



2ND MULTIDISCIPLINARY ONCOLOGY CONFERENCE: DIAGNOSIS &
THERAPY


8-10 NOVEMBER 2018

Aliathon Holiday Village, Paphos

Κίνδυνοι και ατυχήματα στην Ακτινολογία

Εμμανουήλ Παπαναστασίου
Επικ. Καθηγητής Ιατρικής Φυσικής Α.Π.Θ.

Κίνδυνοι & ατυχήματα στην Ακτινολογία

- Βιολογικές επιδράσεις ακτινοβολίας
 - Ορισμοί
 - Ακτινοσκόπηση
 - Αξονική τομογραφία
 - Εγκυμοσύνη
- 

Βιολογικές επιδράσεις ακτινοβολίας

➤ Καθοριζόμενα (άμεσα) αποτελέσματα:

- δεν εμφανίζονται κάτω από ένα κατώφλι δόσης.
- η σοβαρότητα αυξάνει με τη δόση.

Αποτέλεσμα	Κατώφλι δόσης για οξεία έκθεση (Gy)	Χρόνος εμφάνισης
Παροδικό ερύθημα	2	2-24 ώρες
Ερύθημα	6	≈ 10 ημέρες
Ξηρή απολέπιση	14	≈ 4 εβδομάδες
Υγρή απολέπιση	18	≈ 4 εβδομάδες
Προσωρινή απώλεια τριχωτού	3	≈ 3 εβδομάδες
Μόνιμη απώλεια τριχωτού	7	≈ 3 εβδομάδες

Βιολογικές επιδράσεις ακτινοβολίας

- **Στοχαστικά (απώτερα) αποτελέσματα:**
 - η πιθανότητα να συμβούν αυξάνει με τη δόση.
 - χωρίς κατώφλι δόσης.
 - η σοβαρότητα είναι ανεξάρτητη της δόσης.
- Καρκινογένεση: πιθανότητα 10% ανά Sv
- Total Detriment: 5.7×10^{-2} ανά Sv

Ατύχημα - ΙΑΕΑ BSS (2014)

Ατύχημα: Κάθε ακούσιο συμβάν, συμπεριλαμβανομένων σφαλμάτων στη λειτουργία, αστοχιών εξοπλισμού και άλλων ατυχιών, οι συνέπειες ή οι πιθανές συνέπειες του οποίου δεν μπορεί να αγνοηθούν από άποψη προστασίας και ασφάλειας.

accident

Any unintended event, including operating errors, equipment failures and other mishaps, the consequences or potential consequences of which are not negligible from the point of view of protection and safety.

IAEA Safety Standards

for protecting people and the environment

Radiation Protection and
Safety of Radiation Sources:
International Basic
Safety Standards

Jointly sponsored by
EC, FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO



General Safety Requirements Part 3

No. GSR Part 3

Ακούσιες ιατρικές εκθέσεις

Απαίτηση 41 (παρ. 3.179, 3.180)

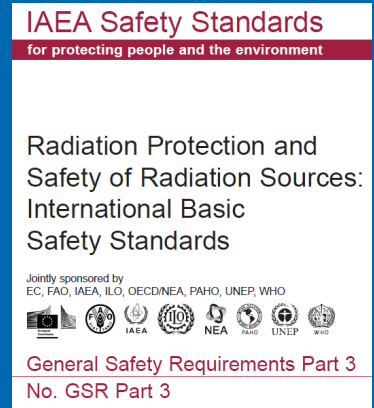
Άμεση διερεύνηση:

α) ...

β) κάθε διαγνωστική ακτινολογική διαδικασία ή απεικονιστικά καθοδηγούμενη επεμβατική διαδικασία κατά την οποία εκτέθηκε λάθος άτομο, ή λάθος ιστός ή όργανο του ασθενή.

γ) κάθε έκθεση για διαγνωστικούς σκοπούς η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την προτιθέμενη.

δ) κάθε έκθεση που προκύπτει από μία απεικονιστικά καθοδηγούμενη επεμβατική διαδικασία η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την προτιθέμενη.



