τυπικού μεγέθους για ευρέως οριζόμενο τύπο εξοπλισμού
 - Δεν είναι όρια δόσεων!!!
 - Δεν αφορούν μεμονωμένα περιστατικά!!!
- Δόσεις συστηματικά υψηλότερες από τα ΔΕΑ υποδεικνύουν μη ορθές πρακτικές (απαιτείται διερεύνηση και πιθανώς διορθωτικές ενέργειες)
- Δόσεις συστηματικά πολύ χαμηλότερες ίσως να υποδεικνύουν χαμηλή ποιότητα εικόνας.

ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΑ

Επιφανειακή Δόση Εισόδου (Entrance Surface Dose) ανά πρόσθια λήψη	7,0 mGy
Μέση Αδενική Δόση (Average Glandular Dose) ανά πρόσθια λήψη	1,54 mGy

Ακτινογραφικές εξετάσεις

Κεφαλής ΟΠ/ΠΟ	3,7
Κεφαλής Πλάγια	2,8
Θώρακος ΟΠ	0,35
Θώρακος Πλάγια	1,35
Αυχενικής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης	1,75
Οσφυϊκής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης ΠΟ	7,0
Οσφυϊκής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης Πλάγια	16,0
Λεκάνης-Ισχίων	6,0
NOK	6,5

Air Kerma στην επιφάνεια εισόδου της δέσμης στον ασθενή, συμπεριλαμβανομένης της ακτινοβολίας οπισθοσκέδασης - Entrance Surface Air Kerma (ESAK - mGy)

Εξέταση	Ισότοπο	Χορηγούμενη ενεργότητα (MBq)
Σπινθηρογράφημα οστών	^{99m} Tc	735
Σπινθηρογράφημα θυρεοειδούς	^{99m} Tc	183
Στατικό σπινθηρογράφημα νεφρών (DMSA)	^{99m} Tc	183
Δυναμικό σπινθηρογράφημα νεφρών (DMSA)	^{99m} Tc	540
Σπινθηρογράφημα ήπατος	^{99m} Tc	179
Ραδιοϊσοτοπική κοιλιογραφία (MUGA)	^{99m} Tc	893
Σπινθηρογράφημα αιμάτωσης πνευμόνων	^{99m} Tc	180
Σπινθηρογράφημα μυοκαρδίου	²⁰¹ Tl	111
Σπινθηρογράφημα φλεγμονών	⁶⁷ Ga	190
Ολόσωμο σπινθηρογράφημα	¹¹¹ In	125
Σπινθηρογράφημα πρόσληψης θυρεοειδούς αδένα	¹³¹ I	7
Ολόσωμο σπινθηρογράφημα	¹³¹ I	180

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑΣ	Συνολικός χρόνος Ακτινοσκόπησης (min)	KAP (Gy _{cm} 2)
Στεφανιογραφία	6	55
Αγγειοπλαστική στεφανιαίας αρτηρίας (1)	18	130
Τοποθέτηση Βηματοδότη	7	35
Κατάλυση με ραδιοσυχνότητες (RF ablation)	40	145
Ακτινοσκοπικός ρυθμός δόσης εισόδου σε ομοίωμα (2)	29mGy/min (20-25 FOV)	
Δόση εισόδου ανά λήψη – frame (CINE) σε ομοίωμα (2)	0.23mGy/frame (20-25 FOV)	

(1): Συμπεριλαμβάνονται όλες οι θεραπευτικές διαδικασίες, ανεξάρτητα από το αν έχει προηγηθεί ή όχι διαγνωστική στεφανιογραφία.
(2): Συνθήκες μέτρησης: Ομοίωμα νερού πάχους 20cm, απόσταση εστίας-δοσιμέτρου 60cm, ελάχιστη απόσταση ομοιώματος-ανιχνευτή εικόνας.

Εξετάσεις Αξονικής Τομογραφίας

	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (ανά σάρωση) (mGy _{cm})
Κεφαλής	67	1055
Σπλαχνικό κρανίο	52	605
Έσω ους	63	355
Θώρακος	14	480
Άνω/κάτω κοιλίας	16	760
Θώρακος & Άνω/κάτω κοιλίας	17	1020
Οσφυϊκής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης	35	725

