

Η δοσιμετρία στη σπινθηρομαστογραφία με τα ραδιοφάρμακα ^{99m}Tc -MIBI, ^{99m}Tc -Tetrofosmin, ^{99m}Tc -(V)DMSA και το $^{201}\text{TlCl}$ και η σύγκριση με την ακτινολογική μαστογραφία

Μαρία Λύρα, Ιωάννης Βαμβακάς

Α' Εργαστήριο Ακτινολογίας Μονάδα Ακτινοφυσικής, Πανεπιστημίου Αθηνών, Αρεταίειο Νοσοκομείο
 Μαρία Λύρα Γεωργοσοπούλου, Αναπληρώτρια καθηγήτρια, Ακτινοφυσικός Ιατρικής
 Πολυτεχνείου 3, Άλιμος, ΤΚ 17455, Τηλ.210-7286243, Κινητό 6945 102031, E-mail: mlyra@med.uoa.gr

Hell J Nucl Med 2009;12(2): 184-186 • Δημοσιεύτηκε στο Διαδίκτυο στις 27 Ιουλίου 2009

Περίληψη

Ο συμπληρωματικός ρόλος της σπινθηρομαστογραφίας (ΣΜ) στις κλασσικές τεχνικές διάγνωσης του καρκίνου του μαστού έχει αναφερθεί πολλές φορές στην κλινική έρευνα. Θεωρούμε ότι η ΣΜ αποτελεί εν δυνάμει συμπληρωματική διαγνωστική μέθοδο της μαστογραφίας για τον έλεγχο των μαστών σε υποψία κακοήθειας. Έτσι είναι απαραίτητη η δοσιμετρική σύγκριση των δύο διαγνωστικών εξετάσεων. Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η σύγκριση της απορροφούμενης δόσης κατά την σπινθηρομαστογραφία με αυτή της μαστογραφίας. Για την εκτίμηση των απορροφούμενων δόσεων στην σπινθηρομαστογραφία χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές υπολογισμού εσωτερικής δοσιμετρίας της medical internal radiation dose (MIRD), και ο υπολογισμός της εξατομικευμένης δόσης μέσω σπινθηρογραφικής εικόνας με την χρήση του προγράμματος MIRDOSE3. Από τα εξαγόμενα συμπεράσματα προκύπτει ότι οι απορροφούμενες δόσεις από το μαστό για τις ενώσεις του ραδιενεργού τεχνητίου- ^{99m}Tc : πεντασθενές σουλφονικό οξύ (^{99m}Tc -V-DMSA), μεθοξυισοβουτυλικό νιτρίλιο (^{99m}Tc -MIBI) και τετροφωσμίνη (^{99m}Tc -Tetrofosmin), στις συνήθως χρησιμοποιούμενες διαγνωστικές δόσεις, δίνουν ως δόσεις απορρόφησης: 1,28mGy, 1,57mGy και 1,92mGy αντίστοιχα. Η δόση απορρόφησης από την ίδια εξέταση αλλά με το ραδιενεργό χλωριούχο θάλλιο-201 ($^{201}\text{TlCl}$), είναι 4,52mGy. Κατά την εξέταση της ακτινογραφικής μαστογραφίας για 2 προβολές ανά μαστό, η αντίστοιχη μέση αδενική δόση (mean glandular dose, MGD) φθάνει τα 4,5mGy και αυξάνει σημαντικά σε περιπτώσεις πυκνών ή μεγάλων μαστών. Για μια εξέταση ποιότητας στον προληπτικό έλεγχο για τη διάγνωση του καρκίνου του μαστού με ακτινογραφική μαστογραφία, η Ευρωπαϊκή οδηγία (2006, 4^η έκδοση) συνιστά η αδενική δόση απορρόφησης ανά μαστό να είναι μικρότερη από 2,0mGy και για πάχος συμπίεσμένου μαστού 4,5cm να είναι μικρότερη από 2,5mGy ανά ακτινογραφική λήψη. Η τήρηση των κανόνων ακτινοπροστασίας του ασθενούς και της ορθής λήψης σε πολλά ακτινολογικά εργαστήρια μειώνει την αδενική δόση μέχρι και 1,4mGy ανά λήψη και πάντα σε σχέση με το πάχος και την σύσταση του μαστού. Η απορροφούμενη δόση στο μαστό από τη σπινθηρομαστογραφία με τις αντίστοιχες ενώσεις του ^{99m}Tc είναι μικρότερη αυτής της μαστογραφίας πλέον του ημίσεως για τον πάσχοντα μαστό και ακόμη μικρότερη για τον άλλο μαστό. Η ακτινική επιβάρυνση της σπινθηρομαστογραφίας είναι πολλές φορές μικρότερη και από άλλες ακτινολογικές εξετάσεις όπως η ακτινογραφία της σφαιρικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης ή πυελογραφία. *Συμπερασματικά* η σπινθηρομαστογραφία είναι διαγνωστική μέθοδος με χαμηλή επιβάρυνση ακτινοβολίας και επειδή όπως είναι γνωστό έχει υψηλή ειδικότητα, θα μπορούσε να αποτελέσει μέρος του προληπτικού ελέγχου (screening) του γυναικείου

πληθυσμού, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πυκνών μαστών ή μαστών μετά από χειρουργική επέμβαση, ή ακόμη μαστών με εμφυτεύματα, μειώνοντας πολλές φορές και τις διερευνητικές βιοψίες.

