

Η εκτίμηση της δόσης στο έμβρυο κατά τη διεξαγωγή διαγνωστικών εξετάσεων Πυρηνικής Ιατρικής ιδιαίτερα στην κυοφορούσα Ελληνίδα

**Σωκράτης Ελ-Μάντανι
Ορδουλίδης BSc, MSc,
Μαρία Σιαμπανοπούλου MD**

Βιοϊατρική Ι.Α.Ε., Τμήμα
Πυρηνικής
Ιατρικής, Θεσσαλονίκη, Ελλάς

Λέξεις Ευρετηρίου: Δόση -
Έμβρυο- Ακτινοπροστασία
- Διαγνωστική Πυρηνική Ιατρική

Διεύθυνση Αλληλογραφίας:
Σωκράτης Ελ-Μάντανι
Ορδουλίδης,
Σαρανταπόρου 23, TK 546 40
Θεσσαλονίκη,
Ελλάς, τηλ. +30 6938260067,
email: sokel@physics.auth.gr

Υποβλήθηκε:
14 Σεπτεμβρίου 2010
Εγκρίθηκε τροποποιημένη:
15 Οκτωβρίου 2010

Περίληψη

Η πιθανότητα να υποβληθεί μια έγκυος σε in vivo διαγνωστικές πράξεις Πυρηνικής Ιατρικής είναι μικρή, αλλά σε καμία περίπτωση μηδενική. Η έκθεση ενός εμβρύου σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες εγείρει πολλά ερωτήματα τόσο για την ασφάλεια της κύησης όσο και για την ίδια την υγεία του κυήματος, οδηγώντας συχνά την έγκυο και το περιβάλλον της σε ιδιαίτερο ψυχικό φόρτο. Οι διαγνωστικές πρακτικές της Πυρηνικής Ιατρικής είναι σε θέση να αποδώσουν κάποια δόση στο έμβρυο όταν η έγκυος υποβληθεί σε κάποια in vivo διαγνωστική εξέταση. Οι επιπτώσεις από αυτού του είδους την ακτινοβολία εξαρτώνται τόσο από την τιμή της δόσης όσο και από το στάδιο της κυοφορίας. Σε καμία περίπτωση δεν δύναται να αιτιολογηθεί η εκούσια διακοπή της κύησης (άμβλωση) λόγω της ακτινοβολίας όταν η δόση στο έμβρυο δεν υπερβαίνει το κατώφλι των 100mGy. Η ακτινική επιβάρυνση που επάγεται από τις διαγνωστικές πρακτικές της Πυρηνικής Ιατρικής στην Ελλάδα στο έμβρυο κυμαίνεται από 0,3 έως 18mGy και δεν αποτελεί αιτία διακοπής της κύησης αφού οι αναλογούμενοι κίνδυνοι είναι στατιστικώς απίθανοι. Το συμπέρασμα αυτό δεν σημαίνει πως καταργεί την Αρχή της Αιτιολόγησης της έκθεσης της εγκύου σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες διότι καμία έκθεση σε ακτινοβολία δε χαρακτηρίζεται απολύτως ασφαλής.

Hell J Nucl Med 2010; 13(3):303-307 • Published on line: 25-11-10

Εισαγωγή

Η παρατηρούμενη αύξηση στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια, της διενέργειας διαγνωστικών πρακτικών που χρησιμοποιούν ιοντίζουσα ακτινοβολία [1] φαίνεται να αφορά και τις διαγνωστικές εξετάσεις της Πυρηνικής Ιατρικής και μάλιστα σε εκείνες που συνεισφέρουν τις υψηλότερες δόσεις στους εξεταζόμενους, όπως οι εξετάσεις της πυρηνικής καρδιολογίας και της πυρηνικής ογκολογίας [2].

