**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΙΑΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**

**ΚΛΙΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: Π. Ι. ΒΑΣΙΛΑΚΟΣ**

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΠΑΤΡΑΣ

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ
ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ
ΑΠΛΟΥ ΦΩΤΟΝΙΟΥ
(SPECT)
ΣΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ
ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ**

**ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Π. ΧΟΝΔΡΟΜΑΡΑΣ
ΠΥΡΗΝΙΚΟΣ ΙΑΤΡΟΣ
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΛΙΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΓΕΝΙΚΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ 'Ο ΑΓΙΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ'**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΑΤΡΑ 2003

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Παύλος Βασιλάκος: Επιβλέπων Καθηγητής, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, Αναπληρωτής Καθηγητής Πυρηνικής Ιατρικής Πανεπιστημίου Πάτρας

Δημήτριος Σιαμπλής: Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, Αναπληρωτής Καθηγητής Ακτινολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας

Κωνσταντίνος Χρυσανθόπουλος: Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, Επίκουρος Καθηγητής Παθολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Παύλος Βασιλάκος: Επιβλέπων Καθηγητής, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, Αναπληρωτής Καθηγητής Πυρηνικής Ιατρικής Πανεπιστημίου Πάτρας

Ανδρέας Αντωνόπουλος: Μέλος Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής, Καθηγητής Παθολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας

Απόστολος Βαγενάκης: Μέλος Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής, Καθηγητής Παθολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας

Ηλίας Λαμπίρης: Μέλος Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής, Καθηγητής Ορθοπαιδικής Πανεπιστημίου Πάτρας

Δημήτριος Σιαμπλής: Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, Αναπληρωτής Καθηγητής Ακτινολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας

Θεόδωρος Πέτσας: Μέλος Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής, Επίκουρος Καθηγητής Ακτινολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας

Κωνσταντίνος Χρυσανθόπουλος: Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής,
Επίκουρος Καθηγητής Παθολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας

*Αφιερώνεται,
στο πρόσωπο που με έμαθε
ότι αυτό που πραγματικά σου ανήκει είναι αυτό που χαρίζεις,
στη μητέρα μου.*

Αφιερώνεται

στον Πάυλο.

Αφιερώνεται

στο Γιώργο, τη Ζωζώ, το Γιάννη και τον Μπάμπη.

Αφιερώνεται

στον Τάσο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	8
 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
A.	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
B. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ.....	15
1. Μακροσκοπική εικόνα.....	15
2. Μικροσκοπική εικόνα.....	15
3. Οστικά κύτταρα.....	16
Γ. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ.....	18
1. Συστατικά ανθρώπινων οστών.....	18
2. Κρυσταλλική και άμορφη φάση των οστών.....	18
3. Περιεκτικότητα των οστών σε ιόντα.....	19
Δ. ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΟΣΤΩΝ.....	20
Ε. ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ.....	21
ΣΤ. ΟΣΤΕΟΦΙΛΑ ΦΑΡΜΑΚΑ.....	22
Ζ. ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΟΣΤΕΟΦΙΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΗΜΑΣΜΕΝΟΙ ΜΕ 99m-ΤΕΧΝΗΤΙΟ.....	27
Η. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΝΕΟΤΕΡΩΝ ΟΣΤΕΟΦΙΛΩΝ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΩΝ.....	29
Θ. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ.....	32
1. Προετοιμασία του ασθενούς.....	32

2. Προφυλάξεις και αντενδείξεις.....	32
3. Φαρμακοκινητική και δοσιμετρία.....	33
I. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΟΣΤΩΝ.....	34
ΙΑ. ΣΥΝΗΘΗ ARTEFACTS ΚΑΙ ΛΑΘΗ.....	40
ΙΒ. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ.....	42
ΙΓ. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ SPECT.....	45
1. Γενικότητες.....	45
2. Χρήση οργάνων.....	46
3. Λήψη πληροφοριών.....	47
4. Παραγωγή τομογραφικών εικόνων.....	49
5. Φιλτράρισμα των εικόνων.....	49
6. Έκθεση εικόνων.....	50
7. Ποιοτικός έλεγχος του SPECT.....	51

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΙΔ. ΣΚΟΠΟΣ.....	54
ΙΕ. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΙΤΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΠΟΝΟ ΣΤΗ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗ ΣΤΗΛΗ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΥΤΩΝ.....	56
1. Βλάβες των μαλακών μορίων.....	56
2. Εκφυλιστικές νόσοι.....	56
3. Κακοήθεις νόσοι.....	57
4. Τραύμα.....	59
5. Λοιμώξεις.....	60
6. Φλεγμονώδεις –μη λοιμώδεις νόσοι.....	60
7. Νόσος Paget.....	61
ΙΣΤ. ΥΛΙΚΟ.....	62
ΙΖ. ΜΕΘΟΔΟΣ.....	66
ΙΗ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	68
1. Ανάλυση των αποτελεσμάτων.....	72
2. Σύγκριση των αποτελεσμάτων.....	74
Περίπτωση 1.....	75
Περίπτωση 2.....	77

Περίπτωση 3.....	79
Περίπτωση 4.....	81
Περίπτωση 5.....	83
Περίπτωση 6.....	85
Περίπτωση 7.....	87
Περίπτωση 8.....	88
Περίπτωση 9.....	90
Περίπτωση 10.....	91
Περίπτωση 11.....	93
Περίπτωση 12.....	95
Περίπτωση 13.....	97
3. Στατιστική εκτίμηση των αποτελεσμάτων ανά κατηγορία και φύλο.....	99
ΙΘ. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	103
1. Ανάλυση στατιστικών συμπερασμάτων.....	103
2. Συζήτηση των αποτελεσμάτων.....	104
Κ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	109
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	113
SUMMARY.....	115
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	116