Λέξεις Ευρετηρίου: Σπινθηρομαστογράφιση μαστού – Δοσιμετρία μαστού – Σύγκριση δοσιμετρίας μαστογραφίας – Ραδιοφάρμακα ^{99m}Tc και ^{201}Tl για σπινθηρογράφημα μαστού

Εισαγωγή

Η σύγχρονη κλινική προσέγγιση των ογκολογικών παθήσεων του μαστού απαιτεί συνδυασμένη χρήση απεικονιστικών μεθόδων πέραν από την κλασσική ή ψηφιακή μαστογραφία, στη βάση μορφολογικών και λειτουργικών πληροφοριών [1]. Πολλές πληροφορίες για την εκτίμηση ή και τη σταδιοποίηση των κακοήθων όγκων του μαστού εξάγονται από τη σπινθηρομαστογραφία, το υπερηχογράφημα μαστού, τη μαγνητική απεικόνιση συντονισμού (MRI) μαστού [2, 3] ή την ακτινολογική τομομαστογραφία [4]. Νέες απεικονιστικές τεχνικές ελαστογραφίας όπως είναι οι: ultrasound elastography (USE) και magnetic resonance elastography (MRE) έχουν δοκιμαστεί επίσης σε κλινικές εφαρμογές ανίχνευσης του καρκίνου του μαστού [5-7].

Η σπινθηρομαστογραφία σε σχέση με τις κλασσικές τεχνικές διάγνωσης του καρκίνου του μαστού είναι πλέον μια πολύ καλή εναλλακτική επιλογή για κάποιες κατηγορίες εξεταζόμενων [8-9]. Η σπινθηρομαστογραφία επεκτείνει τη χρήση της Πυρηνικής Ιατρικής σε ομάδα ασθενών και όργανο εξέτασης που δεν είχε μέχρι πρόσφατα ευρεία κλινική εφαρμογή. Η σημαντική διαφορά της απεικόνισης με ραδιοφάρμακα (ρφ) έναντι των μορφολογικών απεικονιστικών μεθόδων είναι ότι με την τομογραφία εκπομπής ενός φωτονίου (SPET) ή την ποζιτρονική τομογραφία εκπομπής (PET) απεικονίζεται η λειτουργία ή και ο μεταβολισμός του υπό έλεγχο οργάνου και όχι η διαφοροποίηση κάποιων φυσικών χαρακτηριστικών του υλικού του οργάνου [10-12].

Στόχος της σπινθηρομαστογραφίας είναι η μη επεμβατική διαφοροποίηση καλοήθων από κακοήθεις μάζες του μαστού [8-12, 13]. Σε αδιευκρίνιστες ψηλαφητές μάζες του μαστού η σπινθηρομαστογραφία βοηθά στη μείωση των άσκοπων βιοψιών αφού η ειδικότητα της μεθόδου είναι υψηλή [10,

12]. Αναφέρεται ότι από στις 4-6 ύποπτες για πιθανή βλάβη, μαστογραφίες, η βιοψία αποδεικνύει μόνο μία από αυτές ως θετική για κακοήθεια [14]. Στις περιπτώσεις αυτές οι περισσότερες βιοψίες θα ήταν περιττές εφόσον η θετική ή αρνητική διάγνωση της κακοήθειας θα μπορούσε να γίνει με τη σπινθηρομαστογραφία [14-16, 17]. Δεδομένου επίσης του οικονομικού κόστους και της υψηλής ψυχολογικής πίεσης μιας βιοψίας ή και μιας μη απαραίτητης χειρουργικής επέμβασης, η μείωση του αριθμού των βιοψιών, μέσω της σχετικά απλής σπινθηρομαστογραφίας είναι σημαντική. Η σπινθηρομαστογραφία ενδείκνυται και στις περιπτώσεις μη διαγνωστικής ακτινογραφικής μαστογραφίας π.χ. όταν υπάρχουν πυκνοί μαστοί ή ουλές ή προθέματα μαστού ή όταν εκτιμάται η απόκριση στην προεγχειρητική χημειοθεραπεία [18-20].