Η πιθανότητα να υποβληθεί μια έγκυος σε in vivo εξετάσεις Πυρηνικής Ιατρικής είναι μικρή, αλλά σε καμία περίπτωση μηδενική. Συνήθως όταν μια έγκυος υποβληθεί σε εξέταση Πυρηνικής Ιατρικής δύο τινά δύναται να συμβαίνουν είτε να αγνοείται ακούσια η εγκυμοσύνη είτε να έχει αιτιολογηθεί απολύτως η διεξαγωγή της εξέτασης λαμβάνοντας υπ' όψιν και την παράμετρο της κυοφορίας.

Όπως και να έχει πάντως, η έκθεση μιας εγκύου και κατ' επέκταση ενός εμβρύου σε ιοντίζουσα ακτινοβολία εγείρει πολλά ερωτήματα αναφορικά με τον επαγόμενο ακτινικό κίνδυνο στο έμβρυο και στο μετέπειτα παιδί ενώ η σκέψη της διακοπής της κύησης μοιάζει να εγείρει ψυχολογικές επιπτώσεις στην έγκυο και το περιβάλλον της.

Η παρούσα εργασία σκοπό έχει να αναδείξει τα μέχρι στιγμής δεδομένα για τον επαγόμενο ακτινικό κίνδυνο στο έμβρυο καθώς και να παρουσιάσει όλα εκείνα τα δεδομένα που αφορούν στην εφαρμογή των διαγνωστικών πρακτικών της Πυρηνικής Ιατρικής σε εγκύους στην Ελλάδα.

Επαγόμενος κίνδυνος στο έμβρυο ως συνέπεια της έκθεσής του σε ιοντίζουσα ακτινοβολία

Ο κίνδυνος που δυνητικά διατρέχει ένα έμβρυο λόγω της έκθεσής του σε ιοντίζουσα ακτινοβολία εξαρτάται τόσο από την απορροφούμενη δόση από αυτό όσο και από το στάδιο της εγκυμοσύνης κατά το οποίο λαμβάνει χώρα η ακτινοβολία [3].

Δόσεις που υπερβαίνουν το κατώφλι των 100mGy δύναται να προκαλέσουν την αποτυχία εμφύτευσης του γονιμοποιημένου ωαρίου και κατά συνέπεια το θάνατο του εμβρύου όταν η ακτινοβολία λάβει χώρα κατά το πρώιμο στάδιο της κυοφορίας (2^η με 3^η εβδομάδα της κύησης) ή την ανάπτυξη ανωμαλιών υπό τη μορφή δυσπλασιών κατά το ενδιάμεσο στάδιο (3^η με 8^η εβδομάδα) ή την εμφάνιση νευρολογικών επιπτώσεων όταν η ακτινοβολία λαμβάνει χώρα κατά το τελευταίο στάδιο της κυοφορίας (8^η με 25^η εβδομάδα) [4].

Επίσης υπάρχουν ενδείξεις οριακής αύξησης του κινδύνου ανάπτυξης παιδικού καρκίνου ή λευχαιμίας όταν η απορροφούμενη δόση από το έμβρυο υπερβαίνει τα 10mGy. Ο κίνδυνος αυτός μοιάζει σταθερός μετά την 3^η με 4^η εβδομάδα της κύησης και είναι συγκρίσιμος με τον κίνδυνο που διατρέχουν τα παιδιά νηπιακής ηλικίας να υποστούν αντίστοιχες βλάβες όταν και αυτά εκτεθούν σε δόσεις άνω των 10mGy.

Επιπρόσθετα του κινδύνου της καρκινογένεσης, όταν ραδιενεργά ιωδιούχα σκευάσματα χορηγηθούν στην έγκυο δύνανται να προκαλέσουν λειτουργική βλάβη του θυρεοειδούς αδένου (υποθυρεοειδισμός) στο παιδί [5].