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το σπινθηρογράφημα οστών αποτελεί ίσως τη μοναδική εξέταση της *in vivo* Πυρηνικής Ιατρικής -υπό τη μορφή που τη γνωρίζουμε τις τρεις τελευταίες δεκαετίες- που δεν έχει ακόμη αμφισβητηθεί υπό την έννοια ότι δεν έχει υποκατασταθεί μερικώς ή πλήρως από κάποια άλλη εξέταση ή συνδυασμό εξετάσεων. Συνεπώς αποτελεί παρακαταθήκη για το μέλλον της κλασικής Πυρηνικής Ιατρικής. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας του γεγονότος της μεγάλης ευαισθησίας και κυρίως εξαιτίας της δυνατότητας ελέγχου ολόκληρου του σκελετού με την ίδια ακτινολογική επιβάρυνση και χωρίς επιπλέον ταλαιπωρία. Ωστόσο αυτά είναι θέματα που αφορούν σ' αυτή καθαυτή την εργασία. Απλώς διατυπώνονται από μιας αρχής προκειμένου να μη δοθεί σε κανένα το δικαίωμα να αμφισβητήσει την όποια συντεχνιακή αντίληψη του εκπονητή της και μέσω αυτής της αμφισβήτησης να υπονομεύσει αυτή την ίδια την κοινωνική προσαρμοστικότητά του.

Ομολογουμένως, αποτελεί σημαντικό δείγμα προσαρμοστικότητας –έστω και καθυστερημένης- η απόφαση να πραγματοποιηθεί και να ολοκληρωθεί το παρόν εγχείρημα. Υπάρχουν, ωστόσο, επαρκείς λόγοι που οδήγησαν σ' αυτή την απόφαση, μια απόφαση που έπρεπε να υπερβεί τις ισχυρές αναστολές απέναντι σε τέτοιου είδους εγχειρήματα. Οι αναστολές αυτές είχαν –και εξακολουθούν να έχουν – ιδεολογικό χαρακτήρα με μια διττή έννοια. Αφενός θεωρώ ότι έχει υπερβεί προ

πολλού τα όρια αυτή η παραγωγή εργασιών από πολλούς γιατρούς οι οποίοι έχουν υποβαθμίσει την παροχή ιατρικών υπηρεσιών έναντι μιας κακώς νοούμενης επιστημονικής ανέλιξης - και εφόσον πρόκειται για πανεπιστημιακούς έχει καλώς. Μέσα από αυτή την δαιδαλώδη νοητική οδό, γεννήθηκε η έννοια του 'ενδιαφέροντος περιστατικού' που δυστυχώς συνειρμικά οδηγεί στην αντίθετη έννοια του 'αδιάφορου περιστατικού'. Και, φευ, τα 'ενδιαφέροντα περιστατικά' είναι τα λιγότερα και το 'ενδιαφέρον' γι' αυτά δυσανάλογα αυξημένο έναντι αυτού που επιδεικνύεται προς τα πολύ περισσότερα 'αδιάφορα' περιστατικά. Αφετέρου είναι γνωστό σε όλη την ιατρική κοινότητα το ιδιαίτερο ενδιαφέρον πολλών, περί την ιατρική κοινότητα, εταιρειών για την εκπόνηση εργασιών και η εναγώνια προσμονή συγκεκριμένων συμπερασμάτων. Ωστόσο οι αναστολές ξεπεράστηκαν από το γεγονός ότι αυτή η απόπειρα θα κρινόταν από ανθρώπους οι περισσότεροι από τους οποίους υπήρξαν καθηγητές μου και οι οποίοι εν πολλοίς με είχαν πείσει ότι ήσαν –και ευελπιστώ ότι εξακολουθούν να είναι– φορείς μιας συνεπούς και ηθικής ιατρικής δεοντολογίας. Από την άλλη ισχυρός λόγος γι' αυτή την απόπειρα υπήρξε μια ικανή επαγγελματική εμπειρία που μπόρεσε να προκαλέσει μια εποπτική ματιά πάνω στα ιατρικά δρώμενα. Εργαζόμενος επί μια 10ετία ως υπεύθυνος του εργαστηρίου Πυρηνικής Ιατρικής ενός μεγάλου νοσοκομείου και όντας ο μοναδικός γιατρός αυτού του τμήματος, δεν είχα ποτέ την πολυτέλεια διαχωρισμού των περιστατικών σε ενδιαφέροντα και αδιάφορα. Άλλωστε ποτέ δεν κατάλαβα τη διαφορά τους.

Μέσα απ' όλες αυτές τις σκέψεις –καθώς και την όχι ασήμαντη διάθεση κατοχής ενός αξιολογότατου, κατά το νομοθέτη, τυπικού προσόντος για θεσιθηρία- αποφάσισα την εκπόνηση της παρούσας διατριβής η οποία:

- ◆ Έχει αντικείμενό της τη σημαντικότερη *in vivo* εξέταση της Πυρηνικής Ιατρικής, το σπινθηρογράφημα οστών, προσπαθώντας να αναδείξει προς όφελος των ασθενών τις δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία, έτσι ώστε αυτή η αναντικατάστατη εξέταση να γίνει περισσότερο διαφωτιστική.
- ◆ Πραγματεύεται ένα ευρέος πρακτικού ενδιαφέροντος θέμα όπως είναι ο πόνος στη σπονδυλική στήλη.
- ◆ Αποσκοπεί στην εισαγωγή ενός νέου πρωτοκόλλου για τη σπινθηρογραφική μελέτη της σπονδυλικής στήλης, θέμα που ενδιαφέρει όλα τα Κλινικά Εργαστήρια Πυρηνικής Ιατρικής.
- ◆ Απέφυγε να ταλαιπωρήσει επιπλέον ανθρώπους καθώς το σύνολο των ασθενών υπήρξαν προγραμματισμένοι για σπινθηρογράφημα και απλώς

υπέστησαν μια επιπλέον χρονική ταλαιπωρία, εισπράττοντας ωστόσο άμεσα τα διαγνωστικά οφέλη που προέκυψαν.

