

Επιστημονική Εκδήλωση

**«ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΠΟΜΠΗ ΓΥΝΑΙΚΑΣ
ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ»**

Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής

**Υπολογισμός δόσης σε έγκυο που
υποβλήθηκε σε ακτινολογικές εξετάσεις και
εξέταση PET στο νοσοκομείο.**



ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΣΑΜΑΡΤΖΗΣ
ΦΥΣΙΚΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ - ΑΚΤΙΝΟΦΥΣΙΚΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ

Παρουσίαση περιστατικού ακτινοβόλησης γυναίκας η οποία δεν γνώριζε την εγκυμοσύνη της και τον υπολογισμό της απορροφούμενης δόσης στο κύημα.



- Στις 10/11/2015, γυναίκα (39 ετών, 164 cm ύψος, 58 Kgr βάρος) εσωτερική ασθενής του νοσοκομείου (νοσηλευόμενη από 11/10/2015), υποβλήθηκε σε εξέταση PET-CT.
- Πριν την εξέταση η ασθενής ρωτήθηκε για πιθανή εγκυμοσύνη.
- Η απάντηση της ασθενούς ήταν αρνητική.
- Στην ασθενή χορηγήθηκαν 370,6 MBq, 18FDG ενδοφλεβίως.
- Οι τομογραφικές λήψεις άρχισαν μετά 60 min .
- Το πεδίο τους ορίσθηκε από τη βάση του κρανίου έως τη μεσότητα των μηρών.
- Η CT πραγματοποιήθηκε για ανατομικό προσδιορισμό και για διόρθωση απορρόφησης της ποζιτρονικής τομογραφίας (Low Dose CT).