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 3176

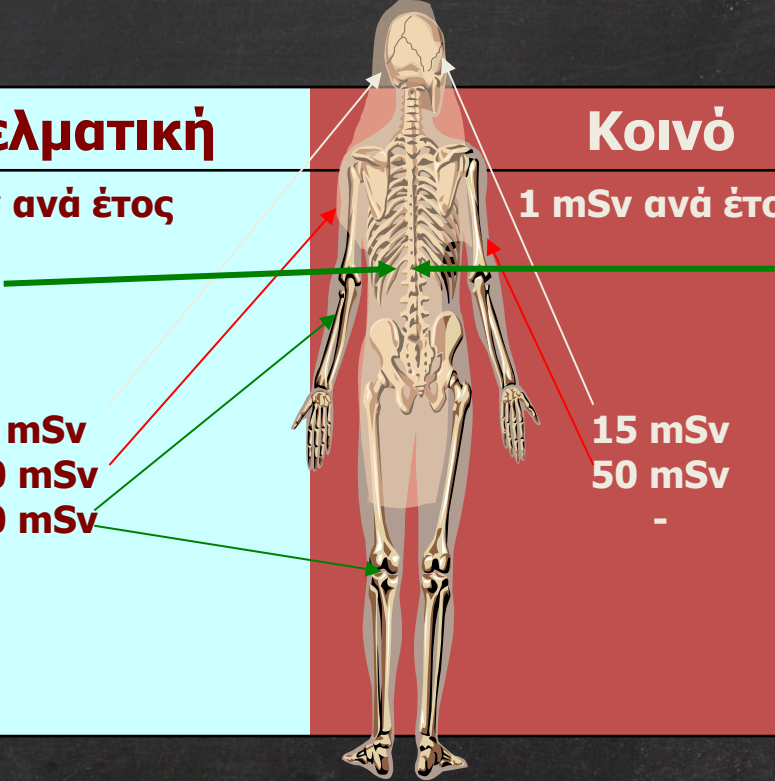
26 Νοεμβρίου 2014

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Αιτιολόγηση
Βελτιστοποίηση
Όρια Δόσεων

Όρια δόσεων για σχεδιασμένες καταστάσεις έκθεσης

Είδος Ορίου	Επαγγελματική	Κοινό
Ετήσια Ενεργός δόση	20 mSv ανά έτος	1 mSv ανά έτος
Ετήσια ισοδύναμη δόση σε: φακούς οφθαλμού δέρμα άκρα	20 mSv 500 mSv 500 mSv	15 mSv 50 mSv -

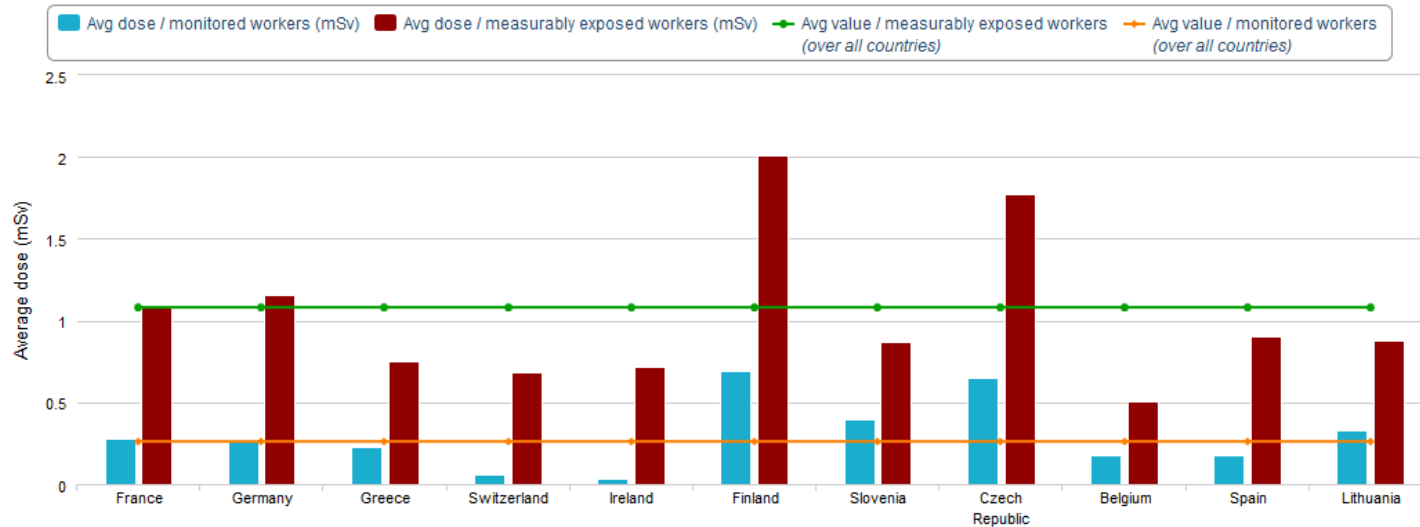


- ✓ Δεν εφαρμόζονται σε ιατρικές εκθέσεις (αφορούν μόνο επαγγελματικά εκτιθέμενους και κοινό πληθυσμό).
- ✓ Αποσκοπούν στην εκμηδένιση της πιθανότητας εμφάνισης καθορισμένου αποτελέσματος και τον περιορισμό της πιθανότητας εμφάνισης στοχαστικού αποτελέσματος σε αποδεκτά επίπεδα.
- ✓ Η ατομική δοσιμέτρηση είναι υποχρεωτική αν είναι πιθανό να σημειωθεί υπέρβαση των 3/10 του ορίου δόσης

Average individual dose per country and average values over all countries

Year

2013



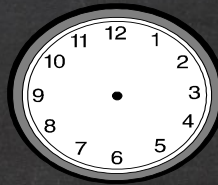
Detailed values used for this graph

Country	Avg dose / monitored workers (mSv)	Avg dose / measurably exposed workers (mSv)
France	0.28	1.08
Germany	0.26	1.16
Greece	0.23	0.75
Switzerland	0.06	0.68
Ireland	0.03	0.72
Finland	0.69	2.01
Slovenia	0.40	0.87
Czech Republic	0.65	1.77
Belgium	0.18	0.51
Spain	0.18	0.90
Lithuania	0.33	0.88