Μέθοδος

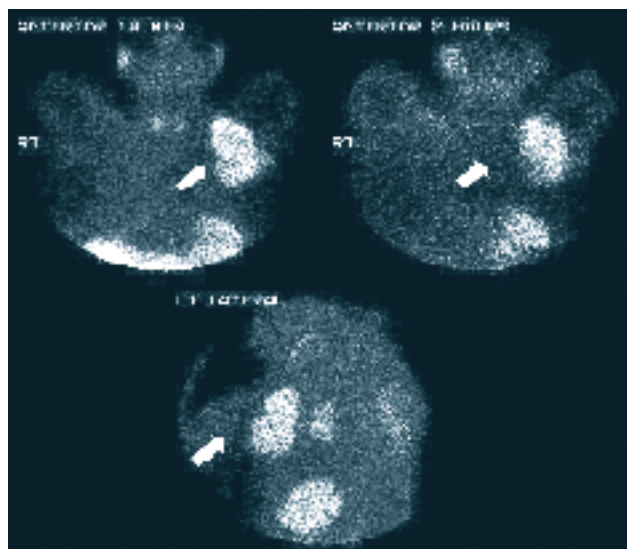
Όπως για κάθε σπινθηρογραφική τεχνική, έτσι και κατά τη σπινθηρομαστογραφία είναι πολύ σημαντικό να θεωρήσουμε τα δοσιμετρικά χαρακτηριστικά της μεθόδου, να υπολογίσουμε τις απορροφούμενες δόσεις σε κρίσιμα και ακτινευαίσθητα όργανα του σώματος αλλά και να συγκρίνουμε την επιβάρυνση από την σπινθηρομαστογραφία με αυτήν της κλασσικής ακτινολογικής μαστογραφίας. Για τους εξεταζόμενους με ιοντίζουσες ακτινοβολίες δεν υπάρχει ανώτατο όριο δόσης αφού το άτομο που δέχεται τη δόση της ακτινοβολίας είναι συνήθως και αυτό που άμεσα δέχεται και τα οφέλη από την έκθεση αυτή. Η ανάλυση της ακτινικής επιβάρυνσης στις εξετάσεις Πυρηνικής Ιατρικής, με τον εξεταζόμενο πηγή και στόχο, γίνεται σε διαφορετική θεώρηση από άλλες εκθέσεις σε ιοντίζουσα ακτινοβολία [20-23].

Στη σπινθηρομαστογραφία, απεικονίζονται με μεγάλη ειδικότητα και ευαισθησία λειτουργικοί όγκοι του μαστού με διάμετρο >1cm (Εικ. 1) [14, 15]. Στην ανίχνευση μικρών όγκων του μαστού με διάμετρο <1cm, η τομογραφική σπινθηρομαστογραφία με τη γ-camera SPET (Εικ. 2), βελτιώνει με ειδικά φίλτρα την ευαισθησία της μεθόδου σε σχέση με τις προβολικές σπινθηρογραφικές εικόνες χωρίς ωστόσο να βελτιώνει την ειδικότητα [18, 24].

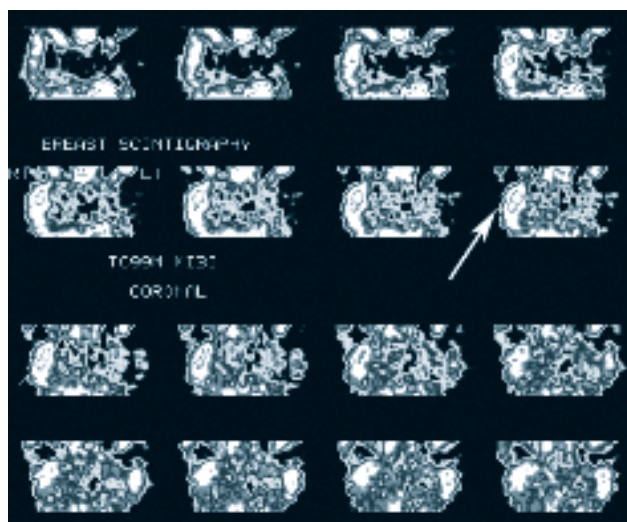
Άλλες βιολογικές και τεχνικές θεωρήσεις για τη βελτιστοποίηση της σπινθηρογραφικής εικόνας είναι οι εξής : α) Η εύρεση ενός ρφ ειδικά για τη σπινθηρογραφική απεικόνιση του μαστού. β) Η χρήση συστήματος συγκράτησης του μαστού που θα ακινητοποιεί το μαστό για καλύτερη απεικόνιση. γ) Ο ακριβής καθορισμός της χορηγούμενης δόσης του ρφ και των παραμέτρων απεικόνισης σε εξατομικευμένη βάση και δ) Η σημαντική μείωση της διάχυτης πρόσληψης του ρφ στους μαστούς [8, 14-16].

Υπολογισμοί των δόσεων

Υπολογίστηκαν οι απορροφούμενες δόσεις ανά όργανο για σπινθηρογραφήματα μαστού που έγιναν με ρφ σπινθηρομαστογραφίας επισημασμένα με technetium-99m (^{99m}Tc). Για τον υπολογισμό των απορροφούμενων δόσεων χρησιμοποιήθηκαν σπινθηρογραφικά δεδομένα για τον καθορισμό του ενεργού χρόνου για κάθε ασθενή, οι πίνακες MIRD [21] και το λογι-



Εικόνα 1. Σπινθηρομαστογραφία με ^{99m}Tc -Tetrofosmin. Πρόσθιες και αριστερή πλάγια προβολικές εικόνες δείχνουν εκτεταμένη βλάβη στον αριστερό μαστό χωρίς ενδείξεις διήθησης λεμφαδένων (Δική μας περίπτωση).



