


**20<sup>ο</sup>**  
**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ**  
**ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ**  
**ΣΥΝΕΔΡΙΟ**

**ΑΘΗΝΑ**  
**4-6**  
**ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ**  
**2016**  
 ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ DIVANI CARAVEL

Education in Medical Physics  
 The Key to Success



November 7, 2016  
 International Day of Medical Physics

  
 International Organization for Medical Physics

**Ακτινοδιάγνωση και εγκυμοσύνη: Ο ρόλος του Ακτινοφυσικού  
 στη διαχείριση ασθενούς ή επαγγελματικά εκτιθέμενης εγκύου**



Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Κρήτης  
 Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής



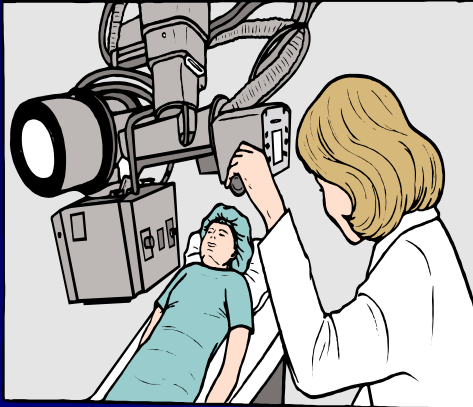
**Κώστας Περισυνάκης**  
 Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής φυσικής



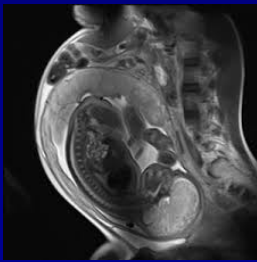
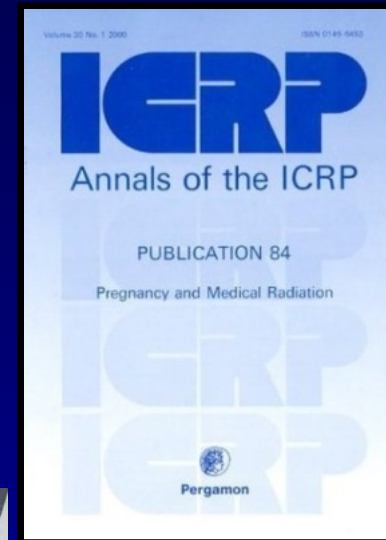
Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ηρακλείου  
 Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής



# Έκθεση εγκύου στην ακτινοδιάγνωση



- Ακτινοβόληση εγκύου κατά τη διάρκεια διαγνωστικών εξετάσεων συμβαίνει
  - International Commission on Radiological Protection (ICRP): χιλιάδες γυναίκες/year



## Έκθεση εγκύου ασθενούς

- αμέλεια (0-8<sup>η</sup> εβδ)
- έκτακτη κλινική ανάγκη (0-40<sup>η</sup> εβδ)



## Έκθεση εγκύου εργαζόμενης:

- αμέλεια (0-8<sup>η</sup> εβδ)
- άσκηση καθηκόντων (0-40<sup>η</sup> εβδ)

# Το πρόβλημα με ασθενείς...

Ήμουν έγκυος όταν  
έκανα ακτινογραφία!!!  
Τι με συμβουλεύετε;



???



Κινδυνεύει το έμβρυο  
από την ακτινογραφία  
που θα πρέπει να κάνω;



# Το πρόβλημα με το προσωπικό ...

Είμαι έγκυος.  
Πρέπει να σταματήσω  
να δουλεύω στο ακτινολογικό;



???

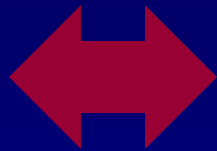


Ήμουν έγκυος και συμμετείχα  
σε ακτινοσκοπήσεις;  
Ποιες ήταν οι επιπτώσεις στο έμβρυο;

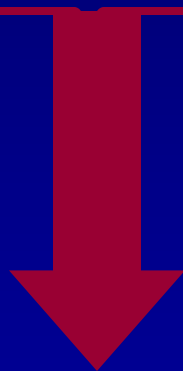


# Το σύνθημα ...

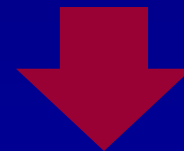
ΑΓΝΟΙΑ



ΑΝΗΣΥΧΙΑ  
ΦΟΒΟΣ



ΑΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΗ  
ΔΙΑΚΟΠΗ ΚΥΗΣΗΣ



# Συμβαίνει κι αλλού!!!



## Patient Safety Tips

Produced by the Patient Safety Authority

### Pregnancy and Diagnostic X-Rays: What You Should Know



The Pennsylvania Patient Safety Authority has received over 90 cases of pregnant patients receiving diagnostic x-rays unaware that they are pregnant. Studies show that some patients have terminated wanted pregnancies because of the fear that the procedure may have harmed the fetus after receiving a diagnostic x-ray. However, analysis and research show that both pregnant patients and physicians may over estimate the risk of an ionizing diagnostic radiation examination (x-ray) on the fetus. Many factors must be determined before a patient considers ending a wanted pregnancy after receiving a diagnostic x-ray unaware that she was pregnant. For example, factors such as how many x-ray procedures have been performed, with what dose and the risk associated with the type of x-ray are important to know prior to making any decision.