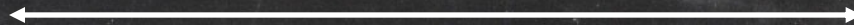
βασικοί κανόνες ακτινοπροστασίας



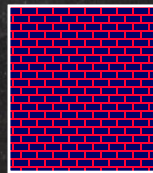
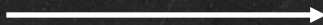
Χρόνος



απόσταση



θωράκιση



Ο ρόλος του Ακτινο-Φυσικού (ή Φυσικού Ιατρικής ή ΜΡ/QMP/MPE/RPO ... ;)

<https://doi.org/10.1002/acm2.12469>

<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.03.001>

Journal List • J Appl Clin Med Phys • v19(6), 2018 Nov • PMC6236822

American Association of Physicists in Medicine
JOURNAL of Applied Clinical Medical Physics

J Appl Clin Med Phys, 2018 Nov; 19(6): 11–25. PMID: PMC6236822
Published online 2018 Oct 19. doi: 10.1002/acm2.12469 PMID: 30338913

AAPM medical physics practice guideline 10.a.: Scope of practice for clinical medical physics

Jessica B. Clements,¹ Christopher T. Baird,² Steven F. de Boer,³ Lynne A. Fairbrent,⁴ Tyler Fisher,⁵ James H. Goodwin,⁶ Dustin A. Gress,⁷ Jennifer Lynn Johnson,⁸ Kathryn L. Kolsky,⁹ Gig S. Maqeras,¹⁰ Rebecca M. Marsh,¹¹ Melissa C. Martin,⁵ Brent Parker,¹² Daniel C. Pavord,¹³ Michael C. Schell,¹⁴ J. Anthony Seibert,¹⁵ Donna M. Stevens,¹⁶ Russell B. Tarver,¹⁷ Christopher G. Waite-Jones,¹⁸ and Nicholas Wingreen¹⁹

• Author information • Article notes • Copyright and License information • Disclaimer

This article has been cited by other articles in PMC.

Abstract

The American Association of Physicists in Medicine (AAPM) is a nonprofit professional society whose primary purposes are to advance the science, education, and professional practice of medical physics. The AAPM has more than 8000 members and is the principal organization of medical physicists in the United States. The AAPM will periodically define new practice guidelines for medical physics practice to help advance the science of medical physics and to improve the quality of service to patients throughout the United States. Existing medical physics practice guidelines will be reviewed for the purpose of revision or renewal, as appropriate, on their fifth anniversary or sooner. Each medical physics practice guideline (MPPG) represents a policy statement by the AAPM, has undergone a thorough consensus process in which it has been subjected to extensive review, and requires the approval of the Professional Council. The medical physics practice guidelines recognize that the safe and effective use of diagnostic and therapeutic radiation requires specific training, skills, and techniques as described in each document. As the review of the previous version of AAPM Professional Policy (PP)-17 (Scope of Practice) progressed, the writing group focused on one of the main goals: to have this document accepted by regulatory and accrediting bodies. After much discussion, it was decided that this goal would be better served through a MPPG. To further advance this goal, the text was updated to reflect the rationale and processes by which the activities in the scope of practice were identified and categorized. Lastly, the AAPM Professional Council believes that this document has benefitted from public comment which is part of the MPPG process but not the AAPM Professional Policy approval process. The following terms are used in the AAPM's MPPGs:

Physica Medica 48 (2018) 162–168

Contents lists available at ScienceDirect

Physica Medica

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ejmp

EFOMP Policy Statement

EFOMP policy statement 16: The role and competences of medical physicists and medical physics experts under 2013/59/EURATOM

Carmel J. Caruana¹, Virginia Tsapaki, John Damilakis, Marco Brambilla, Guadalupe Martín Martín, Asen Dimov, Hilde Bosmans, Gillian Egan, Klaus Bacher, Brendan McClean

EFOMP, United Kingdom

ARTICLE INFO

Keywords:
EFOMP
Medical physicist
Medical physics expert
Role development
Competence profile
European directive

ABSTRACT

On 5 December 2013 the European Council promulgated Directive 2013/59/EURATOM. This Directive is important for Medical Physicists and Medical Physics Experts as it puts the profession on solid foundations and describes it more comprehensively. Much commentary regarding the role and competences has been developed in the context of the European Commission project "European Guidelines on the Medical Physics Expert" published as Radiation Protection Report RP174. The guidelines elaborate on the role and responsibilities under 2013/59/EURATOM in terms of a mission statement and competence profile in the specialty areas of Medical Physics relating to medical radiological services, namely Diagnostic and Interventional Radiology, Radiation Oncology and Nuclear Medicine. The present policy statement summarises the provisions of Directive 2013/59/EURATOM regarding the role and competences, reiterates the results of the European Guidelines on the Medical Physics Expert document relating to role and competences of the profession and provides additional commentary regarding further issues arising following the publication of the RP174 guidelines.