Εικόνα 2. Σπινθηρομαστογραφία SPET με ^{99m}Tc-MIBI. Ανάδειξη βλάβης του δεξιού μαστού (Δική μας περίπτωση).

σμικό του Radiation Internal Dose Information Center (RIDIC) του Πανεπιστημίου του Oak Ridge [22]. Τα αποτελέσματα των μετρήσεών μας αξιολογήθηκαν στις δημοσιεύσεις της Διεθνούς Επιτροπής Ακτινοπροστασίας (ICRP) Publication 80 και Publication 103 [23, 25] και καταγράφονται στα επόμενα διαγράμματα. Έγιναν μετρήσεις από εμάς σε 33 γυναίκες, που προσήλθαν για σπινθηρογράφημα μαστού. Σε 6 από αυτές χρησιμοποιήθηκε το ^{99m}Tc-methoxy-iso-butyl-isonitrile (^{99m}Tc-MIBI), σε 14 το ^{99m}Tc-tetrofosmin (^{99m}Tc-TF), σε 5 το ^{99m}Tc-V-dimercaptosuccinic acid (^{99m}Tc(V)DMSA) και σε 8 χρησιμοποιήθηκε το χλωριούχο θάλλιο-201 (²⁰¹TlCl). Οι υπολογισμοί έγιναν με την χρήση των πρόσθιων και οπίσθιων προβολικών εικόνων με τομογραφική γ-camera τύπου STARCAM 4000 του οίκου General Electric. Οι αρχικά χορηγούμενες ενεργότητες ήταν 555MBq για το ^{99m}Tc-MIBI, 555MBq για το ^{99m}Tc-

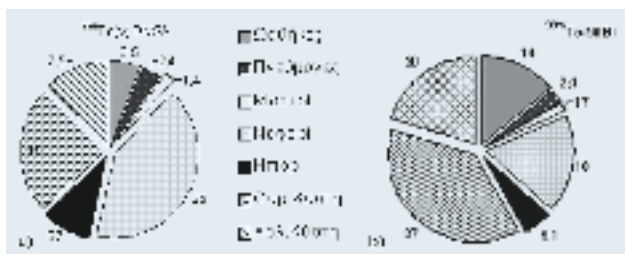
TF, 185MBq για το ^{99m}Tc(V)DMSA και 111MBq για το ²⁰¹TlCl.

Όσον αφορά τα ρφ ^{99m}Tc-MIBI και ^{99m}Tc-TF οι απορροφούμενες δόσεις ανά όργανο είναι περίπου της αυτής τάξεως. Οι δόσεις για σπινθηρογραφήματα με ^{99m}Tc(V)DMSA είναι γενικότερα μειωμένες, ενώ η απορροφούμενη δόση στους νεφρούς είναι αρκετά μεγαλύτερη έναντι των άλλων ραδιοφαρμάκων (Σχ. 1). Με ^{99m}Tc-MIBI και ^{99m}Tc-TF οι δόσεις στην ουροδόχο κύστη, τη χοληδόχο κύστη και τις ωθήκες είναι μεγαλύτερες απ' ότι στο σπινθηρογράφημα με ^{99m}Tc(V)DMSA. Οι απορροφούμενες δόσεις στους μαστούς, τους πνεύμονες και το ήπαρ και για τα τρία ως άνω ρφ είναι χαμηλές περίπου της αυτής τάξεως. Σημειώνεται ότι, στη σπινθηρομαστογραφία με εξειδικευμένη γ-camera με κρύσταλλο cadmium zinc telluride (CZT) οι αλλαγές της ενεργειακής διακριτικής ικανότητας της γ-camera SPET κατά την απεικόνιση έχουν πολύ μικρή επίπτωση στην αντίθεση για την καλύτερη απεικόνιση του όγκου [24]. Συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρύτερο ενεργειακό παράθυρο (±10%) ώστε η εξέταση να γίνει συντομότερη και περισσότερο άνετη. Η τεχνική αυτή μπορεί να οδηγήσει σε επιπλέον μείωση της χορηγούμενης ραδιενέργειας και επομένως σε μείωση της επιβάρυνσης στην ασθενή, κατά τη σπινθηρομαστογραφία.