#### Real Life Pennsylvania Cases

*A patient was asked if she could be pregnant and the date of her last menstrual period. The patient responded that she receives contraception injections and does not get periods. The patient signed a release indicating she was not pregnant. An x-ray of the abdomen was performed, which revealed a fetus.*

*Over a seven-week period of time, a 19-year-old patient received the following studies: abdomen x-ray, CT scan of the abdomen and pelvis with and without contrast, retrograde x-ray, chest x-ray and cystogram. For each visit, the patient was asked if she was or could be pregnant, and she denied pregnancy each time. At the end of the seven weeks, an ultrasound showed a viable intrauterine pregnancy of seven weeks and one day.*

*A patient arrived in the emergency room with a chief complaint of back pain. She was asked if she was pregnant, and she stated no. X-ray films were read, revealing a fetus of over 31 weeks. The patient was notified of the pregnancy, at which time she stated her last menstrual period was seven months ago.*

#### What You Should Know and Do:

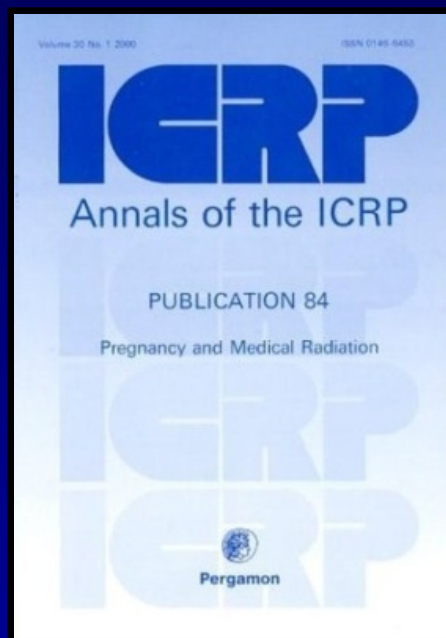
- Radiation is energy that comes from different sources, including heat and light from the sun, microwaves or x-rays.
- A certain type of radiation, called ionizing radiation, may be strong enough to cause damage to human cells.
- Patients are exposed to different amounts of ionizing radiation during certain kinds of tests, including x-rays, computed tomography (CT) scans and fluoroscopy tests.
- Women who are pregnant or suspect they may be pregnant are advised to discuss with their physician the possible risks of radiation exposure to themselves and their fetus prior to having any type of x-ray, CT scan or fluoroscopy test.
- The risk of damage caused by x-rays, CT scans and fluoroscopy tests is low.
- Women who are pregnant may be exposed to ionizing radiation from these tests before they know they are pregnant.
- The risk to a fetus from most kinds of tests involving ionizing radiation is low.
- Ionizing radiation from certain kinds of tests add up over a patient's lifetime. It is important to tell your doctor about tests you have had in the past.

For more copies of these tips and other healthcare consumer information click on "Tips for Consumers" at [www.psa.state.pa.us](http://www.psa.state.pa.us). For more information on the risks of pregnancy and diagnostic x-rays go to the March 2008 *Advisory* article "Diagnostic Ionizing Radiation and Pregnancy: Is There a Concern?" at the same website.

... some patients have terminated wanted pregnancies because of the fear that the procedure may have harmed the fetus after receiving a diagnostic x-ray.

However, analysis and research show that both pregnant patients and physicians may overestimate the risk of an ionizing diagnostic radiation examination (x-ray) on the fetus.

# Εγκυμοσύνη & ακτινοδιάγνωση



➤ ‘Thousands of pregnant patients and radiation workers are exposed to ionising radiation each year.’

➤ ‘Lack of knowledge is responsible for great anxiety and probably unnecessary termination of many pregnancies.’

# Σκοπός

- Τι πρέπει να γνωρίζει ο ακτινοφυσικός;
  - πιθανές επιπτώσεις από έκθεση εμβρύου σε ιοντίζουσα ακτινοβολία (ΙΑ)
  - πιθανότητα εμφάνισης βιολογικών επιπτώσεων στο έμβρυο μετά από έκθεση σε ΙΑ
  - πως ποσοτικοποιείται ο κίνδυνος για το έμβρυο από έκθεση σε ΙΑ;
- Ποιος πρέπει να είναι ο ρόλος του ακτινοφυσικού στην καθοδήγηση εγκύων ασθενών/επαγγελματικά εκτιθέμενων εργαζομένων?



# Η ακτινοβόληση εμβρύου μπορεί να επιφέρει

- *Καρκινογένεση*  
παιδικός καρκίνος (μέχρι το 10<sup>ο</sup> έτος)
- *Γενετικές ανωμαλίες*  
μετάλλαξη
- *Βλάβη στο ΚΝΣ*  
διανοητική καθυστέρηση
- *Δυσπλασία*  
τερατογένεση, διαταραχές ανάπτυξης
- *Θάνατο*  
ενδομήτριος ή νεογνικός
- *Καμία επίδραση*  
φυσιολογική ανάπτυξη



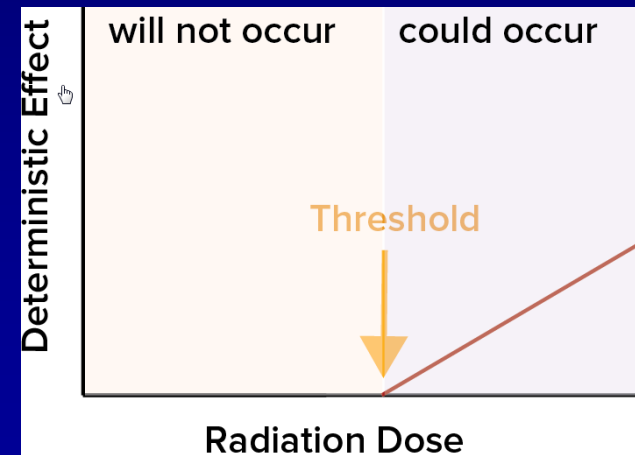
# Καθορισμένα αποτελέσματα

## Παραδείγματα

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Θάνατος                | τερατογένεση |
| διαταραχές ανάπτυξης   | μικροκεφαλία |
| διανοητική καθυστέρηση |              |

## Χαρακτηριστικά

- δόση κατωφλίου ( $> 100 \text{ mGy}$ )
- σοβαρότητα βλάβης ανάλογη της δόσης
- πιθανότητα εμφάνισης ανάλογη της δόσης
- πολλά κύτταρα πρέπει να καταστραφούν



# Στοχαστικά αποτελέσματα

Παραδείγματα:

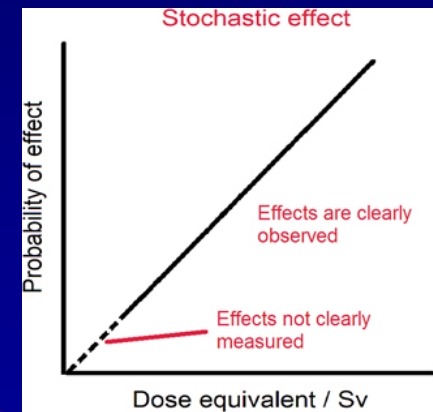
Καρκινογένεση

Γενετικές μεταλλάξεις

## Χαρακτηριστικά

- απουσία δόσης κατωφλίου
- αρκεί η προσβολή ενός κυττάρου
- σοβαρότητα βλάβης ανεξάρτητη της δόσης
- πιθανότητα εμφάνισης ανάλογη της δόσης