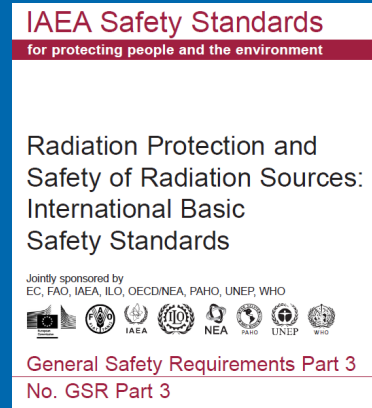
Ακούσιες ιατρικές εκθέσεις

Απαίτηση 41 (παρ. 3.179, 3.180)

Άμεση διερεύνηση:

ε) κάθε ακούσια έκθεση εμβρύου ή κυήματος κατά τη διενέργεια μιας ακτινολογικής διαδικασίας.

στ) κάθε σφάλμα ακτινολογικού εξοπλισμού, του λογισμικού ή του συστήματος, ή ατύχημα, σφάλμα, ατυχία ή άλλο ασυνήθιστο συμβάν, που έχει τη δυνατότητα να υποβάλει τον ασθενή σε έκθεση η οποία είναι σημαντικά διαφορετική από την προτιθέμενη.



Κίνδυνοι & ατυχήματα στην Ακτινολογία

- Κίνδυνος εμφάνισης καθοριζόμενων αποτελεσμάτων σε ασθενείς που υποβλήθηκαν:
 - σε απεικονιστικά καθοδηγούμενες επεμβατικές διαδικασίες (εύσωμοι ασθενείς, πολύπλοκες και μεγάλης διάρκειας διαδικασίες, **ατυχήματα**).
 - σε διαγνωστικές εξετάσεις υψηλής δόσης, π.χ. CT perfusion (πολλαπλές εξετάσεις, **μη βελτιστοποιημένα πρωτόκολλα λήψης, ελλιπής κατανόηση λειτουργίας εξοπλισμού, σφάλματα χειριστών**).
- **Ακούσια έκθεση εμβρύου ή κυήματος.**

Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία

- Άνδρας 40 ετών, 2 CA + 1 PTCA + bypass
- Δόση δέρματος ≈ 20 Gy

6-8 εβδ.



16-21 εβδ.



18-21 μήνες



Shope T.B. Radiographics 1996; 16(5): 1195-9.

Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία

- Άνδρας 53 ετών, 140 kg
- CA + PTCA
- biplane
- 51 λεπτά Α/Σ, 70 s cine
- LAO 45, RAO 25
- Δόση δέρματος ≈ 22 Gy



Vliestra R.E. et al. J Interv Cardiol 2004; 17: 131–42.

Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία

- Γυναίκα 60 ετών
- Οξύ εγκεφαλικό
- Neurointerventional
- 70 λεπτά Α/Σ, 43 series DSA
- Δόση δέρματος: ?



Balter S. et al. Radiology 2010; 254(2): 326-41.

Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία

- Γυναίκα 80 ετών
- Άνω βλάβη:
 - 35 λεπτά Α/Σ
 - Δόση δέρματος ≈ 10 Gy
- Μεσαία βλάβη:
 - 75 λεπτά Α/Σ
 - Δόση δέρματος ≈ 8 Gy



Balter S. et al. Radiology 2010; 254(2): 326-41.

Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία

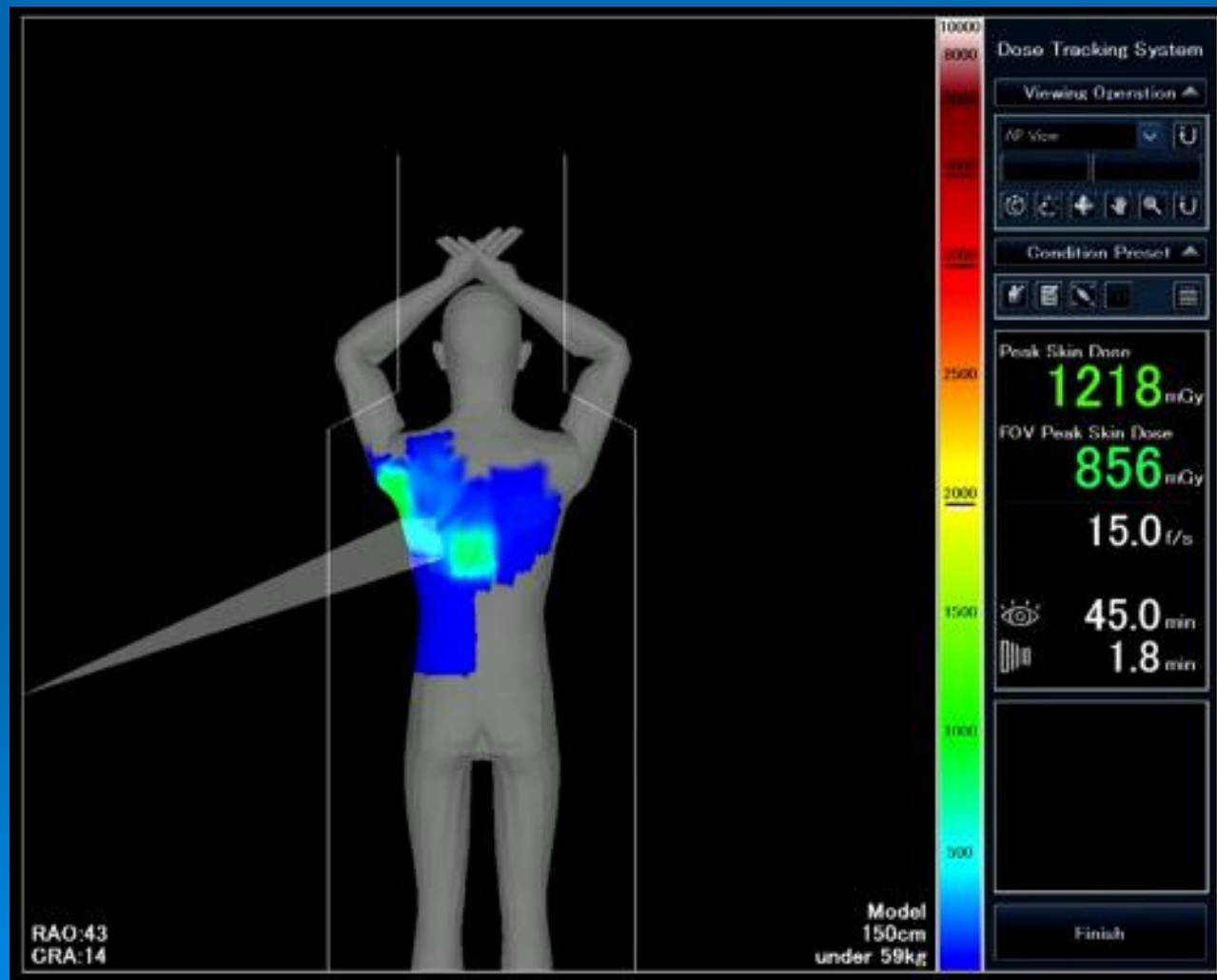
- Χρήση παλμικής ακτινοσκόπησης.
- Ελαχιστοποίηση λήψεων cine.
- Σωστή τοποθέτηση λυχνίας-τράπεζας-ενισχ. εικόνας.
- Προσοχή στις πλάγιες και λοξές λήψεις.
- Προσοχή στη χρήση μεγέθυνσης (zoom).
- Μετακίνηση σημείου εισόδου δέσμης.

- Παρακολούθηση των ενδείξεων της δόσης στις οθόνες του μηχανήματος.

Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία



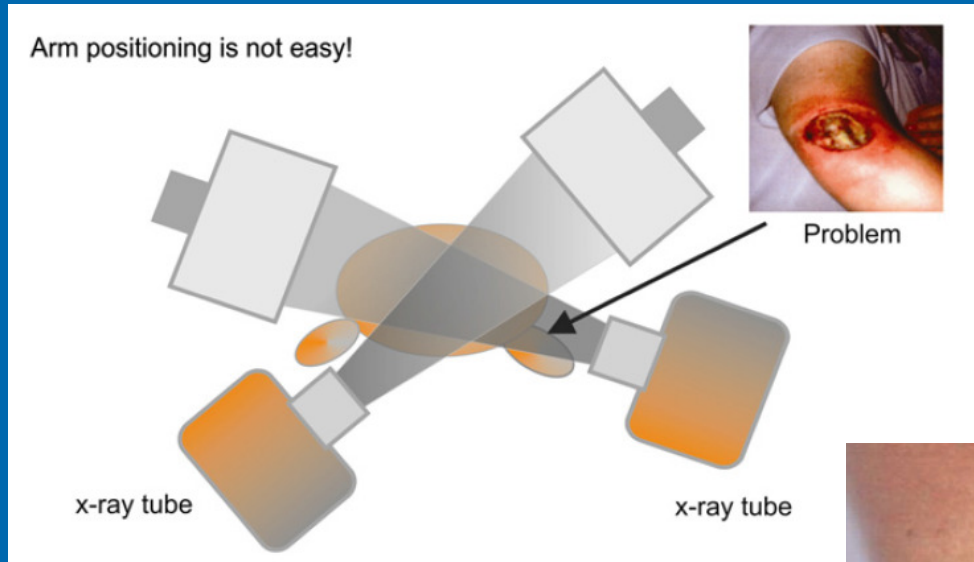
Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία



Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία



Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία



Vliestra R.E. et al. J Interv Cardiol 2004; 17: 131–42.

Επεμβατική Καρδιολογία / Ακτινολογία

- Άνδρας 52 ετών
- Ablation 10h
- Χέρι ασθενούς στη χρήσιμη δέσμη
- Δόση δέρματος $\approx 15-20$ Gy



Wong L., Rems J. New Engl J Med 2004; 350(25): e23.

Αξονική Τομογραφία

- Γυναίκα 53 ετών
- 4 CT Perfusion + 2 head DSA μέσα σε 15 ημέρες
- Προσωρινή απώλεια τριχωτού κεφαλής σχήματος ζώνης την 37^η ημέρα, η οποία κράτησε 51 ημέρες.

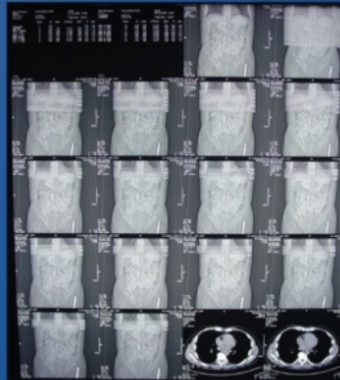


Imanishi Y. et al. Eur Radiol 2005; 15: 41-6.

Αξονική Τομογραφία

One CT examination with multiple scan sequences

- Many CT examination make 2-3 passes through same tissues doubling or tripling the dose
- Unusual case had 16 scans through abd/pelvis during one examination with organ doses of ~ 500 mGy



ESRF
EUROPEAN SOCIETY
OF RADIOLOGY
Courtesy: Fred Mettler, MD



- Ο χειριστής δεν ήξερε πώς να δημιουργήσει πολλές ανακατασκευές από το ίδιο σετ δεδομένων και αποφάσισε να κάνει 16 ξεχωριστές λήψεις.
- Δόσεις οργάνων ≈ 500 mGy.

ECR 2017: A-415 - M. Mahesh: Radiation incidents and accidents in CT.

Αξονική Τομογραφία



- Αγοράκι 2 ετών, με πόνο στον αυχένα μετά από πέσιμο, προσέρχεται για αξονική.
- 151 αξονικές στην ίδια περιοχή.
- Δόση δέρματος ≈ 7 Gy, δόση φακών οφθαλμών ≈ 1.5 Gy.