- ♦ Δεν υπήρξε εξαρτημένη από κάποιο νέο ή ακριβό προϊόν και από καμιά εταιρεία αφού χρησιμοποιήθηκαν τα υλικά της καθ' ημέρα πράξης.

Ξεπερνώντας λοιπόν τέτοιου είδους αναστολές προφανώς δεν είναι δύσκολο να απαλλαγεί από την αναστολή να πει 'ευχαριστώ' σε ανθρώπους που υπήρξαν ηθικοί και φυσικοί αυτουργοί αυτού του πονήματος είτε η κατάληξή του είναι ευτυχής –και τότε δικαίως- είτε ατυχής, ως γενόμενοι συνένοχοι σ' αυτό.

Ευχαριστώ τον Αναπληρωτή Καθηγητή Πυρηνικής Ιατρικής κ. Παύλο Βασιλάκο για την υπομονή και τη διάθεση που επέδειξε απέναντί μου ως επιβλέπων αυτή την εργασία. Τον ευχαριστώ επίσης γιατί είναι υπεύθυνος για ένα μεγάλο μέρος των γνώσεών μου για την Πυρηνική Ιατρική και κυρίως γιατί είναι ο απολύτως υπεύθυνος για την αγάπη που έχω προς την ειδικότητα αυτή. Κυρίως όμως τον εκτιμώ για τα 'ελαττώματά' του. Είναι ένα από τα σπάνια δείγματα ανυπόκριτου και καλοπροαίρετου ανθρώπου που αποδέχεται τις αδυναμίες του και αδυνατεί να επιβάλλει κυρώσεις.

Ευχαριστώ τον Αναπληρωτή Καθηγητή Ακτινολογίας κ. Δημήτριο Σιαμπλή και μέλος της τριμελούς επιτροπής, γιατί υπήρξε δάσκαλος στα φοιτητικά μου χρόνια και καλός φίλος πάντοτε κυρίως όμως γιατί είναι πάντοτε πρόθυμος και χαμογελαστός να δηλώνει 'παρών' για όλους.

Ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή Παθολογίας κ. Κωνσταντίνο Χρυσανθόπουλο επίσης μέλος της τριμελούς επιτροπής, για την πολλαπλή συνεισφορά του στη διαμόρφωση της προσωπικότητάς μου ως γιατρού στη διάρκεια εκείνου του αξέχαστου καλοκαιρινού διμήνου πρακτικής άσκησης στην Παθολογία όπου με έπεισε ότι ένας γιατρός χωρίς προσωπικότητα, χωρίς γρήγορη αντίληψη και σκέψη, χωρίς χιούμορ, χωρίς ευρεία παιδεία και χωρίς ήθος είναι γιατρός που δεν μπορεί να επικοινωνήσει, άρα ένας κακός γιατρός.

Ευχαριστώ τον Καθηγητή Παθολογίας κ. Ανδρέα Αντωνόπουλο αφενός για την προθυμία του να δεχθεί να είναι μέλος της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής και αφετέρου για όσα σημαντικά μου προσέφερε τόσο ως καθηγητής όσο και ως θεράπων ιατρός –προσφορές ιδιαιτέρως εκτιμητέες ως απορρέουσες από μια ευρύτερη πνευματική διαμόρφωση.

Ευχαριστώ τον Καθηγητή Παθολογίας κ. Απόστολο Βαγενάκη για την αυθόρμητη συναίνεσή του να συμμετάσχει στην επταμελή εξεταστική επιτροπή γεγονός που μου περιποιεί ιδιαίτερη τιμή καθώς πέραν του ότι θεωρείται μια από τις σημαντικότερες

προσωπικότητες της Πανεπιστημιακής κοινότητας και πρωτεργάτης της Ιατρικής Σχολής, αποτελεί υπόδειγμα εντιμότητας και απλότητας γεγονός που υπογραμμίζει ο εκρηκτικός του χαρακτήρας.

Ευχαριστώ τον Καθηγητή Ορθοπαιδικής κ. Ηλία Λαμπίρη για την επίσης αυθόρμητη συγκατάθεσή του να συμμετάσχει στην επταμελή εξεταστική επιτροπή γεγονός που με τιμά ιδιαίτερος καθώς –παρότι δεν είχα την τύχη να υπάρξω φοιτητής του- είναι γνωστή η πολύπλευρη συνεισφορά του στο χώρο της υγείας.

Ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή Ακτινολογίας και φίλο κ. Θεόδωρο Πέτσα που επίσης αυθόρμητως αποδέχθηκε τη συμμετοχή του στην επταμελή εξεταστική επιτροπή γεγονός που δεν με εξέπληξε καθώς πάντοτε δηλώνει παρών και έτοιμος να συνεισφέρει –με την αξιοπιστία και την ποιότητα που τον διακρίνει- όπου του ζητηθεί.

Ευχαριστώ τον Τεχνολόγο του τμήματος και φίλο κ. Παναγιώτη Σκούρα για τη συνεχή συνεισφορά του στην τεχνική υποστήριξη αυτής της εργασίας που δεν περιορίστηκε στα καθήκοντα του χειρισμού της γ-camera καθώς συμμετείχε στην εκπόνηση του πρωτοκόλλου της εργασίας, αποκαθιστούσε άμεσα βλάβη του υπολογιστή και κάλυπτε με προθυμία όσα –και ήσαν πολλά- κενά αντιμετώπιζα στη χρήση των Η/Υ.

Ευχαριστώ τις Τεχνολόγους του τμήματος κ. Αικατερίνη Ραβαζούλα και κ. Σοφία Λυμπεροπούλου που μαζί με τον κ. Σκούρα ανταποκρίθηκαν με εξαιρετική διάθεση στην επιπλέον ταλαιπωρία που κάθε τομογραφική μελέτη προκαλούσε, ανασκευάζοντας τα ‘περί δημοσιοϋπαλληλικής νοοτροπίας’.