μηδενική πιθανότητα εμφάνισης βλάβης για δόσεις κοντά στο 0



# Το βιολογικό αποτέλεσμα από έκθεση εμβρύου εξαρτάται

---

- ηλικία εμβρύου (στάδιο κύησης)
- μέγεθος της δόσης στο έμβρυο

# Στάδιο κύησης και ακτινοευαισθησία

| Στάδιο Κύησης | Διάρκεια (days) | Ονοματολογία |               |
|---------------|-----------------|--------------|---------------|
| Προεμφύτευση  | 0-14            | Conceptus    | Έμβρυο, κύημα |
| Οργανογένεση  | 15-60           | Embryo       |               |
| Εμβρυϊκή      | 61-270          | Fetus        |               |



Μεγάλη  
στο 1<sup>ο</sup> τρίμηνο

Μικρότερη  
στο 2<sup>ο</sup>

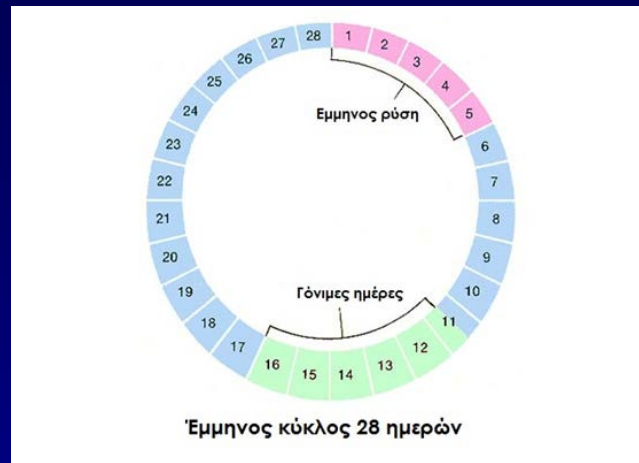
Μικρότερη  
στο 3<sup>ο</sup>

Ακτινοευαισθησία:

# Επιστημονικά δεδομένα

- Ιστοί αποτελούμενοι από κύτταρα με έντονη αναπαραγωγική δραστηριότητα παρουσιάζουν αυξημένη ακτινοευαισθησία
- Η υψηλότερη ακτινοευαισθησία παρατηρείται κατά το στάδιο της οργανογένεσης.
  - επιπτώσεις δομικού χαρακτήρα
  - η βαρύτητά εξαρτάται από τον αριθμό των κυττάρων που καταστράφηκαν.
- Κατά το στάδιο της προεμφύτευσης το αποτέλεσμα της ακτινοβόλησης είναι «**all-or-nothing**»
  - Θάνατος εμβρύου (μηδενική πιθανότητα για δόσεις <100mGy)
  - Φυσιολογική ανάπτυξη

# Ο κανόνας των 10 ημερών (10-day rule)



- *Η άνοδος ...*

‘Η ασφαλέστερη μέθοδος είναι να περιοριστεί η ακτινοβόληση της πυέλου, αν είναι δυνατόν, στις πρώτες 10 μέρες μετά την περίοδο...’ Russel, 1952.

- *... και η πτώση*

‘Ακτινοβόληση κατά το στάδιο της προεμφύτευσης (0-14η ημέρα μετά τη σύλληψη) ουσιαστικά δεν αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης ανωμαλίας σε ένα παιδί που επιβιώνει και γεννιέται...’ Russel, 1980.

# Η ποσοτικοποίηση του κινδύνου

- Η πιθανότητα εμφάνισης ανωμαλίας μπορεί να καθορισθεί εάν είναι γνωστά:

## α\ παράγοντας κινδύνου

- ραδιοβιολογικά δεδομένα εμβρύου
- στάδιο κύησης

## β\ η δόση που απορροφήθηκε από το έμβρυο

- βάθος και διαστάσεις εμβρύου
- χαρακτηριστικά έκθεσης
  - το έμβρυο ακτινοβολείται πρωτογενώς ή όχι
  - είδος ακτινοδιαγνωστικής εξέτασης
  - παράμετροι έκθεσης

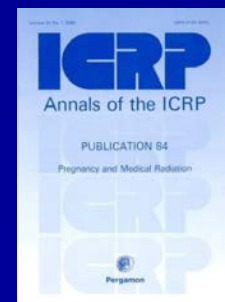
# Παράγοντες κινδύνου

| Χρόνος (weeks) | Βιολογικό αποτέλεσμα   | Κατώφλι (Gy) | Κίνδυνος (Gy <sup>-1</sup> ) | Φυσικός ρυθμός εμφάνισης ανωμαλίας στα νεογεννητα |
|----------------|------------------------|--------------|------------------------------|---------------------------------------------------|
| 0-3            | Ενδομήτριος θάνατος    | 0.1          | -                            | -                                                 |
| 3-8            | Δυσπλασία              | 0.1          | ΔΑ                           | 0.03<br>(3 in 100)                                |
| 8-25           | Διανοητική καθυστέρηση | 0.1          | 30 IQ points                 | 0.005<br>(1 in 200)                               |
| 4-36           | Καρκινογένεση          | -            | 0.06                         | 0.001<br>(1 in 1000)                              |
| 3-36           | Γενετικές επιδράσεις   | -            | <0.001                       | ΔΑ                                                |

0.1 Gy = 100 mGy

6 % για 1 Gy ή  
0.006 % για 1 mGy

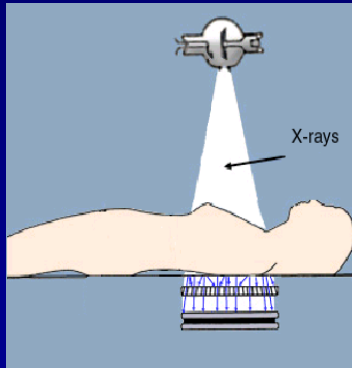
Αναφορά: ICRP Pub 84 'Pregnancy and Medical Radiation'