*** - 10/11/2015 10:28:26 nμ - CT WB Std

Im: 213/263
Se: 3

A

F
EVANGELISMOS
29125
WB 3D
CT WB Std

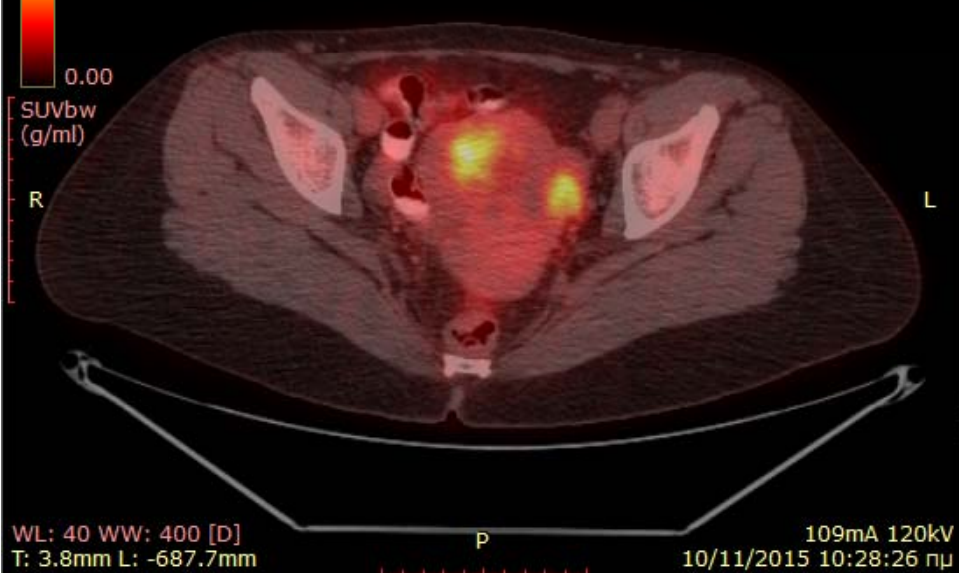


*** - 10/11/2015 10:28:26 nμ - CT WB Std

Im: 213/263
Se: 3
50%

A

F
EVANGELISMOS
29125
WB 3D
CT WB Std

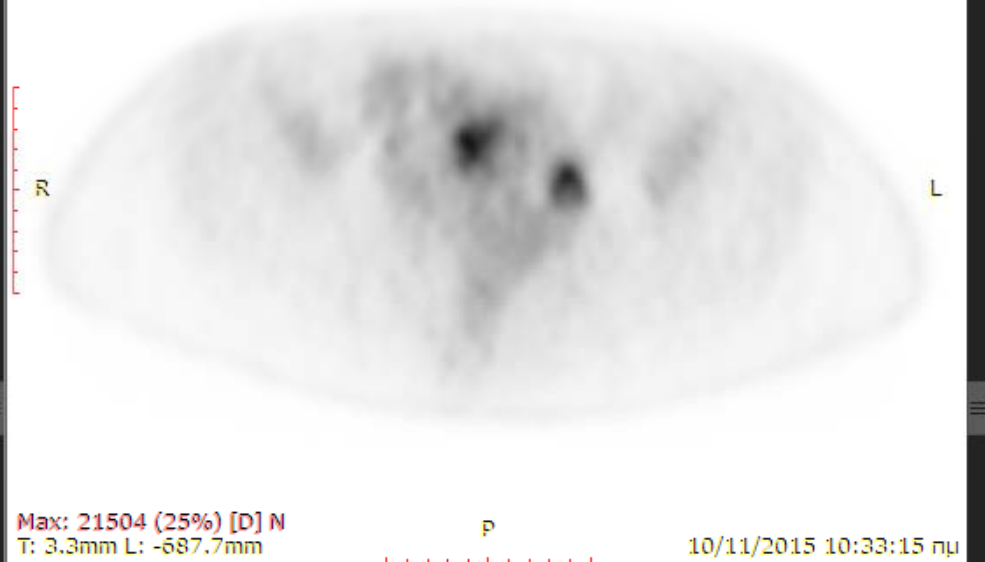


*** - 10/11/2015 10:33:15 nμ - PET WB AC 3D

Im: 213/263
Se: 4

A

F
EVANGELISMOS
29125
WB 3D
PET WB AC 3D



*** - 10/11/2015 10:27:34 nμ - SCOUT WB

Im: 2/2
Se: 1

A

F
EVANGELISMOS
29125
WB 3D
SCOUT WB



Ιστορικό

- Η ασθενής προσήλθε στα επείγοντα του νοσοκομείου στις 11/10/2015
- Υποβλήθηκε σε α/γ Θώρακος F + P και έγινε εισαγωγή.
- Σημειώνεται ότι η ασθενής υποβλήθηκε στα επείγοντα σε εξέταση β- χοριακής γοναδοτροπίνης.
- Το αποτέλεσμα ήταν αρνητικό.
- Στις 12/10/2015, η ασθενής υποβλήθηκε σε α/γ κοιλίας καθώς και CT άνω-κάτω κοιλίας με χορήγηση σκιαγραφικού μέσου.
- Κρίθηκε απαραίτητη η συνολική διερεύνηση του περιστατικού με υπολογισμό της δόσης στο έμβρυο.

Υπολογισμός δόσης εμβρύου από ακτινογραφίες

The dose to the embryo (ED) from a series of radiographic projections is calculated from the equation:

$$ED = \sum_i^j \left\{ \left[\left(\frac{FDD_o}{FSD_x} \right) \cdot \left(\frac{kV_x}{kV_o} \right) \right]^2 \cdot I_o \cdot mA \right\}_i \cdot NED_i$$

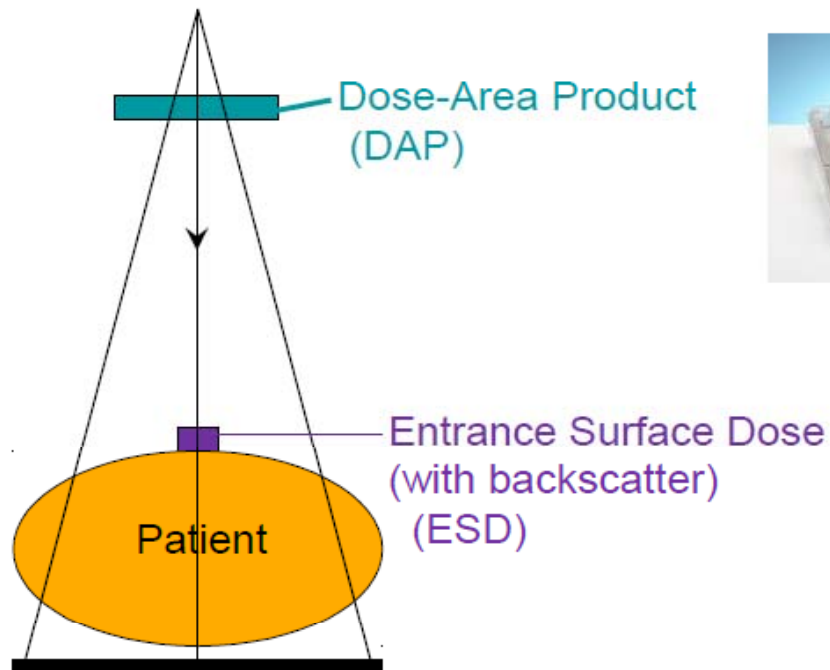
where NED_i is the normalized embryo dose for the i radiographic exposure performed and exposure parameters of the examination (tube voltage kV_x , total filtration and focus to skin distance FSD_x). I_o is the tube output measured at a distance of FDD_o for a tube voltage of kV_o .