Ευχαριστώ τον εξάδελφό μου Χαράλαμπο Παπαθεοδώρου που σε μια περίοδο που έπρεπε να μισήσει την Ιατρική –διαβάζοντας τα πτυχιακά του μαθήματα στην ημετέρα σχολή- βρήκε τη διάθεση να μεταφράζει ξένη βιβλιογραφία, να πληκτρολογεί χειρόγραφα κείμενα και να αποκαθιστά τεχνικά προβλήματα στη χρήση των υπολογιστών.

Ευχαριστώ την Ιατρική για τη μοναδική αληθινή προσφορά της στους θεράποντές της: την ταχεία συνείδηση του θανάτου που είναι ό,τι ορίζει τον άνθρωπο έναντι των άλλων όντων.

Ευχαριστώ το Θεό γιατί με απαλλάσσει από το φόβο του θανάτου.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ικανότητα ανίχνευσης της οστικής νόσου σε πρώιμο στάδιο αποτελεί αδιαμφισβήτητα ένα σημαντικό βήμα στην αντιμετώπιση τόσο των κακοήθων όσο και των καλοήθων κλινικών καταστάσεων. Τα κλινικά δεδομένα και οι κλασικές εργαστηριακές μέθοδοι έχουν αποδειχθεί πολύ λίγο ευαίσθητες στα κρίσιμα πρώτα στάδια και κατά συνέπεια ανεπαρκείς για την πρόγνωση, παρακολούθηση και σταδιοποίηση των παθολογικών εξεργασιών των οστών και των αρθρώσεων.

Τα οστικά άλγη αποτελούν συνήθως αρκετά όψιμο σύμπτωμα και συνεπώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρώιμη διάγνωση.

Τα ένζυμα του ορού στα αρχικά στάδια είναι συνήθως φυσιολογικά και γενικότερα αποτελούν πτωχούς δείκτες τόσο της έκτασης της νόσου όσο και της πρόγνωσής της.

Οι κλασικές ακτινολογικές μέθοδοι είναι πολύτιμες στη διερεύνηση των νόσων των οστών καθώς διασφαλίζουν λεπτομερειακή απεικόνιση και διαφοροδιαγνωστική δυνατότητα διαθέτουν δηλαδή μεγάλη ειδικότητα. Παρουσιάζουν όμως δύο βασικά μειονεκτήματα:

1. Ανιχνεύουν τη βλάβη με σημαντική καθυστέρηση πράγμα που σημαίνει ότι διαθέτουν πτωχή ευαισθησία. Σύμφωνα με μελέτες (Borack 1942) μια οστική βλάβη ανιχνεύεται σε μια ακτινογραφία αφού έχει ήδη προκαλέσει αλλαγή στο μεταλλικό περιεχόμενο του οστού της τάξεως του 30-50%.

2. Αποδίδουν μεν μορφολογικές λεπτομέρειες δεν μπορούν όμως να προσφέρουν λειτουργικές πληροφορίες.

Πίνακας 1. Μειονεκτήματα κλασικών ακτινολογικών μεθόδων

-
1. Χαμηλή ευαισθησία
 2. Μη παροχή λειτουργικών πληροφοριών
-

Οι σπινθηρογραφικές μέθοδοι απεικόνισης αντίθετα, είναι εξαιρετικά ευαίσθητες στην ανίχνευση των οστικών νόσων σε πρώιμα στάδια με ποσοστό ψευδώς αρνητικών αποτελεσμάτων μικρότερο του 3%. Επίσης παρέχουν καθαρά λειτουργικές πληροφορίες καθώς οι διαδικασίες πάνω στις οποίες στηρίζονται είναι λειτουργικές. Αποτελούν ιδανικές μεθόδους για την αντικειμενική εκτίμηση του ρυθμού καταστροφής και ανακατασκευής του οστού. Πέραν αυτών, ένα σπινθηρογράφημα οστών παρέχει σε μικρό χρονικό διάστημα, με μικρό κόστος και χωρίς επιπλέον ακτινοβολία απεικόνιση ολόκληρου του σκελετού για την οποία θα χρειαζόταν ένας μεγάλος αριθμός ακτινογραφιών με αυτονόητη την ακτινολογική επιβάρυνση του ασθενούς. Άρα αποτελεί ιδανική εξέταση ως screening test¹.

Πίνακας 2. Πλεονεκτήματα σπινθηρογραφήματος οστών

-
1. Υψηλή ευαισθησία
 2. Παροχή λειτουργικών πληροφοριών
 3. Δυνατότητα σύντομης διερεύνησης ολόκληρου του σκελετού
 4. Δυνατότητα διερεύνησης ολόκληρου του σκελετού με χαμηλό κόστος
 5. Δυνατότητα διερεύνησης ολόκληρου του σκελετού χωρίς επιπλέον ακτινοβολία
-

Έχει ωστόσο το μειονέκτημα της ανεπαρκούς παροχής πληροφοριών ως προς το είδος της βλάβης, έχει δηλαδή χαμηλή ειδικότητα. Ωστόσο η ειδικότητα αυτή συνεχώς βελτιώνεται με την ανάπτυξη εξειδικευμένων ραδιοφαρμάκων, με την ταξινόμηση των απεικονιστικών σχημάτων που οδηγεί στη αναγνώριση των κλινικών ανωμαλιών και κυρίως με την εφαρμογή νέων τεχνικών όπως είναι η SPECT¹.

Πίνακας 3. Μειονεκτήματα σπινθηρογραφήματος οστών

-
1. Χαμηλή ειδικότητα
-

B. ANATOMIA ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ.

1. Μακροσκοπική εικόνα.