<https://www.nytimes.com/2009/10/16/us/16radiation.html>

Αξονική Τομογραφία

- Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, USA.
- Κατά τη διάρκεια 18 μηνών, 206 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε εξέταση CT Perfusion, έλαβαν δόσεις έως και 8 φορές μεγαλύτερες.
- Λανθασμένος προγραμματισμός του πρωτοκόλλου λήψης, που χρησιμοποίησε αυτόματη ρύθμιση mA: μείωση **Noise Index** → **αύξηση δόσης**.
- Πολλοί ασθενείς εμφάνισαν προσωρινή απώλεια τριχωτού κεφαλής σχήματος ζώνης.

Αξονική Τομογραφία



<https://www.nytimes.com/2010/08/01/health/01radiation.html>

Spread the News

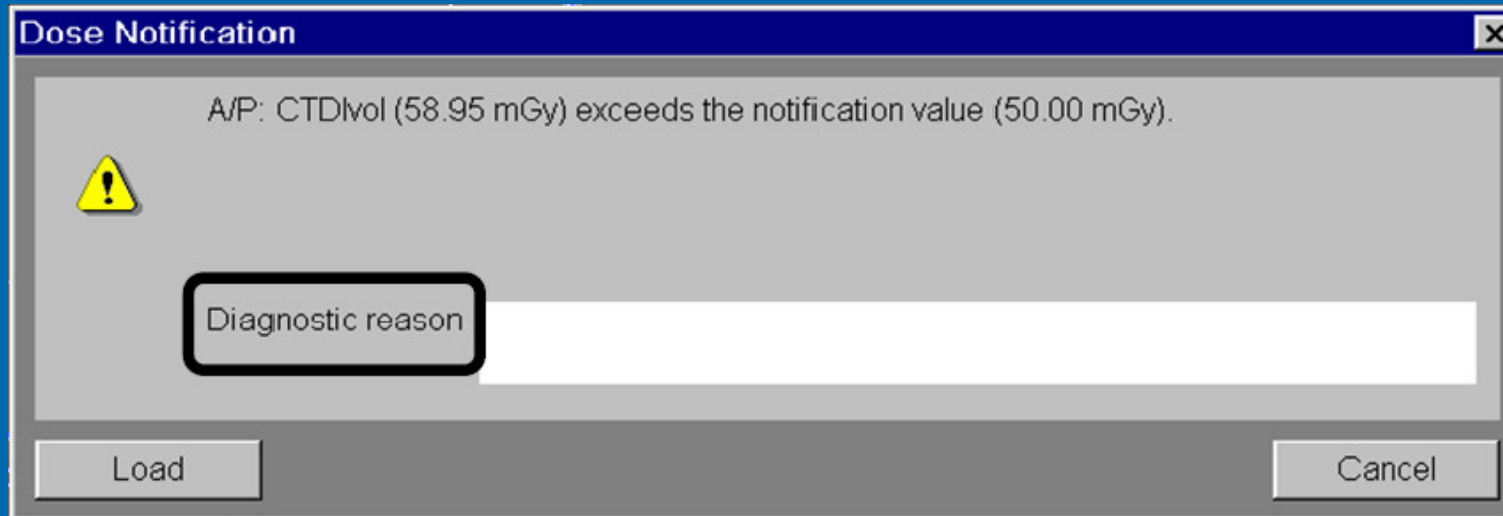


SUNDAY

Notification & Alert values for CT scanners

- **Notification value:** τιμή $CTDI_{vol}$ ή DLP για κάθε λήψη. Εάν κατά τον προγραμματισμό του πρωτοκόλλου, οι καθοριζόμενες παράμετροι λήψης οδηγούν σε υπέρβαση αυτής της τιμής, εμφανίζεται προειδοποιητικό μήνυμα στην οθόνη.

Notification & Alert values for CT scanners



- Όλες οι λήψεις που προκάλεσαν Notification Alert αποθηκεύονται στο σύστημα και μπορούν να ανακληθούν για έλεγχο.