Για τις δόσεις που επάγουν οι συνήθεις διαγνωστικές πρακτικές τόσο της Πυρηνικής Ιατρικής όσο και της Ακτινολογίας παρατίθενται στον Πίνακα 1 τα ποσοστά επίπτωσης των προαναφερθέντων ακτινικών κινδύνων

Πίνακας 1. Πιθανότητα ακτινικής βλάβης στο έμβρυο ως συνάρτηση της απορροφούμενης δόσης ακτινοβολία [6]

Δόση στο έμβρυο (mGy) άνω του φυσικού υποστρώματος ακτινοβολίας	Πιθανότητα δυσπλασίας (%)	Πιθανότητα καρκινογένεσης (%) (Ηλικία εμφάνισης 0-19 έτη)
0	3	0,3
1	3	0,3
5	3	0,3
10	3	0,4
50	3	0,6
100	3	0,9
>100	Πιθανή, βλέπε κείμενο	Υψηλότερη

Αξιολογώντας τα δεδομένα του Πίνακα 1 λαμβάνοντας υπ' όψιν πως οι ακτινοβολήσεις αφορούν διαγνωστικές πρακτικές δύνανται να σημειωθούν τα ακόλουθα. Κατ' αρχάς τόσο με μηδενική δόση στο έμβρυο όσο και με οιαδήποτε δόση έως τα 100mGy, η στατιστική πιθανότητα για την εμφάνιση δυσπλασίας είναι σταθερή και ίση με 3%. Αυτό σημαίνει πως είτε ακτινοβοληθούν 100 έμβρυα με δόσεις έως 100mGy είτε δεν ακτινοβοληθούν τα 3 από αυτά είναι πιθανό να αναπτύξουν κατά την κύηση κάποιας μορφής δυσπλασία. Επίσης μια δόση της τάξης των 10mGy στο έμβρυο αυξάνει κατά 0,1% τη στατιστική πιθανότητα ανάπτυξης καρκίνου κατά την πρώτη παιδική ηλικία. Πιο συγκεκριμένα, ακτινοβολώντας 1000 έμβρυα με δόση ίση με 10mGy είναι στατιστικώς πιθανό τα 4 να αναπτύξουν νεανικό καρκίνο ή λευχαιμία, όταν κατά την απουσία έκθεσης σε ακτινοβολία είναι πιθανό τα 3 από αυτά να αναπτύξουν κάποιας μορφής κακοήθης εξεργασίας κατά την πρώτη παιδική ηλικία.

Σε συμφωνία με τα παραπάνω δεδομένα σε καμία περίπτωση δε δύνανται να αιτιολογηθεί η εκούσια διακοπή κύησης (άμβλωση) όταν η δόση στο έμβρυο δεν υπερβαίνει το κατώφλι των 100mGy. Σε περίπτωση που η εμβρυϊκή δόση ξεπεράσει τα 500mGy κρίνεται ικανή η εμφάνιση βλαβών των οποίων η μορφή και η έκταση

εξαρτώνται από το στάδιο της κύησης και την ίδια τη δόση. Βέβαια όταν η εμβρυϊκή δόση κείται μεταξύ των 100 και 500mGy δεν πρέπει να λαμβάνονται γενικευμένες αποφάσεις. Κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά λαμβάνοντας υπόψη τις κοινωνικές, ψυχολογικές και οικονομικές παραμέτρους.

Δοσιμετρία εμβρύου και Πυρηνική Ιατρική

Στην περίπτωση της Πυρηνικής Ιατρικής δεν μπορεί να γίνει λόγος για μέτρηση της δόσης που επάγεται στον εξεταζόμενο η εφαρμογή μιας διαγνωστικής πράξης. Η δόση που αποδίδεται κάθε φορά από οιαδήποτε εξέταση Πυρηνικής Ιατρικής εξαρτάται πέραν της χορηγούμενης ενεργότητας του ραδιοφαρμάκου και από τα στοιχεία που έρχονται να κάνουν με τα φυσικά χαρακτηριστικά του ραδιοϊχνηθέντη αλλά και με το μεταβολισμό και την κινητική του ραδιοφαρμάκου στον εξεταζόμενο. Οι δοσιμετρικές πληροφορίες που δύνανται να προκύψουν στην περίπτωση της Πυρηνικής Ιατρικής προέρχονται από υπολογιστικά μοντέλα τα οποία προσομοιάζουν και λαμβάνουν υπ' όψιν τα ανατομικά και μεταβολικά χαρακτηριστικά μιας μέσης, υγιούς γυναίκας αλλά και τα φυσικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε χρησιμοποιούμενου ραδιοφαρμάκου [7].