Τα οστά ταξινομούνται ανάλογα με το σχήμα τους σε μακρά, βραχέα, ακανόνιστα και πλατέα. Τα μακρά οστά αποτελούνται από τις επιφύσεις και τη διάφυση, η οποία αποτελεί και το κύριο αυλοειδές μέρος τους, είναι δε γεμάτα από μυελό. Το κοίλο κυλινδρικό σχήμα της διαφύσεως σε συνδυασμό με την πιο συμπαγή κατασκευή της, δίνει στη διάφυση υψηλό λόγο δυνάμεως σε σχέση με το βάρος της. Αντίθετα, οι επιφύσεις είναι τα δύο άκρα των μακρών οστών και έχουν κυρίως σπογγώδη σύσταση και καλύπτονται από λεπτό στρώμα συμπαγούς οστού. Τα μακρά οστά της άκρας χειρός και του άκρου ποδός ενώ είναι μικρού μεγέθους, έχουν δομή όμοια με εκείνη των επιμήκων οστών. Τα βραχέα και ακανόνιστα οστά συνήθως βρίσκονται στη σπονδυλική στήλη. Στα πλατέα οστά βρίσκεται μεταξύ δύο στρωμάτων συμπαγούς οστίτη ιστού, ένα στρώμα σπογγώδους οστίτη ιστού. Σύμφωνα με τη μορφολογική τους εμφάνιση, τα οστά είναι δυνατόν να διαιρεθούν σε δύο τύπους: α) συμπαγή ή φλοιώδους τύπου (συνήθως αποτελούν το εξωτερικό των οστών) και β) σπογγώδη (συνήθως αποτελούν το εσωτερικό των οστών). Μελέτες που έγιναν στους σκελετούς σκυλιών, καθώς επίσης και από έρευνες σε ανθρώπινους σκελετούς² απέδειξαν ότι, από το συνολικό σκελετικό βάρος, τα 80% περίπου είναι συμπαγούς συστάσεως και το υπόλοιπο 20% σπογγώδους³.

Πίνακας 4. Είδη και σύσταση οστών

Επιμήκη	Συμπαγής (80% του σκελετού)
Βραχεία	Σπογγώδης (20% του σκελετού)
Πλατιά	

2. Μικροσκοπική εικόνα

Χαρακτηριστικό τού συμπαγούς οστού είναι ή σύσταση τού ενδοκυττάριου υλικού αυτού. Το Αβέρσειο σύστημα είναι ένας αριθμός από 4 μέχρι 20 ομόκεντρα κυλινδρικά φύλλα από οστεοποιημένη μήτρα, που λέγεται έλασμα, τα οποία περικλείουν ένα κεντρικό σωλήνα (κανάλι). Τα οστικά κύτταρα πιάνουν μικρούς σχισμοειδείς χώρους, τους λακκίσκους (lacunae), ανάμεσα στα παρακείμενα στρώματα των ελασμάτων (lamellae) και βρίσκονται πάντοτε κοντά σε ένα Αβερσειανό σωλήνα. Ένας μεγάλος αριθμός μικρών σωληνών, οι σωληνίσκοι (canaliculi), χρησιμεύουν για την επικοινωνία των οστικών κυττάρων και είναι οι δρόμοι με τους οποίους γίνεται η ανταλλαγή της ύλης των κυττάρων. Καθένα Αβερσειανό σύστημα συνορεύει με τα υπόλοιπα με μία διαχωριστική γραμμή από συγκολλητική ουσία (cement line) και επικοινωνεί μαζί τους με τα κανάλια του Volkmann.

Το σπογγώδες οστόν περιέχει πολύ μικρότερο αριθμό Αβερσειανών συστημάτων και οι λακκίσκοι (lacunae) σχηματίζονται κατά ένα ανώμαλο τρόπο μέσα στο οστόν. Συνήθως απουσιάζουν τα αιμοφόρα αγγεία στον τύπο αυτό του οστού και η ανταλλαγή της ύλης γίνεται κυρίως με απ' ευθείας επικοινωνία της ενδοοστικής επιφάνειας με το εξωκυττάριο υγρό. Οι σπογγώδεις δοκίδες (δομικό χαρακτηριστικό των σπογγωδών οστών), είναι μικρά πλακώδη ελάσματα τα οποία αποτελούν τα τοιχώματα των πολυάριθμων κοιλοτήτων του μυελού των οστών. Οι φυσικές διαστάσεις της μικροδομής των οστών, καθώς και η κατανομή του μεγέθους των μυελικών κοιλοτήτων στα διάφορα οστά έχουν ήδη μελετηθεί^{4, 3}.

3. Οστικά κύτταρα.

Οι οστεοβλάστες, όταν βρίσκονται στην ενεργό φάση, δημιουργούν νέες οστικές δοκίδες. Έχει επίσης προταθεί από τον Pautard (1966)⁵ ότι, οι οστεοβλάστες, επιπρόσθετα, μεταφέρουν ενεργητικά ασβέστιο, από τον έξωκυττάριο χώρο στις οστικές δοκίδες. Η περιοστική και η ενδοοστική επιφάνεια των Αβερσειανών

σωλήνων, αποτελούν τις περιοχές στις οποίες μπορεί να βρεθούν οι οστεοβλάστες, όταν υπάρχει παραγωγή νέου οστού (στη συνέχεια οι οστεοβλάστες, αφού ενταφιασθούν στην ίδια τους την μήτρα, μεταμορφώνονται σε οστεοκύτταρα). Καθένα οστεοκύτταρο εγκαθίσταται στο λακκίσκο του και επικοινωνεί με τα παρακείμενα οστεοκύτταρα του Αβερσειανού σωλήνα στον οποίον ανήκει, με κυτταροπλασματικές προεκβολές μέσα από τους σωληνίσκους. Καθώς αναφέρει η Vaughan (1970)⁶ υπάρχουν ενδείξεις σύμφωνα με τις οποίες τα οστεοκύτταρα συμβάλλουν κατά ένα μέρος, ενεργά, στην ομοιοστάση του ασβεστίου. Τέλος, οι οστεοκλάστες μετακινούν ηλεκτρολύτες και υλικό της μήτρας από την επιφάνεια των οστών δηλαδή προβαίνουν σε αποικοδόμηση. Αυτοί βρίσκονται συνήθως στις οστικές επιφάνειες, όπως είναι οι επιφάνειες των Αβερσειανών σωλήνων και οι ενδοοστικές επιφάνειες³