The theoretical radiogenic risk for childhood cancer associated with in-utero exposure is estimated using a risk coefficient of 1.2×10^{-2} per Gy as recommended by the International Commission on Radiological Protection report 90.

Υπολογισμός δόσης από α/γ

Practical quantities for monitoring conventional X-ray examinations

By calculation or measurement



- **ESD** for a single radiograph (mGy)
- **DAP** for a radiograph or complete examination (Gy cm^2)

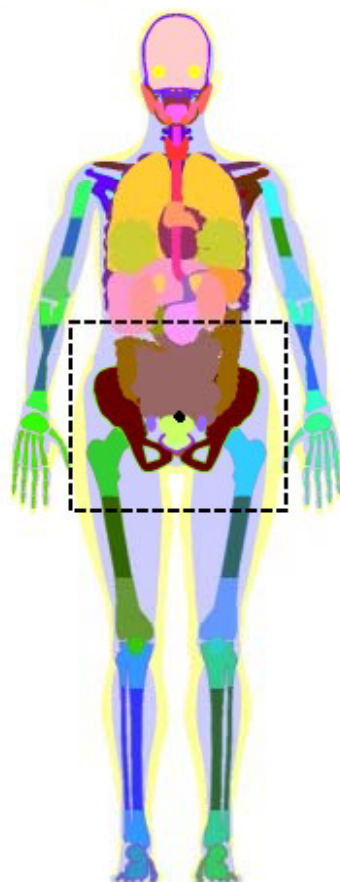
- Η α/γ θώρακος πραγματοποιήθηκε σε ακτινολογικό μηχάνημα χωρίς ενσωματωμένο σύστημα μέτρησης της δόσης κατά την ακτινολογική διαδικασία.
- Στην α/γ θώρακος δεν απεικονίζεται η μήτρα της ασθενούς.
- Στα 2-3 cm από το όριο της ακτινογραφούμενης περιοχής, όπως ορίζεται από τα διαφράγματα, η δόση είναι το 30% της κύριας δέσμης.
- Σε 14 cm από το όριο της ακτινογραφούμενης περιοχής και σε βάθος 6 cm, η δόση είναι αμελητέα.

- Η α/γ κοιλίας πραγματοποιήθηκε σε ψηφιακό ακτινογραφικό DR, με 75 kVp, 501,8 mA ακτινογραφικό ρεύμα λυχνίας, το ακτινογραφικό φορτίο λυχνίας ήταν 24,09 mAs.
- Το ενσωματωμένο σύστημα μέτρησης της δόσης κατέγραψε 0,571 mGy και 5,696 dGycm² όπως αποτυπώθηκε στο ακτινογραφικό φιλμ.
- Επειδή η δόση αυτή είναι μικρή επιλέχθηκε να υπολογισθεί η δόση και από την παροχή του μηχανήματος στην συγκεκριμένη ενέργεια.
- Ο υπολογισμός έγινε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα CALDose_5 που ενσωματώνει κώδικα Monte Carlo και ανθρωπόμορφα ομοιώματα (voxel phantoms) για τον υπολογισμό της απορροφούμενης δόσης σε όργανα και ιστούς με αναπαράσταση της πραγματικής ανατομίας.