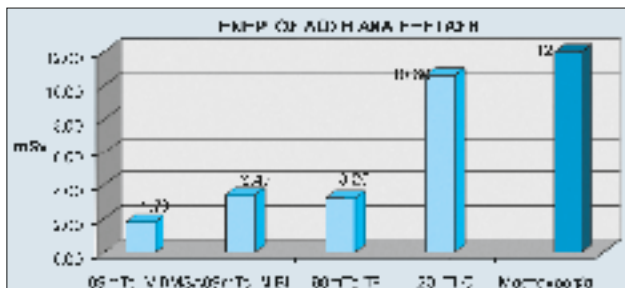
Δοσιμετρική σύγκριση της σπινθηρομαστογραφίας και της ακτινολογικής μαστογραφίας

Κατά την ακτινολογική μαστογραφία γίνεται χρήση εξωτερικής πηγής ακτινοβολίας και οι μετρήσεις των δόσεων καταγράφονται σε ομοιώματα και in vivo στις ασθενείς [26-29]. Στη σπινθηρομαστογραφία το ρφ εντός του οργανισμού αποτελεί εσωτερική πηγή ακτινοβολίας και για τις σχετικές υπολογιστικές μεθόδους χρησιμοποιούνται μαθηματικά πρότυπα [23, 25]. Η ακτινική επιβάρυνση στη μαστογραφία εκτιμάται με τη μέση αδενική δόση-mean glandular dose(MGD). Η MGD στο μαστό κατά τη μαστογραφία εξαρτάται από το μέγεθος του μαστού, τη σύσταση αυτού, την επιλογή της τάσης (kV), το στόχο και το φίλτρο του μαστογράφου και από τον αριθμό των ληφθεισών ακτινογραφιών [28]. Η MGD ανά έκθεση υπολογίζεται σε 2,36mGy στην πλάγια λήψη και σε 1,86mGy στην πρόσθια λήψη. Επομένως, για δύο λήψεις ανά εξέταση και για κάθε μαστό, η μέση απορροφούμενη δόση φθάνει τα 4,5mGy [27]. Γυναίκες με σχετικά παχείς μαστούς αποτελούν ομάδα υψηλής δόσης και η απορροφούμενη δόση στις περιπτώσεις αυτές σε εξετάσεις ρουτίνας φθάνει τα 22mGy ανά μαστό [27]. Στη σύγκριση των ενεργών δόσεων σε mSv αφενός μεν των εξετάσεων σπινθηρομαστογραφίας με ^{99m}Tc-MIBI, ^{99m}Tc-TF, ^{99m}Tc(V)DMSA και αφετέρου με ²⁰¹TlCl και με την ακτινολογική μαστογραφία παρουσιάζεται σημαντικά μειωμένη επιβάρυνση από τη σπινθηρομαστογραφία με ραδιοφάρμακα επισημασμένα με ^{99m}Tc έναντι της ακτινικής επιβάρυνσης της σπινθηρομαστογραφίας με ²⁰¹TlCl ή της ακτινολογικής μαστογραφίας (Σχ. 2).

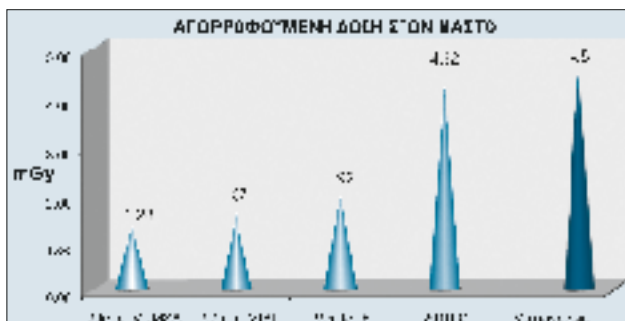
Αντίστοιχα μπορούμε να παρατηρήσουμε (Σχ. 3), ότι οι απορροφούμενες από το μαστό δόσεις είναι σημαντικά μικρότερες για σπινθηρογραφική εξέταση με τις ενώσεις του ^{99m}Tc: 1,28 για το (V) DMSA, 1,57 για το MIBI και 1,92 για το TF σε mGy, από τις δόσεις κατά το σπινθηρογράφημα με ²⁰¹TlCl (4,52mGy)



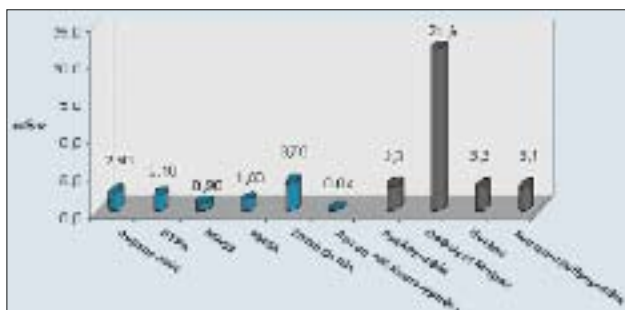
Σχίμα 1. Εκτιμήσεις και σύγκριση των απορροφούμενων δόσεων κατά τη σπινθηρομαστογραφία με α) ^{99m}Tc(V)DMSA και β) ^{99m}Tc-MIBI σε διάφορα όργανα σε mGy/MBq x10⁻³ (Δικές μας μετρήσεις).



Σχίμα 2. Σύγκριση των ενεργών δόσεων σε mSv κατά τη σπινθηρομαστογραφία και τη μαστογραφία (Δικές μας μετρήσεις).