Notification values

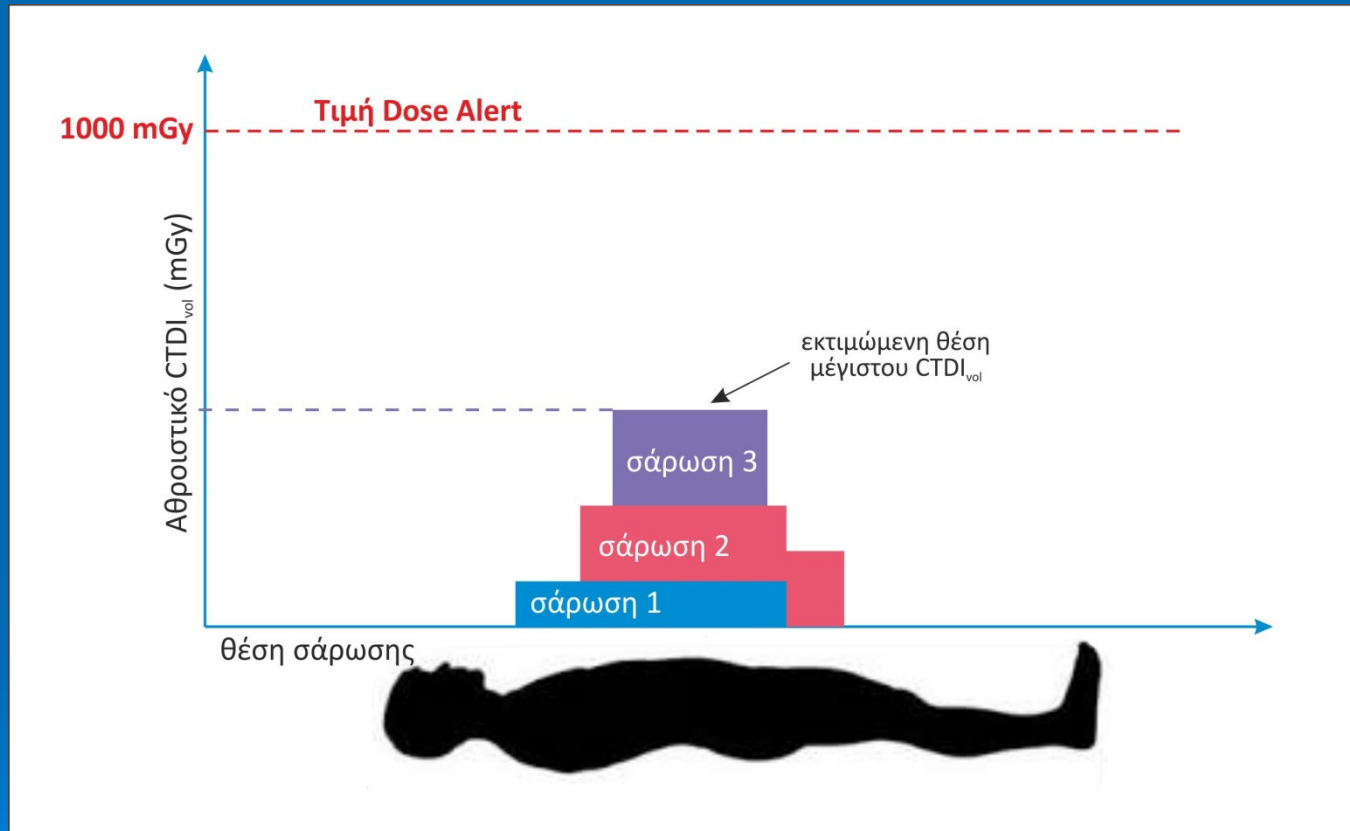
CT Scan Region (associated with one scan series or scan phase)	CTDIvol Notification Value (mGy)
Adult Head	80
Adult Torso	50
Pediatric Head	
<2 years old	50
2 – 5 years old	60
Pediatric Torso	
<10 years old (16-cm phantom; GE, Hitachi, Toshiba)	25
<10 years old (32-cm phantom; Siemens, Philips)	10
Brain Perfusion (exam series that repeatedly scans same anatomic level to measure flow of contrast media through the anatomy)	600
Cardiac	
Retrospectively gated (spiral)	150
Prospectively gated (sequential)	50

<https://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/documents/NotificationLevelsStatement.pdf>

Notification & Alert values for CT scanners

- **Alert value:** ενιαία τιμή $CTDI_{vol}$ ή DLP για μια συνολική εξέταση. Κατά τον προγραμματισμό μιας σειράς λήψεων, το σύστημα εκτιμά τη συνολική δόση για κάθε ανατομική περιοχή. Εάν οι προγραμματιζόμενες λήψεις οδηγούν σε υπέρβαση αυτής της τιμής, εμφανίζεται προειδοποιητικό μήνυμα στην οθόνη **και η εξέταση δεν μπορεί να συνεχιστεί εάν ο χειριστής δεν εισάγει τα στοιχεία του** και το λόγο υπέρβασης της δόσης.