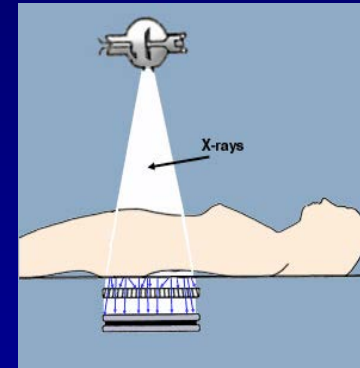
# Μέγεθος δόσης εμβρύου από ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις

- Οι ακτινολογικές εξετάσεις διακρίνονται σε

A. Εξω-κοιλιακές  
(έμβρυο εκτός του πεδίου)



B. Κοιλιακές  
(έμβρυο εντός του πεδίου)



Δόση εμβρύου από ακτινοδιαγνωστικές πράξεις που δεν  
ακτινοβολούν πρωτογενώς το έμβρυο

| Εξέταση με ακτίνες X                                       | Δόση εμβρύου (mGy) |
|------------------------------------------------------------|--------------------|
| Οδοντιατρική                                               | <0.001             |
| Άκρων                                                      | <0.005             |
| Κεφαλής                                                    | <0.005             |
| Μαστογραφία                                                | <0.01              |
| Θώρακα                                                     | <0.01              |
| CT κεφαλής                                                 | <0.1               |
| CT θώρακα                                                  | <1                 |
| Ετήσιο φυσικό υπόβαθρο για όλη τη διάρκεια της εγκυμοσύνης | 1                  |

# Δόση εμβρύου από ακτινοδιαγνωστικές πράξεις που ακτινοβολούν πρωτογενώς το έμβρυο

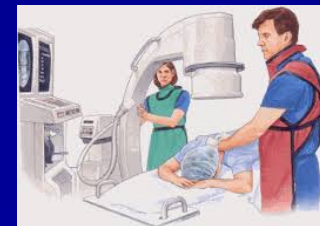
| Εξέταση με ακτίνες X | Δόση εμβρύου (mGy) |
|----------------------|--------------------|
| Κοιλιάς              | 1                  |
| Πυέλου               | 1                  |
| Οσφυϊκής μοίρας      | 2                  |
| Πνευλογραφία         | 3                  |
| Βαριούχος υποκλυσμός | 7                  |
| CT κοιλιάς - πυέλου  | 15                 |

# Δόση εμβρύου για έγκυο εργαζόμενη σε ακτινολογικό εργαστήριο

- Ακτινοδιάγνωση
  - CT (<1mGy)
  - Κλασσικό ακτινολογικό (<1mGy)
  - Ακτινοσκοπικά καθοδηγούμενες εξετάσεις/θεραπείες
- Πυρηνική Ιατρική
  - In vitro (<1mGy)
  - In vivo (< 1mGy)
  - Ιωδιοθεραπεία (<1mGy)
- Ακτινοθεραπεία (<1mGy)
- Καρδιολογία. Ορθοπαιδική χειρουργική, γαστρεντερολογία, Ουρολογία κα
  - Ακτινοσκοπικά καθοδηγούμενες εξετάσεις/θεραπείες

## ➤ Ακτινοσκοπικά καθοδηγούμενες εξετάσεις/θεραπείες

- Η δόση εμβρύου μπορεί να υπερβεί το 1 mGy



# Εκτίμηση κινδύνου για καρκινογένεση από έκθεση εμβρύου σε ΙΑ

| <b>Κίνδυνος<br/>καρκινογένεσης</b> | <b>=</b> | <b>Δόση Εμβρύου<br/>(Gy)</b> | <b>X</b> | <b>Παράγοντας<br/>κινδύνου<br/>(1/Gy)</b> | <b>=</b> |         |
|------------------------------------|----------|------------------------------|----------|-------------------------------------------|----------|---------|
| από 1 mGy →                        |          | 0.001 Gy                     | <b>X</b> | 0.06 Gy <sup>-1</sup>                     | <b>=</b> | 0.006 % |
| από 10 mGy →                       |          | 0.01 Gy                      | <b>X</b> | 0.06 Gy <sup>-1</sup>                     | <b>=</b> | 0.06 %  |
| από 100 mGy →                      |          | 0.1 Gy                       | <b>X</b> | 0.06 Gy <sup>-1</sup>                     | <b>=</b> | 0.6 %   |

# Κίνδυνοι για το έμβρυο που δεν έχει εκτεθεί σε ιοντίζουσα ακτινοβολία

## Φυσικός κίνδυνος για το έμβρυο (nominal risk)

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Αυτόματη αποβολή    | >15%  |
| Γενετικές ανωμαλίες | 4-10% |
| Νοητική υστέρηση    | 4%    |
| Δυσπλασία           | 2-4%  |
| Παιδικός καρκίνος   | 0.1%  |

Φυσιολογικός ρυθμός εμφάνισης δυσπλασίας (3%) ή παιδικού καρκίνου (0.1%) και ακτινογενής κίνδυνος

| Δόση εμβρύου (mGy) | Πιθανότητα (%) μη εμφάνισης δυσπλασίας | Πιθανότητα (%) μη εμφάνισης καρκίνου (0- 19y) |
|--------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 0                  | 97                                     | 99.9                                          |
| 1                  | 97                                     | 99.9                                          |
| 5                  | 97                                     | 99.9                                          |
| 10                 | 97                                     | 99.8                                          |
| 50                 | 97                                     | 99.6                                          |
| 100                | 97                                     | 99.3                                          |
| >100               | <97                                    | <99.3                                         |

99.3 0.6 %

# Συμπερασματικά

Η δόση εμβρύου από εξετάσεις ή επαγγελματική έκθεση στην ακτινοδιάγνωση είναι απίθανο να προσεγγίσει τα 100 mGy