Beam Position

Width = 40 cm

Height = 35 cm



Examination: Pelvis - Posture: Supine

- ☐ Right Posterior Oblique (RPO)
- ☐ Left Posterior Oblique (LPO)
- ☐ Right Anterior Oblique (RAO)
- ☐ Left Anterior Oblique (LAO)

IMAGE BEHIND THE BODY

75 kVcp 2.5 mm Al 17 Deg Tungsten IPeM/SR78

MEAN SPECTRAL ENERGY: 40.8 keV ABSORBED FRACTION: 0.56

SOURCE-TO-DETECTOR (FILM): 110 cm

SOURCE-TO-SKIN: 86.0 cm

FIELD SIZE IN DETECTOR PLANE: 35 cm x 40 cm

FIELD POSITION: STANDARD

POSTURE: SUPINE

FEMALE ADULT (ICRP89)

BODY MASS: 60.0 KG, STANDING HEIGHT: 163.0 CM

CHARGE: 24 mAs

ORGAN/TISSUE ABSORBED DOSES

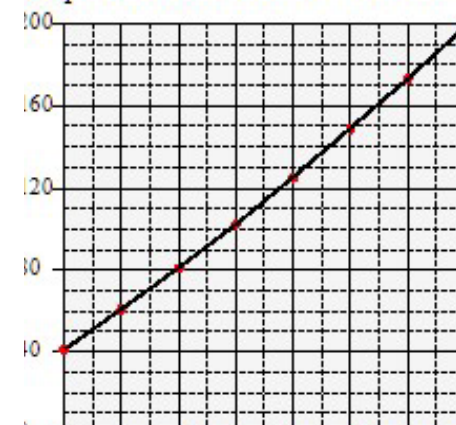
ORGAN/TISSUE	mGy	%
ESAK	4.080	0.00
ADRENALS	0.245	3.95
BLADDER WALL	0.857	1.64
COLON WALL	1.387	1.22
BREASTS,glandular	0.057	2.27
KIDNEYS	0.290	1.41
LIVER	0.898	1.20
LUNGS	0.041	1.60
OESOPHAGUS	0.049	5.41
OVARIES	0.755	2.55
PANCREAS	0.926	1.34
SMALL INTESTINE WALL	1.306	1.21
SKIN ENTRANCE 7.2cm X 7.2cm	4.133	1.65
SPLEEN	0.649	1.40
STOMACH WALL	1.179	1.29
UTERUS	0.559	1.55
HEART WALL	0.053	2.24
LYMPHATIC NODES	0.661	1.27
GALL BLADDER WALL	1.856	2.03
SKELETON AVERAGE	0.420	1.19
MAXIMUM RBM ABSORBED DOSE	0.363	1.50
MAXIMUM BSC ABSORBED DOSE	0.469	1.71
WEIGHTED FASH DOSE	0.539	2.23

nd ESAK: $K = 0.0419 * V^{1.774}$

C (mGy)	ESAK (mGy)	BSF
2.91	4.08	1.4

Save the Output Curve

Output Curve: $K = 0.0419 * V^{1.774}$



P) ☐ CC (INAK, ESAK, AKAP)