Σχίμα 3. Σύγκριση απορροφούμενων δόσεων στο μαστό σε mGy (Δικές μας μετρήσεις).



Σχίμα 4. Σύγκριση σπινθηρομαστογραφιών και ακτινογραφιών μαστού σε μέση νεαρή γυναίκα -ενεργή δόση σε mSv- (Δικές μας μετρήσεις).

ή από την εξέταση της ακτινολογικής μαστογραφίας, μία προβολική και μία πλάγια λήψη ανά μαστό (4,5mGy) [27, 28]. Η τήρηση των κανόνων ακτινοπροστασίας της ασθενούς και της ορθής λήψης σε πολλά ακτινολογικά εργαστήρια μειώνει την αδενική δόση μέχρι και 1,4mGy ανά λήψη και πάντα σε σχέση με το πάχος και την σύσταση του μαστού [29, 30].

Αφού τα σωματικά χαρακτηριστικά της γυναίκας είναι ιδιαίτερα, η σύγκριση των ενεργών δόσεων μεταξύ σπινθηρογραφημάτων και των ακτινογραφιών σε διάφορα όργανα του σώματος παρουσιάζει ενδιαφέρον (Σχ. 4). Το μέσο επίπεδο των ενεργών δόσεων στα σπινθηρογραφήματα είναι πολύ χαμηλότερο από αυτό των ακτινογραφιών. Σε εξειδικευμένες εξετάσεις Πυρηνικής Ιατρικής, όπως η άμεση ραδιοϊσοτοπική κυστεογραφία ή η δυναμική μελέτη νεφρών με ^{99m}Tc -mercaptyl acetyl triglycine (MAG3), οι τιμές των δόσεων υπολογίζονται ιδιαίτερα μικρές.

Συζήτηση

Οι διαγνωστικές πληροφορίες που μπορεί να δώσει η σπινθηρομαστογραφία είναι σημαντικές για τον τομέα της διάγνωσης του καρκίνου του μαστού. Για πρώτη φορά γίνεται εφαρμογή όλων των πλεονεκτημάτων της λειτουργικής απεικόνισης των εξετάσεων της Πυρηνικής Ιατρικής, στην εξέταση των μαστών, για κακοήθεια. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου και τα οφέλη των εξεταζόμενων γυναικών είναι πολύ σημαντικά ώστε ωθούν προς την ευρύτερη χρήση της σπινθηρομαστογραφίας συμπληρωματικά ως προς την ακτινολογική μαστογραφία [31-33], για την αποτελεσματικότερη διάγνωση του καρκίνου του μαστού. Η σπινθηρομαστογραφία είναι μέθοδος απλή στην εφαρμογή της και η ανάπτυξη των νέων συστημάτων σπινθηρομαστογραφίας με γ -camera με κρύσταλλο CZT αυξάνει τη δυναμική της σπινθηρομαστογραφίας ως συμπληρωματικής μεθόδου προς τη μαστογραφία [34, 35]. Όσον αφορά την ακτινική επιβάρυνση της εξεταζόμενης γυναίκας κατά τη σπινθηρομαστογραφία, αυτή είναι αρκετά μικρότερη τόσο από την αντίστοιχη επιβάρυνση της μαστογραφίας όσο και από άλλες συχνά χρησιμοποιούμενες εξετάσεις όπως είναι η απλή ακτινογραφία της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης. Η ενεργός δόση από τη σπινθηρομαστογραφία είναι σημαντικά μικρότερη από την ενεργό δόση της ακτινολογικής μαστογραφίας. Επίσης η μέθοδος είναι ανώδυνη, μη επεμβατική και πολύ εύκολα ανεκτή από την πλειονότητα των γυναικών. Η συνδυασμένη εφαρμογή μαστογραφίας-σπινθηρομαστογραφίας απαλλάσσει πολλές γυναίκες από την τραυματική εμπειρία της βιοψίας με λεπτή βελόνη. Όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα θα μπορούσαν να καθιερώσουν την σπινθηρομαστογραφία ως σύγχρονη μέθοδο στην ανίχνευση του καρκίνου του μαστού και στην παρακολούθηση της απόκρισης στη θεραπεία [32, 36-38] με την ευρύτερη χρήση συνδυασμένου πρωτόκολλου σπινθηρομαστογραφίας-ακτινολογικής μαστογραφίας.