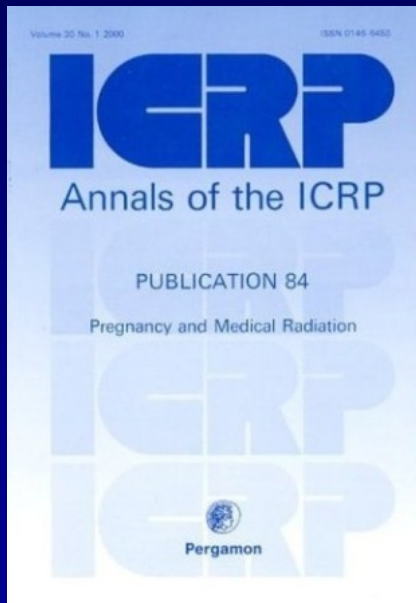
ΑΡΑ

ΔΕΝ ΔΥΝΑΤΑΙ να προκαλέσει καθορισμένα αποτελέσματα (τερατογένεση, διαταραχές ανάπτυξης, διανοητική καθυστέρηση κτλ)

Ακτινολογικές εξετάσεις όπου το έμβρυο δεν ακτινοβολείται πρωτογενώς ενέχουν μηδενικό κίνδυνο καρκινογένεσης για το έμβρυο

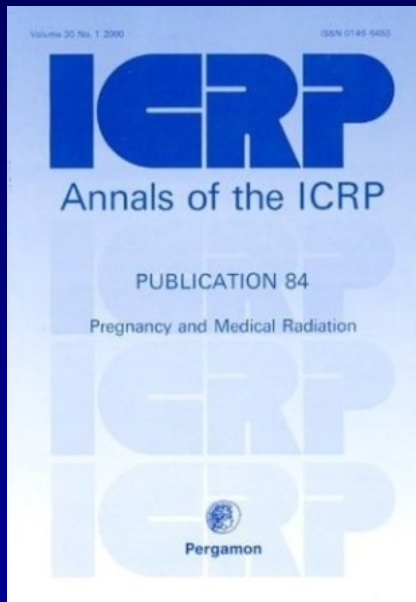
Ακτινολογικές εξετάσεις όπου το έμβρυο ακτινοβολείται πρωτογενώς ενέχουν κίνδυνο για καρκινογένεση πολύ μικρότερο από το φυσιολογικό ρυθμό εμφάνισης κάποιας ανωμαλίας

# Αναγκαιότητα εξέτασης & ακτινικός κίνδυνος



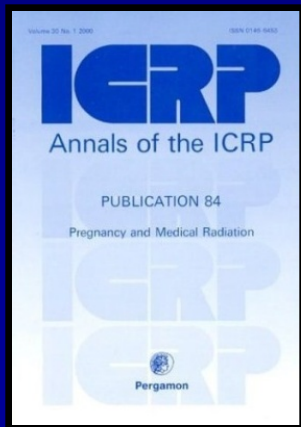
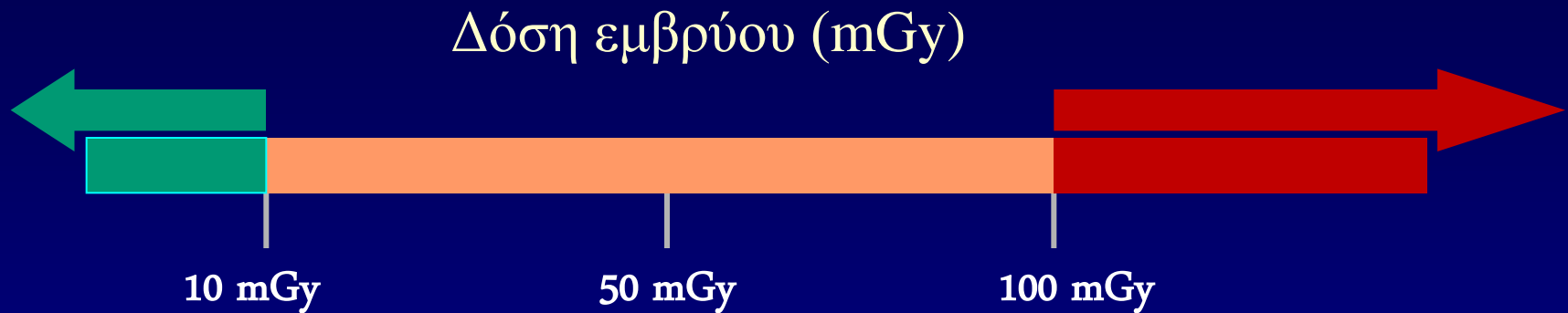
➤ ‘Almost always, if a diagnostic radiology examination is medically indicated, **the risk to the mother of not doing the procedure is greater than is the risk of potential harm to the fetus.**’

# Διακοπή εγκυμοσύνης μετά από έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία?



➤ Fetal doses below 100 mGy should not be considered a reason for terminating a pregnancy.

# Πότε πρέπει ο ακτινοφυσικός να υπολογίζει με ακρίβεια τη δόση?



➔ Ακριβής υπολογισμός όταν υπάρχει υποψία ότι η δόση εμβρύου είναι  $> 10$  mGy

➔ Συζήτηση για τερματισμό κύησης μόνο αν η δόση εμβρύου  $> 100$  mGy

# Δοσιμετρία εμβρύου σε εκτιθέμενες εγκύους ασθενείς: διαθέσιμα εργαλεία/μέθοδοι

Reprinted from INVESTIGATIVE RADIOLOGY  
Volume 35, Number 9  
©2000, Lippincott Williams & Wilkins

**Ter MA UR**  
J. Dan Depart Univ Depa Iraklio  
**Ac En**  
An Receiv  
JOHN GEOI  
Abstra tions, institut phantoms carry o estimat variate dose fr the ave

**INTR**  
Perisi bryo i embry  
Intr widely poses. ways  
Damil G, G barbur Invest  
RAT ity of thresl the In ing ba ME a pha client in pat 20 we mand age er patier terest RES patien when  
CON 10 rG  
From Radiol and the Greece Rep Physic Iraklio Rec vision.

**INTR**  
Perisi bryo i embry  
Intr widely poses. ways  
Damil G, G barbur Invest  
RAT ity of thresl the In ing ba ME a pha client in pat 20 we mand age er patier terest RES patien when  
CON 10 rG  
From Radiol and the Greece Rep Physic Iraklio Rec vision.