Notification & Alert values for CT scanners



Notification & Alert values for CT scanners

Dose Alert

A dose value will be exceeded!

 The accumulated CTDIvol (1177.41 mGy) will locally exceed the alert value (1000 mGy for Adult). Please reconsider the current examination procedure.

Hint: The currently used scan protocol can not be saved!

User name (mandatory)

Diagnostic reason

Password

Load Cancel

- Όλες οι λήψεις που προκάλεσαν Dose Alert αποθηκεύονται στο σύστημα και μπορούν να ανακληθούν για έλεγχο.

Εγκυμοσύνη

Βιολογικές επιδράσεις ακτινοβολίας στο έμβρυο:

➤ **Καθοριζόμενα (άμεσα) αποτελέσματα.**

- εμφανίζουν κατώφλι δόσης.
- εξαρτώνται από τη δόση ακτινοβολίας και το στάδιο ανάπτυξης του εμβρύου.

➤ **Στοχαστικά (απώτερα) αποτελέσματα.**

- χωρίς κατώφλι δόσης.
- η πιθανότητα αυξάνει με τη δόση.

Αποτελέσματα ακτινοβόλησης εμβρύου

Καθοριζόμενα

Στοχαστικά

Εβδομάδα κύησης	Εβδομάδα μετά τη σύλληψη	Καθοριζόμενα (> 100-200 mGy)	Εβδομάδα μετά τη σύλληψη	Στοχαστικά
2 - 4	0 - 2	Αποτυχία εμφύτευσης Μη ανιχνεύσιμος θάνατος εμβρύου	οποιαδήποτε εβδομάδα	Παιδικός καρκίνος Απόλυτος κίνδυνος
5 - 10	3 - 8	Δυσπλασίες (> 100-200 mGy)		6% στα 1000 mGy
10 - 17	8 - 15	Δυσπλασίες (> 100-200 mGy) Ελάττωση του IQ (≈30 IQ points στα 1000mGy)		0,6% στα 100 mGy
18 - 27	16 - 25	Δυσπλασίες (> 100-200 mGy) Ελάττωση του IQ (μικρότερη)		0,06% στα 10 mGy
28 - 40	26 - 38	Δυσπλασίες (> 100-200 mGy)		(1/1700 στα 10 mGy)

Τυπικές δόσεις εμβρύου

Examination	Mean (mGy)	Maximum (mGy)
<i>Conventional x-ray examinations</i>		
Abdomen	1.4	4.2
Chest	< 0.01	< 0.01
Intravenous urogram	1.7	10
Lumbar spine	1.7	10
Pelvis	1.1	4
Skull	< 0.01	< 0.01
Thoracic spine	< 0.01	< 0.01
<i>Fluoroscopic examinations</i>		
Barium meal (UGI)	1.1	5.8
Barium enema	6.8	24
<i>Computed tomography</i>		
Abdomen	8.0	49
Chest	0.06	0.96
Head	< 0.005	< 0.005
Lumbar spine	2.4	8.6
Pelvis	25	79

ICRP Publication 84. Pregnancy and Medical Radiation (1999).

Εγκυμοσύνη

Physica Medica 30 (2014) 155–159



ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Physica Medica

journal homepage: <http://www.physicamedica.com>



Original paper

Prevention of and response to inadvertent exposure of embryo/fetus to ionizing radiation, due to medical exposure of the mother. The Greek regulatory authority initiatives



Sotirios Economides*, Argiro Boziari¹, Stavroula Vogiatzi², Konstantinos J. Hourdakis³, Vassiliki Kamenopoulou⁴, Panagiotis Dimitriou⁵

Greek Atomic Energy Commission, Agia Paraskevi, Attiki 153 10, Greece

- 2001-2011: 269 γυναίκες, 25-35 ετών.
- Μεταξύ 3^{ης} και 5^{ης} εβδομάδας κύησης (1^{ης} και 3^{ης} εβδομάδας μετά τη σύλληψη).