Οι σύγχρονες απόψεις οδηγούν σε μια νέα θεώρηση των οστεοκυττάρων και τα θεωρούν ως υποδοχείς και ανιχνευτές ταυτοχρόνως των μηχανικών φορτίσεων που δέχεται το οστόν⁵⁸. Τα οστεοκύτταρα, με το εκτεταμένο δίκτυο που διαθέτουν, βρίσκονται σε επαφή, τόσο με την οστική θεμέλια ουσία, όσο και με τους οστεοβλάστες, τους οποίους και ενεργοποιούν, με βάση τα μηνύματα που δέχονται από τα διερχόμενα μηχανικά φορτία. Η δράση των οστεοβλαστών είναι, επιπροσθέτως, συνδεδεμένη με αυτή των οστεοκλαστών. Συνεπώς, η μηχανική διέγερση των οστεοκυττάρων, οδηγεί σε μια αλυσιδωτή αντίδραση λειτουργιών σε κυτταρικό επίπεδο, που καταλήγει στο σχηματισμό και την απορρόφηση οστίτη ιστού έτσι ώστε το αποτέλεσμα να ικανοποιεί την εξυπηρέτηση των μηχανικών απαιτήσεων της περιοχής.

Γ. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ

1. Συστατικά ανθρώπινων οστών

Τα οστά αποτελούνται από μία οργανική μήτρα η οποία δυναμώνεται με την εναπόθεση ανόργανων αλάτων. Περίπου το 95 % της οργανικής μήτρας αποτελείται από ίνες κολλαγόνου (πρωτεΐνες), και το υπόλοιπο είναι ένα ομοιογενές μέσο, το οποίο καλείται υπόστρωμα, αποτελούμενο από πολυσακχαριδικές πρωτεΐνες και γλυκοπρωτεΐνες. Επίσης είναι πιθανή ή παρουσία μικρής ποσότητας λίπους στα οστά³.

Έχουν γίνει συζητήσεις για τις ελαστικές ιδιότητες του οστού, του τρόπου που επέρχεται η ελαστική παραμόρφωση αλλά και η κόπωση, που οδηγεί σε αποτυχία της οστικής αρχιτεκτονικής (κάταγμα). Σημαντικό ρόλο μοιάζουν να παίζουν οι πρωτεογλυκάνες ακόμα και ως μοριακοί μεταβιβαστές⁵⁹, ενώ με βάση τη θεωρία του Carter έχει αναπτυχθεί ειδικό μοντέλο εξήγησης της πώρωσης ενός κατάγματος, κάτω από την επίδραση μηχανικών φορτίων⁶⁰.

2. Κρυσταλλική και άμορφη φάση των οστών.

Από μελέτες σκεδάσεως ακτίνων Χ βγαίνει το συμπέρασμα ότι τα άλατα τους έχουν κρυσταλλική μορφή, με κρυστάλλους παρόμοιους με αυτούς του υδροξυαπατίτη ($2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$). Οι μικρότερες διαστάσεις του απατιτικού κρυστάλλου των οστών είναι περίπου $50\text{\AA}$ ⁰. Πάντως υπάρχει αξιολογή διακύμανση βιβλιογραφικά σε ό,τι αφορά το αναφερόμενο μήκος τού κρυστάλλου ($200\text{\AA}$ ⁰). Οι MacGregor και Brown (1965)⁷

αναφέρουν ότι το φωσφορικό οκτώ-ασβέστιο είναι πιθανό να εμφανισθεί στους οστικούς κρυστάλλους, τουλάχιστον στα πρώιμα στάδια της αναπτύξεως του οστού.

Ο λόγος του μοριακού βάρους του ασβεστίου προς το φώσφορο είναι στα οστά συνήθως χαμηλότερος, όταν αναλύεται βιοχημικά, από εκείνον που αναμένεται από τη βασική σύσταση του κρυστάλλου του υδροξυαπατίτη. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι ο οστικός απατίτης είναι ένας ελλιπής σε ασβέστιο υδροξυαπατίτης. Η έλλειψη αυτή ασβεστίου, όπως αναφέρει ο Posner (1968)⁸, μπορεί να είναι μέχρι και δύο ιόντα ασβεστίου από τα υπάρχοντα δέκα ιόντα ασβεστίου του κρυστάλλου. Ο Guyton (1971)⁹ δίνει ως εξής το χημικό τύπο του υδροξυαπατίτη των οστών:

Ο τύπος αυτός λαμβάνει υπ' όψιν την απώλεια ιόντων ασβεστίου και ύδατος, η οποία έχει παρατηρηθεί στα οστά. (Μεγάλη διακύμανση του λόγου τού μοριακού βάρους Ca/P αναφέρεται στη βιβλιογραφία). Η Woodard (1962)¹⁰ δίνει αυτό το λόγο μεταξύ 1,3 και 1,7 και αναφέρει ότι εξαρτάται κυρίως από την ηλικία. Επειδή και άλλοι παράγοντες πιθανά να επηρεάζουν αυτό το λόγο, η μελέτη των διακυμάνσεων αυτών θα παρουσίαζε ενδιαφέρον.