**Conceptu surgical**  
J. Di Depa Crete  
G. P Depa  
N. G Depa  
(Rec publi  
Our i conce all tr fluor dose the h ESD to co gesta conv mete invol Radi plan of a iniste of th 23% attrit proje cept (b) t spect 0.42: durm durm for tr foun may fluor dose durm [DO] Key  
I. INTRODU  
Development tion of new m increased use  
During the la essential part though the m dures are eld

**INTR**  
Perisi bryo i embry  
Intr widely poses. ways  
Damil G, G barbur Invest  
RAT ity of thresl the In ing ba ME a pha client in pat 20 we mand age er patier terest RES patien when  
CON 10 rG  
From Radiol and the Greece Rep Physic Iraklio Rec vision.

**INTR**  
Perisi bryo i embry  
Intr widely poses. ways  
Damil G, G barbur Invest  
RAT ity of thresl the In ing ba ME a pha client in pat 20 we mand age er patier terest RES patien when  
CON 10 rG  
From Radiol and the Greece Rep Physic Iraklio Rec vision.

2594 Med. P  
824 GAST

**A me CT e:**  
**Perfu Susp**  
Kostas  
J Nucl Publiscit  
Doi: 10

**JNM a copyc the JN tyse the ma**

**I. INTR**  
Method from m the mot al.<sup>1</sup> dev concept perform tation. weighte index (C MDCT

© Cop  
2990 Med. P  
6411 Med. Phys. 37 (12), December 2010

## Data and methods to estimate fetal dose from fluoroscopically guided prophylactic hypogastric artery balloon occlusion

G. Solomon  
Department of Medical Physics, Faculty of Medicine, University of Crete, P.O. Box 2208, Heraklion, Crete 71003, Greece  
K. Perisnakis and D. Tsetis  
Department of Medical Physics, Faculty of Medicine, University of Crete, P.O. Box 2208, Heraklion, Crete 71003, Greece and Department of Medical Physics, University Hospital of Heraklion, P.O. Box 1352, Heraklion, Crete 71110, Greece  
J. Stratakis  
Department of Medical Physics, Faculty of Medicine, University of Crete, P.O. Box 2208, Heraklion, Crete 71003, Greece  
J. Damilakis<sup>1</sup>  
Department of Medical Physics, Faculty of Medicine, University of Crete, P.O. Box 2208, Heraklion, Crete 71003, Greece and Department of Medical Physics, University Hospital of Heraklion, P.O. Box 1352, Heraklion, Crete 71110, Greece

(Received 25 November 2015; revised 27 April 2016; accepted for publication 2 May 2016; published 19 May 2016)

**Purpose:** To provide data for estimation of fetal radiation dose ( $D_F$ ) from prophylactic hypogastric artery balloon occlusion (HABO) procedures.  
**Methods:** The Monte-Carlo-N-particle (MCNP) transport code and mathematical phantoms representing a pregnant patient at the ninth month of gestation were employed. PA, RAO 20° and LAO 20° fluoroscopy projections of left and right internal iliac arteries were simulated. Projection-specific normalized fetal dose (NFD) data were prepared for various beam qualities. The effects of projection angle, x-ray field location relative to the fetus, field size, maternal body size, and fetal size on NFD were investigated. Presented NFD values were compared to corresponding values derived using a physical anthropomorphic phantom simulating pregnancy at the third trimester and thermoluminescence dosimeters.  
**Results:** NFD did not considerably vary when projection angle was altered by ±5°, whereas it was found to markedly depend on tube voltage, filtration, x-ray field location and size, and maternal body size. Differences in NFD < 7.5% were observed for naturally expected variations in fetal size. A difference of less than 13.5% was observed when NFD values estimated by MCNP and direct measurements.  
**Conclusions:** Data and methods provided allow for reliable estimation of radiation burden to the fetus from HABO. © 2016 American Association of Physicists in Medicine. [http://dx.doi.org/10.1118/1.4950718]

**Key words:** fetal radiation dose, prophylactic hypogastric artery balloon occlusion, invasive placenta, Monte Carlo simulation, interventional radiology

- NOMENCLATURE**
- DAP Dose area product
  - $D_F$  Fetal radiation dose
  - HABO Prophylactic hypogastric artery balloon occlusion
  - TLD Thermoluminescence dosimeter
  - PA Posterior- anterior
  - LAO 20° Left oblique projection 20°
  - RAO 20° Right oblique projection 20°
  - MC Monte Carlo
  - NFD DAP-normalized fetal doses
  - FSD Focus to surface distance

**1. INTRODUCTION**  
Abnormal attachment of the placenta may occur during pregnancy causing several implications. Women with abnormal

placental are at a high risk of major haemorrhage that may lead to hysterectomy or maternal death.<sup>1</sup> Common causes of abnormal placental include history of a previous caesarean delivery, myomectomy, curettage and previa, or advanced age of maternity. Moreover, the increasing number of caesarian sections has been associated with a high risk of placenta accreta which is estimated to be almost 1:500 deliveries.<sup>2,3</sup> Pre-diagnosis is crucial to determine the optimal management of pregnant patient and consequently reduce maternal morbidity and mortality.<sup>4</sup> Hysterectomy is considered as the standard treatment technique despite the high risk of a potential damage, mostly to ureters and bladder, and the loss of fertility.<sup>5,6</sup> Associated with less complications and preservation of child bearing ability, the prophylactic hypogastric artery balloon occlusion (HABO) with or without adjunct embolization under fluoroscopic guidance has been introduced as a valuable alternative treatment in parturient women prenatally diagnosed

# Δοσιμετρία εμβρύου σε εκτιθέμενες εγκύους εργαζόμενες: διαθέσιμα εργαλεία/μέθοδοι

## Occupational quantifying

<sup>1,2</sup>N THEOCHAROP  
MD, PhD, FESC, FACC a

<sup>1</sup>Departments of M  
Crete, P.O. Box 220  
Education Institute

**Background** of radiation  
producting

**Methods:** mon in imi  
tomic area  
spine ante  
rounding tl  
malized ov  
conditions  
sonnel wei  
and a thyr

**Results:** V  
mm lead-e  
guided pro  
product inc  
tive dose t  
and 250 μ  
reduced th

**Conclusio**  
nure, staff  
for accur

In recent ye  
paedic sur  
quency of  
and pedicle sc  
the number o  
radiation lev  
vertebroplasty  
quire both an  
of needle prog  
vertebra<sup>1,2</sup>. I

Address correspondence  
Department of Medical Ph  
Crete, P.O. Box 2208, Irakl

644

## Occupat Fluorosc Spinal E

Nicholas Thec  
George Papad  
Nicholas Gour

**Study Design.** Sir  
used during surgical  
humanoid phantom  
ation levels.

**Objectives.** To as  
to progeny due to i  
exposure to ionizing  
occupational exposu  
fluoroscopy.

**Summary of Bac**  
data on embryo/feta  
occupational exposure  
studies on staff gon  
sisted spine surgery  
generally applicable.