Εγκυμοσύνη

- 367 εξετάσεις: 352 (96%) διαγν. ακτινολογίας, εκ των οποίων οι 289 (82%) ακτινογραφίες.
- 106 περιπτώσεις το έμβρυο ήταν εντός του πεδίου ή κοντά στο πεδίο.
-
- 234 περιπτώσεις: δόση εμβρύου < 10 mSv.
- 128 περιπτώσεις: δόση εμβρύου < 1 mSv.
- 35 περιπτώσεις: δόση εμβρύου 10-80 mSv.

Economides S. et al. Physica Medica 2014; 30: 155-9.

Εγκυμοσύνη

- 367 εξετάσεις: 352 (96%) διαγν. ακτινολογίας, εκ των οποίων οι 289 (82%) ακτινογραφίες.
- 106 περιπτώσεις το έμβρυο ήταν εντός του πεδίου ή κοντά στο πεδίο.
- 43% των γυναικών δήλωσε ότι δεν είχε ερωτηθεί για πιθανότητα εγκυμοσύνης.
- 234 περιπτώσεις: δόση εμβρύου < 10 mSv.
- 128 περιπτώσεις: δόση εμβρύου < 1 mSv.
- 35 περιπτώσεις: δόση εμβρύου 10-80 mSv.

Προειδοποιητικές πινακίδες

**ΕΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ
ΝΑ ΕΙΣΤΕ ΕΓΚΥΟΣ
ΕΝΗΜΕΡΩΣΤΕ ΤΟΝ
ΙΑΤΡΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ
ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΣΗ**



Εγκυμοσύνη

- Καθορισμένη διαδικασία για τη διερεύνηση εγκυμοσύνης σε γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας.
- Όχι απαραίτητο να εφαρμόζεται σε εξετάσεις χαμηλής δόσης.
- Εκτίμηση δόσης κύηματος για εξετάσεις όπου το έμβρυο ήταν εντός του πεδίου ακτινοβολήσης.
- Ενημέρωση γυναικολόγου.
- Για δόσεις στο κύημα $< 100 \text{ mGy}$, η διακοπή της κύησης πρέπει να αποκλείεται.



Συμπεράσματα

- Τα σοβαρά ατυχήματα στην ακτινολογία είναι σπάνια.
- Περιστατικά σημαντικής υπερέκθεσης εξεταζομένων (χωρίς εμφανείς άμεσες συνέπειες) είναι πιο πιθανά.
- Αναγνώριση διαδικασιών (διαγνωστικών εξετάσεων, επεμβατικών πρακτικών) που ενέχουν μεγάλο κίνδυνο πρόκλησης βλαβών λόγω μεγάλης δόσης (CTCA, CTA, CT Fluoroscopy, Fluoro Guided Interventions).
- Έλεγχος και συζήτηση των πρωτοκόλλων λήψης και επιβεβαίωση ότι οι παράμετροι είναι σωστές.
- Χρήση εργαλείων για την καταγραφή υπερεκθέσεων και ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Συμπεράσματα

- Περιοδικός έλεγχος πρωτοκόλλων λήψης για τις πιο συχνά διενεργούμενες εξετάσεις.
- Συνεχής εκπαίδευση του εμπλεκόμενου προσωπικού στις μεθόδους μείωσης της δόσης στους ασθενείς.
- Συστηματική διαδικασία για τη διερεύνηση πιθανής εγκυμοσύνης σε γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας.
- Εκτίμηση δόσης κυήματος και καλή επικοινωνία των κινδύνων με την εξεταζόμενη και το γυναικολόγο, για την αποφυγή αδικαιολόγητων εκτρώσεων.

Ευχαριστώ