Τα πλέον διαδεδομένα δοσιμετρικά συστήματα προσδιορισμού της απορροφούμενης δόσης στο έμβρυο είναι τα εξής: α) International Commission on Radiological Protection (ICRP), β) το Medical Internal Radiation Dose System (MIRD) και γ) το Radiation Dose Assessment Resource (RADAR). Καθένα από τα παραπάνω συστήματα προσφέρουν χρήσιμες εκτιμήσεις για την απορροφούμενη δόση ανά ιστό της εγκύου [8]. Ειδικότερα το σύστημα της ICRP παρέχει δοσιμετρικές πληροφορίες που αφορούν στη δόση που λαμβάνει η μήτρα ως ακτινοβολούμενος ιστός της εγκύου ενώ τα συστήματα MIRD και RADAR επιχειρούν να εκτιμήσουν την απορροφούμενη δόση στο ίδιο το έμβρυο εισάγοντας στους υπολογισμούς τους επιπλέον φαρμακοκινητικά δεδομένα που αφορούν στο σύστημα εγκύου-εμβρύου.

Εκτίμηση της απορροφούμενης δόσης στο έμβρυο ως συνέπεια της υποβολής της Ελληνίδας εγκύου σε διαγνωστικές εξετάσεις Πυρηνικής Ιατρικής

Στην χώρα μας για τον έλεγχο της ακτινικής επιβάρυνσης από πρακτικές που χρησιμοποιούν ιοντίζουσα ακτινοβολία προβλέπονται από τον ισχύοντα Κανονισμό Ακτινοπροστασίας, τα Διαγνωστικά Επίπεδα Αναφοράς [9] καθώς και τα Καθοδηγητικά Επίπεδα Δόσεων στις διαγνωστικές εξετάσεις της Πυρηνικής Ιατρικής [10].

Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς αλλά και με αναγνωρισμένα πρωτόκολλα καθημερινής πρακτικής στην Πυρηνική Ιατρική [11] σε συνδυασμό τόσο με το δοσιμετρικό μοντέλο της ICRP [12] και του MIRD [13, 14], λαμβάνοντας υπ' όψιν τις μέγιστες επιτρεπτές χορηγούμενες ενεργότητες (κατά την άγνοια εγκυμοσύνης – πρώιμο στάδιο κυοφορίας) προκύπτουν τα ακόλουθα δοσιμετρικά στοιχεία του Πίνακα 2

Η απορροφούμενη δόση στο έμβρυο είναι ένα μέγεθος που προκύπτει υπολογιστικά, λαμβάνοντας υπ' όψιν τυποποιημένα μαθηματικά μοντέλα. Χρησιμοποιείται ως αυτόνομο μέγεθος στην εκτίμηση του ακτινικού κινδύνου αναφορικά με την πιθανότητα καρκινογένεσης και ανάπτυξης ανωμαλιών, εξ' αιτίας της έκθεσης σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Για την ασφαλή χρήση της προ-