Βιβλιογραφία

- Heywang-Kobrunner SH, Dershaw DD, Scheer I. *Diagnostic Breast Imaging*, 2nd edn. Thieme Stuttgart, 2001; 42-64.
- Dekan SV, Serebryakova T, Demshina GE et al. Breast MRI and breast SPECT: Are they alternative or mutually complementary to each other? *ECR* 2008; 355-366.
- Sommer H, Pechmann M, Moser R et al. Comparison of Technetium-99m-Sestamibi Scintimammography with Contrast-Enhanced MRI for Diagnosis of Breast Lesions Tiling. *J Nucl Med* 1997; 38: 58-62.
- Andersson I, Ikeda DM, Zackrisson S et al. Breast tomosynthesis and

- digital mammography: a comparison of breast cancer visibility and BIRADS classification in a population of cancers with subtle mammographic findings. *Eur Radiol* 2008; 18: 2817-2825.
- Egorov V, Sarvazyan AP. Mechanical Imaging of the Breast, *IEEE Transact Med Imag*, 2008; 27(9): 1275-1287.
- Itoh A, Vemo E, Tochno E et al. Breast Disease: clinical Application of US Elastography for diagnosis. *Radiology* 2006; 2: 239-341.
- Regner DM, Hesley GK, Hangiandreou NJ et al. Breast lesions: evaluation with US strain imaging-clinical experience of multiple observers. *Radiology* 2006; 238: 425-437.
- Scillaci O, Buscombe JR. Breast Scintigraphy today: indications and limitations. *Eur J Nucl Med* 2004; 31: 35-46.
- Hussain R, Buscombe JR. A meta-analysis of scintimammography: an evidence-based approach to its clinical utility. *Review Nucl Med Comm* 2006; 27(7): 589-594.
- Brem RF, Ioffe M, Rapelyea JA et al. Invasive lobular carcinoma: Detection with mammography, sonography, MRI, and breast specific Gamma Imaging. *AJR* 2009; 192: 379-383.
- Hruska CB, Phillips SW, Whaley DH et al. Molecular Breast imaging: Use of a dual head dedicated Gamma Camera to detect small Breast tumors. *AJR* 2008; 191: 1805-1815.
- Grammaticos PC. Evaluation of nuclear medicine tests for the diagnosis of breast carcinoma. *Nucl Med Rev* 2002; 5(2): 165-170.
- Pechlivanidis G, Papadimitriou A, Neonakis E et al. The significance of mammography with ^{99m}Tc -tetrofosmin in the diagnosis of doubtful cases of breast cancer. *Hell J Nucl Med* 2002; 5: 16-20.
- Cutrone JA, Shane Yospur L, Khalkhali I et al. Immunohistologic assessment of Tc-99m-MIBI uptake in benign and malignant breast lesions. *J Nucl Med* 1998; 39: 449-453.
- Del Vecchio S, Ciarmiello A, Pace L et al. Fractional retention of technetium-99m-sestamibi as an index of p-glycoprotein expression in untreated breast cancer patients. *J Nucl Med* 1997; 38: 1348-1351.
- Chen SL, Yin YQ, Chen JX et al. The usefulness of Tc99m MIBI scintimammography in diagnosis of breast cancer: Using surgical histopathologic diagnosis as the gold standard. *Intern J Canc Res Treatm* 1997; 17(3B): 1695-1698.
- Bandurski T, Scokowski J, Dzertzanowski J et al. Scintimammography and other related modalities. *Hell J Nucl Med* 2001; 4: 34-38.
- Schillaci O. Is There a Clinical Role for Scintimammography in Breast Cancer Diagnosis? *J Nucl Med* 2005; 46: 1571-1573.
- Bombardieri E, Aktolun C, Baum RP et al. Breast Scintigraphy-Procedure Guidelines for Tumor Imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003;30(12):107-114.
- Lyra M, Skouroliaou C, Lyra S et al. *Breast imaging by ^{99m}Tc MIBI scintigraphy: Diagnostic evaluation and Dosimetric consideration: Where we stand with breast cancer research, The state of the art in 1999*. Agnantis N & Tsiftsis D ed, Athens 1999: 41-48.
- MIRD Pamphlet No.17. The dosimetry of nonuniform activity distributions-Radionuclide S-values at the voxel level. *J Nucl Med* 1999; 40: 115-365.
- Toohey RE, Stabin MG. *Comparative Analysis of Dosimetry Parameters for Nuclear Medicine*. Oak Ridge Institute for Science and Education. Oak Ridge, 2000; 532-547.
- ICRP Publication 80: *Radiation Dose to patients from radiopharmaceuticals*, Addendum 2 to ICRP publication 53, International Commission on Radiological Protection 2000; 8-13.
- Hruska C, O Connor M. A Monte Carlo model for energy spectral analysis in dedicated nuclear breast imaging. *IEEE transaction of nuclear science* 2008; 55: 494-500.
- ICRP Publication 103: *Recommendations of the ICRP, effective dose in medical exposures*. International Commission on Radiological Protection 2008; 35-36.
- Perry N, Broeders M, de Wolf C et al. eds. *European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis*, European Communities, 4th edn Luxembourg 2006; 61-119.
- Young C, Faulkner K, Wall B, Muirhead C. *Review of Radiation Risk in Breast screening*, NHSBSP Publication No54, London 2003; 5-17.