**Methods.** Lumba  
fluoroscopy were p  
phantom. Scattered  
ater was recorded a  
Gonadal, abdominal

**Results.** If the an  
posure are continuo  
sulting radiogenic ri  
fants born to the ort  
two orders of magn  
spontaneous probab  
the pregnant mothe  
the risk of heredita  
compared with the r

**Conclusions.** Rai  
risks resulting from  
scopically assisted si  
are well within tol  
confinement to all  
strains is establis

From the <sup>a</sup>Department of  
Crete, <sup>b</sup>Department  
University Hospital of Ira  
University of Medicine, Univers  
Acknowledgment date: Ju  
2003. Acceptance date: D  
The manuscript submitted  
device(s)/drug(s).

No funds were received i  
form have been or will b  
directly or indirectly to th  
Address correspondence a  
Department of Medical I  
Crete, P.O. Box 2208,  
damilaki@med.uo.gr

Physica Medica 32 (2016) 386–392

Contents lists available at ScienceDirect

Physica Medica

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



Original Paper

## Data and methods to assess occupational exposure to personnel involved in cardiac catheterization procedures

Kostas Perisinakis <sup>a,b,\*</sup>, Georgia Solomou <sup>a,1</sup>, John Stratakis <sup>a,1</sup>, John Damilakis <sup>a,b,1</sup>

<sup>a</sup> Department of Medical Physics, Medical School, University of Crete, P.O. Box 2208, Heraklion 71003, Crete, Greece

<sup>b</sup> Department of Medical Physics, University Hospital of Heraklion, P.O. Box 1352, Heraklion 71110, Crete, Greece

### ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received 12 October 2015  
Received in revised form 1 February 2016  
Accepted 18 February 2016  
Available online 2 March 2016

**Keywords:**  
Occupational exposure  
Cardiac catheterization  
Effective dose  
Eye-lens equivalent dose

### ABSTRACT

**Purpose:** To provide normalized scatter exposure data and methods for reliable estimation of cumulative effective dose and eye-lens equivalent dose to personnel involved in fluoroscopically guided cardiac catheterization (FGCC) procedures.

**Methods:** An anthropomorphic phantom was placed supine on the table of a modern digital C-arm angiographic system and 17 different fluoroscopic projections commonly employed during FGCC procedures were represented. Scatter exposure rates at the waist and eye level were measured for varying exposure parameters and position in the operating room. The effect of beam field size, patient size, use of radioprotective garments and small variations in projection angulation and table height on scatter radiation was investigated.

**Results:** Apart from the position and use of radio-protective garments, radiation burden to operators during fluoroscopic guidance was found to remarkably depend beam field size (~45% reduction if a 10 × 10 cm<sup>2</sup> instead of 15 × 15 cm<sup>2</sup> fluoroscopy beam is used) and patient size (>25% increased scatter for obese patients). In contrast, the variation of measured scatter exposure from a given projection was found to be <10% when the source to skin distance was altered by ±10 cm or beam angulation of a specific projection was altered by ±10°.

**Conclusion:** Presented scatter exposure data charts and methods allow for prospective and retrospective estimation of effective dose and eye-lens equivalent dose to personnel involved in any FGCC procedure. Projection specific maps of scatter exposure produced may enhance familiarization of involved medical staff to good radiation protection practice and optimization of working habits in the cardiac catheterization lab.

© 2016 Associazione Italiana di Fisica Medica. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

### Introduction

Fluoroscopically guided cardiac catheterization (FGCC) procedures have revolutionized the management of patients with cardiovascular diseases. Being of minimal invasiveness compared to surgery, (a) diagnostic coronary catheterizations (DC) and percutaneous coronary interventions (PCI) to diagnose and treat coronary artery stenosis or structural heart disease, (b) cardiac catheter ablations (CA) to destroy arrhythmogenic foci and (c) cardiac resynchronization therapeutic (CRT) procedures to treat arrhythmias through pacemaker or intracardial defibrillator implantation,

have considerably decreased patient morbidity and mortality [1,2]. The remarkable recent advances in catheter and x-ray imaging technology have boosted the frequency of standard FGCC and provoked the introduction of novel procedures of increasing complexity. The high number of FGCC procedures performed annually over the last two decades has been accompanied with an ever increasing concern regarding the hazards associated to radiation exposure to the exposed medical and paramedical personnel involved [2–4]. Cardiac FGCC procedures require prolonged fluoroscopic guidance, which may occasionally exceed 1 h, while operators are situated in proximity to the exposed patient, thus subjected to scatter exposure. Therefore, FGCC operators who have been practicing for a long period of time may be subjected to radiation hazards that should not be disregarded [5,6]. The International Commission on Radiological Protection (ICRP) has identified FGCC procedures as an area of medicine where the control of occupational exposure is of particular importance [7]. The current framework of radiological protection of occupationally exposed medical workers was described in ICRP 2007 recommendations wherein yearly limits of 20 mSv for cumu-

\* Corresponding author. Medical Physics Department, Faculty of Medicine, University of Crete, P.O. Box 2208, 71003 Heraklion, Crete, Greece. Tel.: +30 2810 392564; fax: +30 2810 394933.

E-mail address: [kostas.perisinakis@med.uo.gr](mailto:kostas.perisinakis@med.uo.gr) (K. Perisinakis).