Ραδιοφάρμακα ¹		Συντελεστής δόσης στη μήτρα (mGy/MBq) [12]	Συντελεστής δόσης στο έμβρυο (mGy/MBq) [13, 14]	Μέγιστη Χορηγούμενη Ενεργότητα Ρ-Φ (MBq) [7]	Αντιστοιχούμενη δόση στο έμβρυο (mGy)
¹⁸ F-FDG		0,021	0,022	740	16,3
⁶⁷ Ga-Citrate		0,076	0,093	190	17,7
^{99m} Tc-DTPA aerosol		0,0059	-	222	(1,3)
^{99m} Tc-Colloid		0,0019	0,0018	179	0,3
^{99m} Tc-Disofenin		0,013	0,017	185	3,1
^{99m} Tc-DMSA		0,0045	0,0051	183	0,9
^{99m} Tc-DTPA		0,0079	0,012	540	6,5
^{99m} Tc-HDP		0,0063	0,0052	735	3,8
^{99m} Tc-MDP		0,0063	0,0061	735	4,5
^{99m} Tc-HMPAO		0,0066	0,0087	740	6,4
^{99m} Tc-MAA		0,0022	0,0028	180	0,5
^{99m} Tc-MAG3		0,012	0,018	185	3,3
^{99m} Tc-MIBI	Stress	0,0072	0,012	259	3,1
	Rest	0,0078	0,015	777	11,7
^{99m} Tc-pertechnetate	Thyroid scan	0,0081	0,011	183	2,0
^{99m} Tc-PYP		-	0,006	740	4,4
^{99m} Tc-RBC	In vitro		0,0068	925	6,3
	In vivo	0,0039	0,0064	925	5,9
^{99m} Tc-damaged RBC		0,0014	0,0017	400	0,7
^{99m} Tc-WBC		0,0034	0,0038	740	2,8
¹¹¹ In-Octreotide		0,039	0,082	125	10,3
¹²³ I-MIBG		0,01	0,018	370	6,7
¹³¹ I-Sodium iodine ²	Thyroid uptake 25%	0,052	0,072	148	10,7
²⁰¹ Tl-Chloride		0,051	0,097	111	10,8

¹ DMSA: dimercaptosuccinic acid, DTPA: diethylenetriaminepentaacetic acid, ¹⁸F: fluorine-18, FDG: fluorodeoxyglucose, HMPAO: hexamethylpropyleneamine oxime, ¹¹¹In: indium 111, MAA: macroaggregated albumin, MAG3: mercaptoacetyl-triglycine, MDP: methylene diphosphonate, MIBI: methoxyisobutylisonitrile, HDP: sodium oxidronate, MIBG: meta-iodo-benzyl-guanidine, PYP: sodium pyrophosphate ^{99m}Tc: technetium-99m, ²¹⁰Tl: thallium-201, ¹³¹I: iodine-131, RBC: red blood cells, WBC: white blood cells

² Η δόση στο έμβρυο αυξάνει δραματικά με τη χορήγηση ¹³¹I στην έγκυο με την έναρξη της θυρεοειδικής λειτουργίας του κυήματος, δηλαδή μετά τη 10 με 12 εβδομάδα. Για την αποφυγή σοβαρής βλάβης στο θυρεοειδή του εμβρύου, οποιαδήποτε πρακτική χορήγησης που ενέχει την παρουσία ελεύθερων ιόντων ¹³¹I ακόμη και σε μικρές ενεργότητες αντενδείκνυται [15]. Ο συντελεστής δόσης στο έμβρυο για προχωρημένη εγκυμοσύνη εκτιμάται στο 0,23 με 0,27mGy/MBq [13] εκτοξεύοντας τη δόση στο έμβρυο μέχρι τα 40mGy.

κύπτουν πλήθος περιορισμών περιλαμβανομένης και μιας αβεβαιότητας της τιμής της σε σχέση με την εξεταζόμενη τιμή αναφοράς.

Παρ' όλα αυτά, τόσο ο κλινικός όσο και ο πυρηνικός ιατρός έχουν την υποχρέωση να σταθμίζουν τους

κινδύνους ως προς το όφελος διαφόρων πρακτικών και να ενημερώνουν την εξεταζόμενη. Η απορροφούμενη δόση στο έμβρυο παρέχει τη γενική ιδέα του ακτινικού κινδύνου και επιτρέπει τη σύγκριση με άλλες μεθόδους

σε ό,τι αφορά την αιτιολόγηση και βελτιστοποίηση της κάθε πρακτικής της Πυρηνικής Ιατρικής.