28. Dance DR, Skinner CL, Young KC et al. Additional Factors for the estimation of Mean Glandular breast dose. *Phys Med Biol* 2000; **45**: 3225-3240.
29. Tsapaki V, Tsalafoutas IA, Poga V et al. Investigation of breast dose in five screening mammography centres in Greece. *J Radiol Prot* 2008; **28**: 337-346.
30. Verdun FR, Moeckli R, Valley JF et al. Image quality and dose levels in mammography. *Brit J Radiol* 1996; **69**: 760-768.
31. Iraniha S, Khalkhali I, Cutrone JA et al. Breast Cancer Imaging: Can ^{99m}Tc- Sestamibi Scintimammography Fit In? *Medscape Women's Health* 1997; **2**: 22-30.
32. Al-Kayalani H, Kaplan NM, Smadi A. Scintimammography with Technetium-99m methoxyisobutylisonitrile versus X-ray mammography in the evaluation of breast masses. *J Roy Soc Med* 2003; **10**(2): 18-23.
33. Dedousi E, Dokmetzioglou I, Kalutsi B et al. Scintimammography by ^{99m}Tc-sestamibi-Indications for a benign lesion. *Hell J Nucl Med* 1998; **1**: 16-18.
34. Rhodes DJ, O'Connor MK, Phillips SW, et al. Molecular breast imaging: a new technique using technetium ^{99m}Tc-scintimammography to detect small tumours of the breast. *Mayo Clin Proc* 2005; **80**: 24-30.
35. Hruska CB, Phillips SW, Whaley DH et al. Molecular Breast Imaging: Use of a Dual-Head Dedicated Gamma Camera to Detect Small Breast Tumours. *AJR* 2008; **191**:1805-1815
36. Brem Rachel F. The Future of Breast Cancer Diagnosis: Molecular Breast Imaging. *Mayo Clin Proc* 2005; **80**(1): 17-18.
37. Lee Jean H, Rosen Eric L, Mankoff David A. The Role of Radiotracer Imaging in the Diagnosis and Management of Patients with Breast Cancer: Part 1, Overview, Detection and Staging. *J Nucl Med* 2009; **50**: 569-581.
38. Lee Jean H, Rosen Eric L, Mankoff David A. The Role of Radiotracer Imaging in the Diagnosis and Management of Patients with Breast Cancer: Part 2, Response to Therapy, Other Indications and Future Directions. *J Nucl Med* 2009; **50**: 738-748.



Editorial

**Dosimetry in scintimammography
by ^{99m}Tc-MIBI, ^{99m}Tc-Tetrofosmin,
^{99m}Tc-(V)DMSA and ²⁰¹TlCl
compared with X-rays mammography**

Maria Lyra, Ioannis Vamvakas

Abstract

Scintimammography is sometimes referred as a complementary diagnostic method to X-rays mammography and is the optimum examination for some patients to check suspected breast tumors. A

dosimetric comparison of these diagnostic examinations is important. Estimation of the absorbed dose was achieved by calculations of internal dosimetry by Medical Internal Radiation Dose (MIRD) models and by calculations from the patients' scintigraphic images data using the MIRDOSE 3 program. The aim of this work was to compare the absorbed dose in scintimammography to that of X-rays mammography. Our results showed, that the breast absorbed dose by scintimammography examination using technetium-99m (^{99m}Tc) complexes, 1.28mGy for ^{99m}Tc (V)-DMSA, 1.57mGy for ^{99m}Tc-MIBI and 1.92mGy for ^{99m}Tc-tetrofosmin, is considerably lower than the absorbed dose by scintimammography with thallium-201 chloride (²⁰¹Tl-Cl) which reaches the 4.52mGy, or the absorbed dose by X-rays mammography. The absorbed mean glandular dose (MGD) for breast by X-rays mammography, taking 2 projections per breast, may reach 4.5mGy and is much higher for dense or large breasts. The European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis (2006, 4th edition) include a desirable level of less than 2.0mGy and an acceptable level of less than 2.5mGy for MGD for pressed breast thickness 4.5cm, per projection. In many radiology laboratories, specific care for every patient's radiation protection rules may reduce the MGD up to 1.4mGy per projection. Breast absorbed MGD in scintimammography by ^{99m}Tc-complexes mentioned above is reduced to more than half the above mentioned values for the examined breast and significantly lower than these levels for the not-examined breast. The radiation burden during scintimammography is also, many times lower than that of other radiology examinations including, lumbar spine radiography and pyelography. *In conclusion*, scintimammography is a low dose diagnostic method, and having also a high sensitivity, may be used as a complementary screening test in cases of dense breasts or breasts after surgery or breasts with prostheses, decreasing the necessity for breast biopsies.

Hell J Nucl Med 2009; **12**(2): 184-188

Published on line: 27 July 2009

Keywords: Scintimammography – Breast dosimetry – X-rays mammography comparison – ^{99m}Tc-compounds for scintimammography

Correspondence address:

Associate Professor Maria Lyra,
A' Radiology Department, University of Athens, Aretaieio Hospital
76 Vasilissis Sophias Ave, Athens, PC. 11528 Greece (Hellas),
Email: mlyra@med.uoa.gr