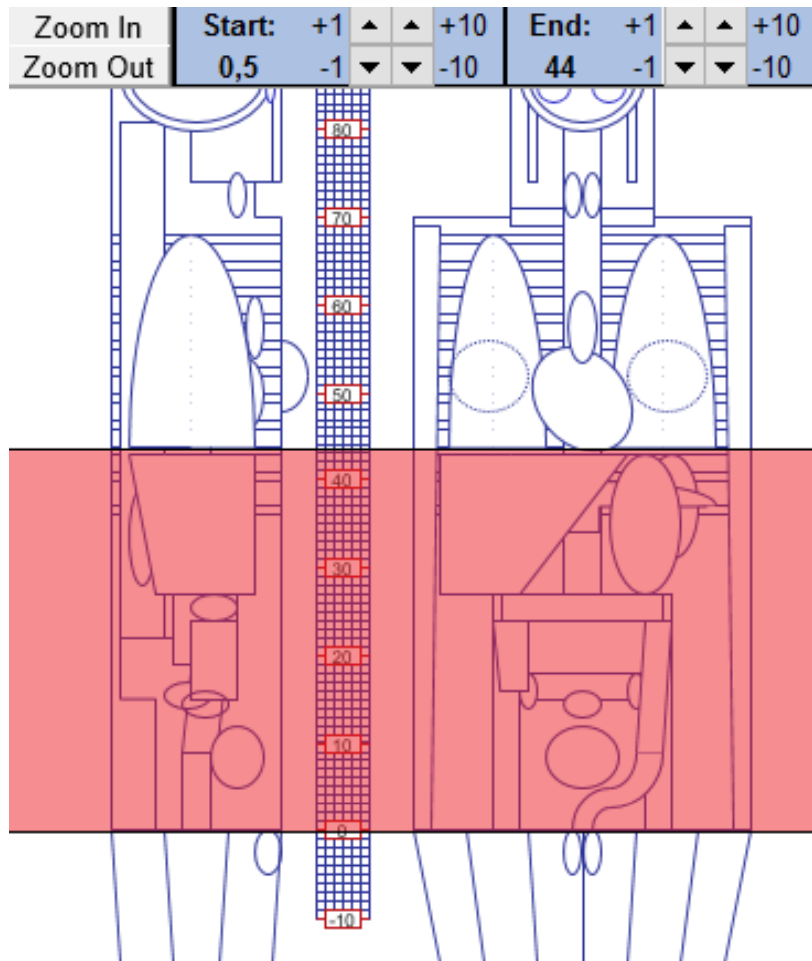
mGy)

4.08

cm²)

ue Absorbed Doses...

Υπολογισμός δόσης από ΥΤ



ImPACT CT Patient Dosimetry Calculator

Version 1.0.4 27/05/2011

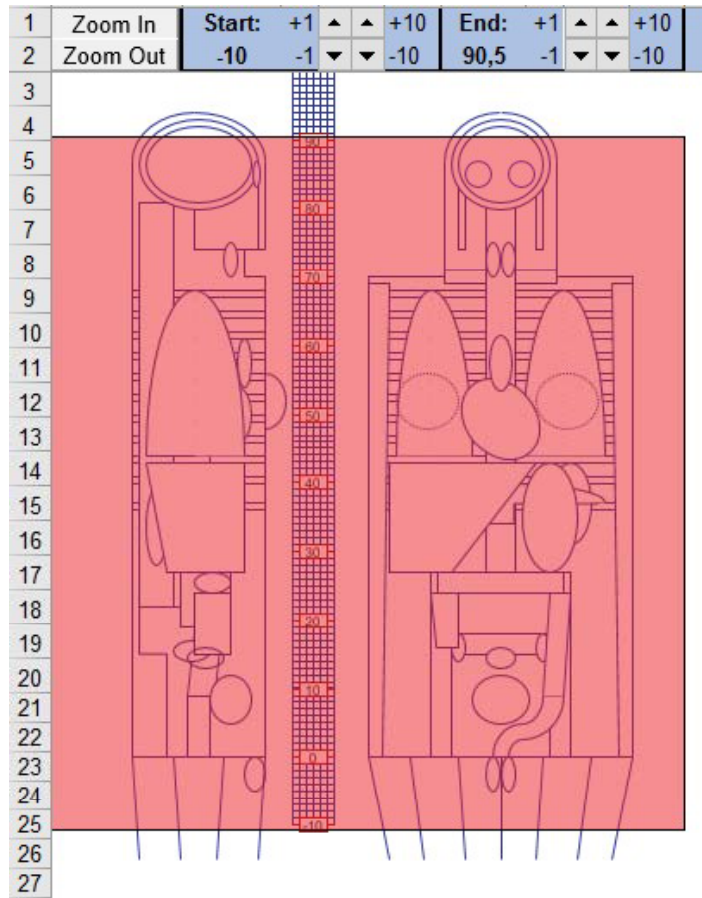
Scanner Model:		Acquisition Parameters:	
Manufacturer:	Toshiba	Tube current	82,8 mA
Scanner:	Toshiba Aquilion 16	Rotation time	0,5 s
kV:	120	Spiral pitch	0,9735
Scan Region:	Body	mAs / Rotation	41,4 mAs
Data Set	MCSET20	Effective mAs	42,52896 mAs
Current Data	MCSET20	Collimation	16 (16 x 1) mm
Scan range		Rel. CTDI	0,930791 0,93 at selected collimation
Start Position	0,5 cm	CTDI (air)	42,632 42,6 mGy/100mAs
End Position	44 cm	CTDI (soft tissue)	45,6 mGy/100mAs
Organ weighting scheme		CTDI _w	13,2938 13,3 mGy/100mAs
		CTDI _{vol}	5,5 mGy
		DLP	246 mGy.cm