Γίνεται αντιληπτό από τα παραπάνω στοιχεία πως οι δόσεις που επάγουν οι διαγνωστικές εξετάσεις της Πυρηνικής Ιατρικής στα έμβρυα στην Ελλάδα κυμαίνονται από 0,3 έως 18mGy. Καθίσταται σαφές λοιπόν πως αυτή η ακτινική επιβάρυνση δεν αποτελεί αιτία διακοπής της κύησης αφού και οι αναλογούμενοι κίνδυνοι είναι στατιστικώς απίθανοι. Βέβαια αυτό δε σημαίνει πως καταργείται η Αρχή της Αιτιολόγησης της έκθεσης της εγκύου σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες, διότι μηδενικός κίνδυνος από ακτινοβολία υπάρχει μόνο όταν η δόση από αυτήν είναι μηδενική.

Βελτιστοποίηση της πρακτικής υπό το πρίσμα της ακτινοπροστασίας του εμβρύου

Ορισμένες φορές δύνανται να συντρέχουν λόγοι για τη χρήση ιοντίζουσας ακτινοβολίας σε μια έγκυο εξεταζόμενη ασθενή με σκοπό την βέλτιστη παροχή ιατρικής φροντίδας σε αυτήν και κατ' επέκταση στο κυοφορούμενο έμβρυο. Έτσι σε περίπτωση που το όφελος από τη διαγνωστική εξέταση στην έγκυο είναι σαφώς υπολογίσιμο και ο κίνδυνος που διατρέχουν η έγκυος και το έμβρυο είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο της έκθεσής τους στην ακτινοβολία της διαγνωστικής διαδικασίας, αιτιολογείται το ενδεχόμενο έκθεσής τους σε αυτήν [15].

Στο ενδεχόμενο που μια in vivo διαγνωστική πρακτική Πυρηνικής Ιατρικής αιτιολογηθεί για την περίπτωση μιας εγκύου, οφείλει να εφαρμοστεί λαμβάνοντας υπ' όψιν όλες εκείνες τις παραμέτρους που θα αποδώσουν τα βέλτιστα τόσο στο διαγνωστικό αποτέλεσμα της διαδικασίας όσο και στην ακτινοπροστασία της εγκύου και του εμβρύου.

Πιο συγκεκριμένα η χορηγούμενη ενεργότητα του ραδιοφαρμάκου πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ελάχιστη διασφαλίζοντας παράλληλα το άριστο του διαγνωστικού αποτελέσματος. Παράλληλα είναι σαφώς χρήσιμη η εφαρμογή στρατηγικής ελάττωσης της ραδιενεργού συγκέντρωσης στην ουροδόχο κύστη της εξεταζόμενης, εξασφαλίζοντας για παράδειγμα την καλή ενυδάτωση της εξεταζόμενης τόσο πριν όσο και μετά τη χορήγηση του ραδιοφαρμάκου συνδυάζοντάς την με προτροπή για συχνή διούρηση. Επίσης η χρήση υπό προϋποθέσεις ιωδίου με τη μορφή σταθερού ισοτόπου (π.χ. διάλυμα σταθερού ιωδιούχου καλίου) είναι σε θέση να προφυλάξει το θυρεοειδή αδένος του εμβρύου.

Είναι χρέος τόσο του παραπέμποντος ιατρού όσο και του πυρηνικού ιατρού να εκτιμήσουν στατιστικά τον κίνδυνο της έκθεσης της εγκύου σε ακτινοβολία όπως και να εκτιμήσουν τον κίνδυνο από προηγηθείσες πρακτικές που εφαρμόστηκαν στην έγκυο κατά την τρέχουσα εγκυμοσύνη της με τη χρήση ακτινοβολίας. Τέλος σε όλα τα παραπάνω οφείλεται να προστεθεί και η σωστή και υπεύθυνη ενημέρωση της εγκύου με τρόπο απλοποιημένο και κατανοητό με τη χρήση απλών στατιστικών παραδειγμάτων, με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω.