<sup>1</sup> These authors take responsibility for all aspects of the reliability and freedom from bias of the data presented and their discussed interpretation.



# CONCERT



Conceptus Radiation Doses and Risks from Imaging with Ionizing Radiation

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Ι. Δαμηλάκης

DEPARTMENT OF MEDICAL PHYSICS  
FACULTY OF MEDICINE - UNIVERSITY OF CRETE

user 1234 | LOGOUT

## COncetus Dose Estimation

Home | About us | Contact Us

Date 14/5/2015

Patient

Radiography

Fluoroscopy

Computer Tomography

Professional

Occupational Exposure

Gestational Stage: 1st

Examination: Abdomen

Projection: AP

Embryo Depth: 8

kV: 80

mAs: 33

FSD (cm): 100

Total Filtration: 3

Output: 0.055 at kVo 80 FSDo 100 Total Filtration 3

Submit Save Reset

ED: 0.772 mGy

<http://embryodose.med.uoc.gr>

# Ο ρόλος του ακτινοφυσικού έκθεση ασθενούς/προσωπικού με μη εγνωσμένη εγκυμοσύνη

## ➤ Μέτρα για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας να συμβεί

### ▪ Ασθενείς

- ✓ Κατάλληλη σήμανση (ασθενείς)
- ✓ Προτροπή σε ακτινολόγους και τεχνολόγους να διερευνούν την πιθανότητα εγκυμοσύνης ασθενών σε αναπαραγωγική ηλικία
- ✓ Οδηγίες για τη διαχείριση γυναικών αναπαραγωγικής ηλικίας από πλευράς ακτινοπροστασίας

### ▪ Προσωπικό

- ✓ Προτροπή σε επαγγελματικά εκτιθέμενες γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας να ενημερώνουν άμεσα για υποψία εγκυμοσύνης



*Ενημερώστε το προσωπικό του  
εργαστηρίου αν νομίζετε ότι  
είστε έγκυος ΠΡΙΝ ΤΗΝ  
ΕΞΕΤΑΣΗ!*

# Ο ρόλος του ακτινοφυσικού έκθεση ασθενούς/προσωπικού με εγνωσμένη εγκυμοσύνη

## ➤ Μέτρα για την ελαχιστοποίηση της δόσης στο έμβρυο

### ▪ Έγκυος ασθενής

- ✓ Διερεύνηση αν η εξέταση είναι επαρκώς αιτιολογημένη
- ✓ Αυστηρή τήρηση κανόνων ακτινοπροστασίας/ελαχιστοποίησης της δόσης
- ✓ Τα μέτρα μείωσης δόσης δε πρέπει να αλλοιώνουν την διαγνωστική αξία της εξέτασης.
  - ✓ Ελαχιστοποίηση της πιθανότητας να απαιτείται επανάληψη της εξέτασης

### ▪ Έγκυος επαγγελματικά εκτιθέμενη

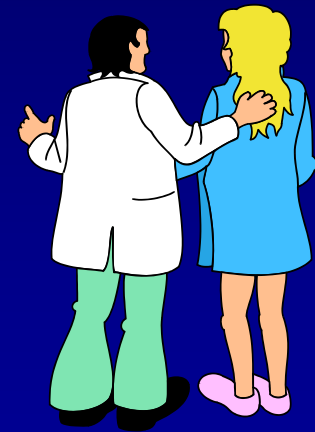
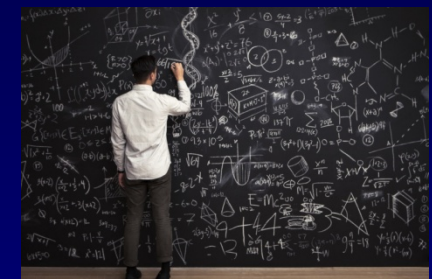
- ✓ Καθορισμός αναγκαιότητας αλλαγής εργασιακού περιβάλλοντος
- ✓ Οδηγίες ακτινοπροστασίας



*Ενημερώστε το προσωπικό του  
εργαστηρίου αν νομίζετε ότι  
είστε έγκυος ΠΡΙΝ ΤΗΝ  
ΕΞΕΤΑΣΗ!*

# Ο ρόλος του ακτινοφυσικού μετά από έκθεση εγκύου ασθενούς/εργαζόμενης

- ✓ **Καθορισμός δόσης εμβρύου και ακτινογενούς κινδύνου**
  - Αναλυτικός αν υπάρχει υποψία  $>10$  mGy
- ✓ **Επικοινωνία με την ασθενή/εργαζόμενη**
  - Η πιθανότητα εμφάνισης ανωμαλίας/δυσλειτουργίας
    - δεν είναι 0 ακόμα και αν δεν εκτεθεί το έμβρυο
    - Ο ακτινογενής κίνδυνος είναι μηδενικός για τις συνήθεις ακτινοδιάγνωστικές εξετάσεις
  - Διακοπή κύησης με σκοπό την εξάλειψη της πιθανότητας εμφάνισης ανωμαλίας στο νεογέννητο
    - δεν δικαιολογείται για δόσεις κάτω από 100 mGy επομένως ...
    - ... **ΔΕΝ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΕΙΤΑΙ** για εκθέσεις μετά από συνήθεις ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις




# Προϋπόθεση για ορθή διαχείριση περιστατικών έκθεσης εγκύου



Education in Medical Physics  
The Key to Success

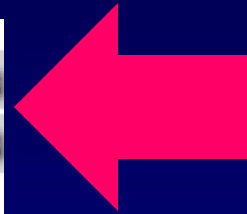


November 7, 2016

International Day of Medical Physics

 IOMP  
International Organisation for Medical Physics

 InternationalDayOfMedicalPhysics  
 @IntDayOfMedPhys



Ευχαριστώ για την προσοχή σας ...



**ΟΤΑΝ ΔΕΝ ΕΧΕΙΣ ΓΝΩΣΗ ....**

**... ΔΕΝ ΔΙΚΑΙΟΥΣΑΙ ΝΑ ΕΧΕΙΣ ΓΝΩΜΗ ... !!!**

**Πλάτων**

**Κώστας Περισυνάκης**  
Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής φυσικής