Organ	w _T	H _T (mGy)	w _T ·H _T
Gonads	0,08	4,3	0,35
Bone Marrow	0,12	3,3	0,39
Colon	0,12	7,5	0,91
Lung	0,12	1,2	0,14
Stomach	0,12	8,1	0,98
Bladder	0,04	8,8	0,35
Breast	0,12	0,27	0,032
Liver	0,04	7,4	0,29
Oesophagus (Thymus)	0,04	0,2	0,008
Thyroid	0,04	0,024	0,00096
Skin	0,01	2,5	0,025
Bone Surface	0,01	4,5	0,045
Brain	0,01	0,00083	8,3E-06
Salivary Glands (Brain)	0,01	0,00083	8,3E-06
Remainder	0,12	4,9	0,58
Not Applicable	0	0	0
Total Effective Dose (mSv)			4,1

Remainder Organs	H _T (mGy)
Adrenals	6,9
Small Intestine	7,9
Kidney	9,2
Pancreas	6,7
Spleen	7,3
Thymus	0,2
Uterus / Prostate (Bladder)	8,4
Muscle	3,4
Gall Bladder	8,3
Heart	1,4
ET region (Thyroid)	0,024
Lymph nodes (Muscle)	3,4
Oral mucosa (Brain)	0,00083
Other organs of interest	H _T (mGy)
Eye lenses	0,00029
Testes	1,4
Ovaries	7,3
Uterus	8
Prostate	8,8

Scan Description / Comments	
-----------------------------	--

Υπολογισμός δόσης ΥΤ στο PET/CT



ImPACT CT Patient Dosimetry Calculator

Version 1.0.4 27/05/2011

Scanner Model:		Acquisition Parameters:	
Manufacturer:	GE	Tube current	76,1 mA
Scanner:	GE QX/i LightSpeed, LightSpeed Plus	Rotation time	0,8 s
kV:	120	Spiral pitch	1,5
Scan Region:	Body	mAs / Rotation	60,88 mAs
Data Set	MCSET19	Effective mAs	40,58667 mAs
Current Data	MCSET19	Collimation	10 mm
Scan range		Rel. CTDI	1 1,00 at selected collimation
Start Position	-10 cm	CTDI (air)	27,352 27,4 mGy/100mAs
End Position	90,5 cm	CTDI (soft tissue)	20,3 mGy/100mAs
Organ weighting scheme		ICRP 103	
		CTDI _w	6,2 mGy
		CTDI _{vol}	4,1 mGy
		DLP	413 mGy.cm

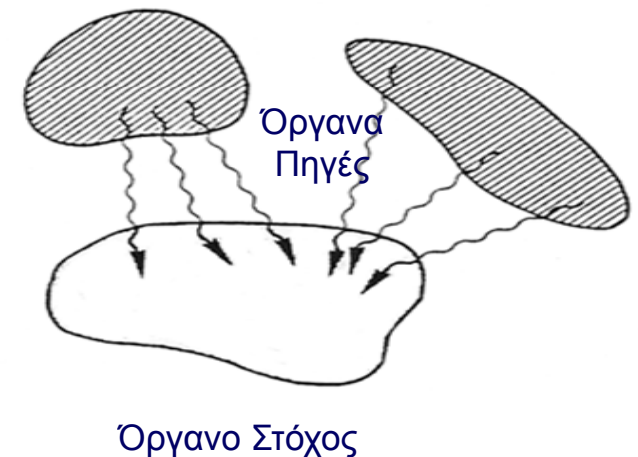
Organ	w _T	H _T (mGy)	w _T .H _T
Gonads	0,08	6	0,48
Bone Marrow	0,12	4,7	0,56
Colon	0,12	5,6	0,67
Lung	0,12	6,6	0,8
Stomach	0,12	6,1	0,73
Bladder	0,04	6,3	0,25
Breast	0,12	5,2	0,63
Liver	0,04	5,9	0,24
Oesophagus (Thymus)	0,04	7	0,28
Thyroid	0,04	9,4	0,38
Skin	0,01	4,2	0,042
Bone Surface	0,01	9,5	0,095
Brain	0,01	5,8	0,058
Salivary Glands (Brain)	0,01	5,8	0,058
Remainder	0,12	6,1	0,73
Not Applicable	0	0	0
Total Effective Dose (mSv)			6