Βιβλιογραφία

1. Γεωργίου Χ. Συλλογική δόση στον ελληνικό πληθυσμό από την έκθεση σε ακτινολογικές εξετάσεις την τριετία 2003-2005.

Διπλωματική εργασία, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ, Αθήνα 2007: 69-89.

2. Χόμπης Μ. Εφαρμογή της αρχής της βελτιστοποίησης στην πυρηνική ιατρική στην Ελλάδα. Διπλωματική εργασία, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ, Αθήνα 2007: 53-80.

3. Pregnancy and Medical Radiation, *Ann ICRP*, 2000; 30: 1-45.

4. Μάρκου Π. Οι δόσεις απορρόφησης στο έμβρυο κατά τις διαγνωστικές εξετάσεις της πυρηνικής ιατρικής και της ακτινολογίας. Οι δυνητικοί κίνδυνοι και οδηγίες ακτινοπροστασίας. *Hell J Nucl Med* 2007; 10: 48-55.

5. The 2007 Recommendations of the ICRP, *Ann ICRP*, 2008; 37(2-4): 1-313.

6. www.icrp.org/docs/ICRP_84_Pregnancy_s.pps

7. Ελ-Μάντανι Ορδουλίδης Σ, Σιαμπανοπούλου Μ. Εκτίμηση ενεργών δόσεων κατά τις διαγνωστικές εξετάσεις της πυρηνικής ιατρικής στην Ελλάδα. *Hell J Nucl Med* 2009; 12: 304-6.

8. Stabin M. Fundamentals of Nuclear Medicine Dosimetry. *Springer*, New York 2008: 18-31.

9. Κανονισμός Ακτινοπροστασίας, Υπ.Απ. 1014(ΦΟΡ)94, ΦΕΚ 216B 6/3/2001.

10. Καθορισμός διαγνωστικών επιπέδων αναφοράς (ΔΕΑ) για την ακτινολογική εξέταση της μαστογραφίας και καθοδηγητικών επιπέδων δόσεων (ΚΕΔ) για τις διαγνωστικές εξετάσεις πυρηνικής ιατρικής, ΦΕΚ 2345B 11/12/2007.

11. Γιαννοπούλου Χ, Χουσιανάκου Ε. Πρωτόκολλα καθημερινής πρακτικής στην πυρηνική ιατρική, εκδόσεις Βήτα, Αθήνα 2000: 4-103.

12. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals (addendum 2 to ICRP publication 53), *Ann ICRP*, 1998; 28: 1-126.

13. Russel J, Stabin M, Sparks R et al. Radiation adsorbed dose to the embryo/fetus from radiopharmaceuticals. *Health Phys* 1997; 73: 756-69.

14. Stabin M. Proposed addendum to previously published fetal dose estimate tables for ¹⁸F-FDG. *J Nucl Med* 2004; 45: 634-5.

15. Safety guide: Radiation Protection in Nuclear Medicine, Radiation Protection Series 14.2, Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, Australian Government.

Informative Technical Note

Estimation of fetal dose during diagnostic Nuclear Medicine procedures especially in child bearing Greek women

Socrates El-Mantani Ordoulides, Maria Siabanopoulou

Medical uses of radiation have grown rapidly over the past decade in Hellas. A part of these may concern Diagnostic Nuclear Medicine procedures implemented in pregnant patients. The potential detriment from ionizing radiation to embryo/fetus is related to the fetal dose and the stage of pregnancy at which exposure occurs. The purpose of this review is to inform about the risk from radiation to the embryo/fetus, to provide a data base of fetal doses in early pregnancy for nuclear medicine procedures in Hellas which are determined by National and European protocols and laws and to suggest actions that should be considered in order to optimize the diagnostic procedure keeping the fetal dose as low as reasonably achievable maintaining a good diagnostic result for the pregnant. Average fetal dose for most nuclear medicine procedures in Hellas varies between 0,3 and 18mGy doses which can not justify the termination of pregnancy.