Remainder Organs	H _T (mGy)
Adrenals	5,6
Small Intestine	5,6
Kidney	6,4
Pancreas	5,5
Spleen	5,8
Thymus	7
Uterus / Prostate (Bladder)	6
Muscle	4,7
Gall Bladder	5,9
Heart	6,4
ET region (Thyroid)	9,4
Lymph nodes (Muscle)	4,7
Oral mucosa (Brain)	5,8
Other organs of interest	H_T (mGy)
Eye lenses	7,4
Testes	6,7
Ovaries	5,4
Uterus	5,7
Prostate	6,3

Scan Description / Comments	
-----------------------------	--

Σύστημα της MIRD για τον υπολογισμό της απορροφούμενης δόσης από το ισότοπο.

- Το όργανο που περιλαμβάνει το ραδιοϊσότοπο καλείται όργανο πηγή (**source** organ)
- Σκοπός είναι ο υπολογισμός της απορροφούμενης δόσης στο όργανο στόχος (**target** organ)
- Τα όργανα πηγές (συνήθως συγκεντρώνουν μεγάλα ποσά ενεργότητας) είναι ταυτόχρονα και όργανα στόχοι, τόσο από την ενεργότητα σε αυτά όσο και από την αντίστοιχη σε άλλα όργανα.
- Οι υπολογισμοί γίνονται ανά ζεύγη οργάνων
(**target [k]** $\longleftarrow$ **source [h]**)



OLINDA

Organ Level Internal Dose Assessment Code

Dose Conversion Factors (mGy/MBq-s)

Nuclide: F-18 (1,10 x 10² min)

Fetus Early Pregnancy: 2,7 x 10⁻² mGy/MBq for 18FDG

2,7 x 10⁻² mGy/MBq x 370,6 MBq = 10,0062 mGy to the fetus

- Από α/γ θώρακος η δόση στο έμβρυο είναι αμελητέα.
- Από α/γ κοιλίας η δόση στο έμβρυο είναι 0,559 mGy
- Από ΥΤ άνω-κάτω κοιλίας η δόση στο έμβρυο είναι $2 \times 8 =$ ~~16 mGy~~ **20,35 mGy**
- Από το PET/CT
 - Δόση στο έμβρυο από CT = ~~5,7 mGy~~ **6,099 mGy**
 - Δόση στο έμβρυο από το ραδιοφάρμακο = 10,0062 mGy

Έκθεση 1-2 εβδομάδα από τη σύλληψη

Συνολική δόση στο κύημα από α/γ και ΥΤ: 20,909 mGy

Έκθεση 3-8 εβδομάδα από τη σύλληψη

Δόση στο έμβρυο από PET/CT: 16,105 mGy

Συνολική δόση = 37,014 mGy

Percent of likelihood of **NOT** Developing Childhood Cancer after Prenatal Diagnostic Irradiation

Gestation Age	0 mGy (0 rad)	10 mGy (1 rad)	50 mGy (5 rad)	100 mGy (10 rad)
1 st trimester	99.93 %	99.75 %	99.12 %	98.25 %
2 nd or 3 rd trimester	99.93 %	99.88 %	99.70 %	99.48 %

Adapted from BEIR, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations, The Effects on Populations to Exposure to Low Levels of Ionizing Radiations : 1980. National Academy Press, Washington, D.C., 1980

Probability of bearing healthy children as a function of radiation dose

Dose to conceptus (mGy) above natural background	Probability of no malformation	Probability of no cancer (0-19 years)
0	97	99.7
1	97	99.7
5	97	99.7
10	97	99.6
50	97	99.4
100	97	99.1
>100	Possible	Higher

ICRP, 2000. Pregnancy and Medical Radiation, ICRP Publication 84, Ann. ICRP 30(1).



HAPPY BIRTHDAY!

CONGRATULATIONS FROM THE ESR STAFF