Υπάρχουν ενδείξεις, ότι υπάρχει επίσης και άμορφη φάση στα οστά⁸, η οποία είναι δυνατό να αποτελεί το 30-40 % από την όλη ανόργανη φάση των οστών. Ο λόγος της άμορφης προς την κρυσταλλική φάση των οστών εξαρτάται από τον τύπο του οστού, την ηλικία του ατόμου, τις διαιτητικές του συνήθειες και τις τυχόν ασθένειες που πέρασε ή έχει³.

3. Περιεκτικότητα των οστών σε ιόντα.

Εκτός από το Ca και τον P και άλλα ανόργανα στοιχεία βρίσκονται στα οστά⁶ σε ικανές ποσότητες όπως το Na και το Mg, τα οποία είναι δυνατό να αντικαταστήσουν το Ca αλλά πολύ πιθανό, όχι στο εσωτερικό του κρυστάλλου. Οι υπόλοιπες αλκαλικές γαίες (Sr, Ba, Ra) και μερικά υπερουράνια στοιχεία είναι δυνατό να απορροφηθούν από τα οστά αντικαθιστώντας το Ca, και με τη ραδιενέργειά τους να προκαλέσουν ακτινοβολήση του οστίτη ιστού για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επειδή το F έχει το ίδιο ιονικό μέγεθος και φορτίο με το OH-, είναι ένα από τα πλέον οστεόφιλα ιόντα, το οποίο είναι δυνατό να ανευρεθεί στο εσωτερικό του κρυστάλλου^{11,3}.

Δ. ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΟΣΤΩΝ

Οι κυριότερες ενδείξεις του σπινθηρογραφήματος οστών είναι:

1. Η *διερεύνηση* του οστικού πόνου άγνωστης αιτίας.
2. Η *πρώιμη ανίχνευση* της ύπαρξης οστικών εντοπίσεων σε άτομα με γνωστή ή πιθανολογούμενη κακοήγη εξωοστική νόσο με πιθανότατες οστικές μεταστάσεις.
3. Η *έγκαιρη ανίχνευση* οστικών εντοπίσεων σε νόσους που η οστική προσβολή θεωρείται πιθανή (βρουκέλλωση).
4. Η *παρακολούθηση* ασθενών με γνωστή οστική νόσο και η εκτίμηση της πορείας αυτής (βελτίωση, στασιμότητα ή επιδείνωση) σε σχέση με το ακολουθούμενο θεραπευτικό σχήμα.
5. Η ανίχνευση, η εκτίμηση της έκτασης και η ανίχνευση *πιθανής διασποράς* μιας πρωτοπαθούς οστικής νόσου.
6. Η *πρώιμη ανίχνευση* της οστικής φλεγμονής και της άσηπτης οστικής νέκρωσης.
7. Η ανίχνευση οστικών κακώσεων που συνήθως *δεν είναι εμφανείς* στις ακτινογραφίες -όπως τα κρυφά κατάγματα, τα κατάγματα κοπώσεως κλπ- και η παρακολούθηση της πορείας τους.
8. Η εκτίμηση των *επιπλοκών* των προσθετικών ορθοπαιδικών επεμβάσεων.
9. Η ανίχνευση και εκτίμηση της *ιερολαγονίτιδας*.
10. Η ανίχνευση και η εκτίμηση της νόσου *Paget*.¹

E. ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η ραδιοϊσοτοπική μέθοδος απεικόνισης των οστών στηρίζεται στην ιδιότητα ορισμένων ουσιών (ραδιενεργών ή συνδεδεμένων με ραδιενεργά υλικά) να συγκεντρώνονται- μετά από ενδοφλέβια χορήγηση- στα οστά είτε δρώντας παρομοίως με τα συστατικά του οστού είτε ως αποτέλεσμα χημικής συγγενείας προς αυτά¹².

Είναι γνωστό, ότι τα οστά δεν αποτελούν στατικό ιστό καθώς διαρκώς υφίστανται μια δυναμική διαδικασία απορρόφησης και ανακατασκευής ο ρυθμός των οποίων εξαρτάται από την ηλικία. Στον ενήλικα ένας πλήρης κύκλος ολικής ανακατασκευής του σκελετού ολοκληρώνεται σε 8 χρόνια. Ωστόσο το μεταβολικό turnover είναι άεναιο και πραγματοποιείται στις μικροσκοπικές οστικές μονάδες ανακατασκευής. Περίπου 10^5 έως 10^6 τέτοιες μονάδες είναι φυσιολογικά ενεργές σε κάθε χρονική στιγμή και παραμένουν ενεργές από 3 έως 6 μήνες. Σ' αυτές τις θέσεις καθιλώνονται οι οστεόφιλες ουσίες. Η καθήλωση των ουσιών αυτών είναι μεγαλύτερη στα σπογγώδη τμήματα του οστού απ' ότι στα συμπαγή.

Στις περιοχές όπου το μεταβολικό turnover αυξάνει, η καθήλωση του ραδιοφαρμάκου είναι εντονότερη. Τέτοιες περιοχές είναι αυτές όπου σχηματίζεται νέα οστική μάζα όπως οι οστεοποιούμενοι χόνδροι των μεταφύσεων και ο φλοιός, όπου γίνεται υποπεριοστική και ενδοοστική επιπρόσθετη ανάπτυξη του οστού¹³. Στις παθολογικές καταστάσεις –νόσο ή κάκωση- η τοπικά αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα του οστού και η αυξημένη αιμάτωση έχουν ως αποτέλεσμα την ακόμη μεγαλύτερη συγκέντρωση των οστεόφιλων ουσιών στην περιοχή της βλάβης σε σχέση με το φυσιολογικό οστόν. Εξαίρεση αποτελούν οι καθαρά οστεολυτικές βλάβες.¹

ΣΤ. ΟΣΤΕΟΦΙΛΑ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ

Για την κλινική εφαρμογή κατάλληλων οστεόφιλων ραδιονουκλεοτιδίων (bone-seeking radio nuclides), γίνονται μεγάλες προσπάθειες τελευταία. Δοκιμάστηκαν αρχικά πολλά ραδιονουκλεοτίδια που σχετίζονται με τον σκελετό. Από τα πιο αξιόλογα είναι:

- ♦ **Ασβέστιο-47** (^{47}Ca). Το ραδιονουκλεοτίδιο αυτό φαίνεται να είναι ο πλέον φυσιολογικός παράγοντας για το σπινθηρογράφημα του σκελετού. Παρόλα αυτά, η υψηλή ενέργεια των εκπεμπόμενων γ-ακτινών (1310 Kev), ο μεγάλος χρόνος υποδιπλασιασμού (165 ημέρες) και η πρόσμιξη αυτού με ασβέστιο-45 (^{45}Ca), εκθέτουν τον ασθενή σε υψηλές δόσεις ακτινοβολίας και καθιστούν αυτό ακατάλληλο για συνήθη χρήση¹⁴. (Πίνακας 6).
- ♦ **Σκάνδιο-47** (^{47}Sc). Είναι θυγατρικό παράγωγο στην αλυσίδα του ασβεστίου-47 και έχει δοκιμαστεί για σπινθηρογραφική απεικόνιση¹⁵. Θεωρείται και αυτό ακατάλληλο, όπως το ασβέστιο-47, για τους ίδιους λόγους.
- ♦ **Στρόντιο-85** (^{85}Sr) και Στρόντιο-87m ($^{87\text{m}}\text{Sr}$). Τα ραδιονουκλεοτίδια αυτά είναι τα ανιονικά υποκατάστατα του ασβεστίου και χρησιμοποιήθηκαν για αρκετό διάστημα, κυρίως υπό τη μορφή του κιτρικού στροντίου. Το στρόντιο συμπεριφέρεται εντός του οργανισμού κατά παρόμοιο τρόπο με το ασβέστιο, χωρίς όμως η συμπεριφορά αυτών των στοιχείων να είναι πάντοτε εντελώς όμοια. Το στρόντιο-85, υπό την μορφή $^{85}\text{SrCl}_2$, είναι ικανοποιητικό από φυσιολογικής απόψεως ως παράγοντας σπινθηρογραφήσεως των οστών, αλλά η κλινική του εφαρμογή συνάντησε σημαντικές δυσκολίες. Ο φυσικός χρόνος υποδιπλασιασμού ($T_{1/2}$) του ισοτόπου αυτού είναι μακρύς (1560 ώρες) και απαιτείται μια όψιμη σπινθηρογράφηση (εφτά έως δέκα ημέρες από τη

χορήγηση του ισοτόπου), έως ότου η συγκέντρωση του ραδιοφαρμάκου πάνω στη βλάβη σε σχέση με τη συγκέντρωση του παρακείμενου υγιούς ιστού αυξηθεί σημαντικά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αργή επίλυση οξέων κλινικών προβλημάτων¹⁶. Επιπλέον λόγω της καθυστέρησης αυτής στην εκτέλεση του σπινθηρογραφήματος, η συνεχής απέκκριση του ισοτόπου στο έντερο και η βαθμιαία συσσώρευση αυτού στο παχύ έντερο, δημιουργεί σημαντική δυσκολία στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Εκτός από τα παραπάνω όμως το στρόντιο-85 παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα που σχετίζονται με το χαρακτήρα των ακτινοβολιών του και με την απέκκριση του, η οποία είναι πολύ αργή. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την έκθεση του εξεταζόμενου σε μεγάλες δόσεις ακτινοβολίας ($0.04 \text{ rad}/\mu\text{Ci}$ για το οστόν) και έτσι περιορίζεται η μέγιστη χορηγούμενη δόση σε $100 \mu\text{Ci}$ για κάθε εξέταση και μόνο σε ασθενή με αποδεδειγμένη κακοήγη νόσο (Πίνακας 6).

- ♦ **Στρόντιο-87m.** Είναι ασφαλές και αξιόλογο ραδιονουκλεοτίδιο για την σπινθηρογράφιση των οστών (Smith et al.1968) [17]. Λαμβάνεται με έκλυση από γεννήτρια (generator) Υτρίου-87 (^{87}Y -Chloride). Ο φυσικός χρόνος υποδιπλασιασμού του είναι βραχύς (2.8 ώρες) και επιτρέπει τη χορήγηση μεγάλων δόσεων (5mCi), χωρίς σημαντική έκθεση του ασθενούς στην ακτινοβολία (η δόση που απορροφάται είναι $0.2 \times 10^{-3} \text{ rad}/\mu\text{Ci}$ για το οστό ή για όλο το σώμα). Παρουσιάζει εντούτοις και το στρόντιο ορισμένα μειονεκτήματα. Ο βραχύς χρόνος υποδιπλασιασμού επιβάλλει την πρώιμη λήψη εικόνων όταν η συγκέντρωση του ραδιονουκλεοτιδίου είναι ακόμα υψηλή. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη χαμηλή αιματική κάθαρση έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ενός υψηλού ραδιενεργού υποστρώματος (background) το οποίο δεν επιτρέπει την λήψη σπινθηρογραφημάτων υψηλής ποιότητας¹⁸. Ένας επιπλέον περιορισμός της χρήσης του στρόντιου-87m είναι ότι πρέπει να λαμβάνεται από γεννήτρια Υτρίου-Στρόντιου σε περιπτώσεις νοσοκομείων που δεν διαθέτουν κοντά τους αντιδραστήρα ή κύκλοτρο. Οι γεννήτριες αυτές αφενός έχουν μειωμένη απόδοση περιορίζοντας έτσι τον αριθμό των εξετάσεων εβδομαδιαίως αφετέρου το αποχωριζόμενο διάλυμα δεν είναι πάντοτε τελείως αποστειρωμένο. Παρά τους περιορισμούς αυτούς, το στρόντιο-87m υπήρξε για ένα διάστημα παράγοντας εκλογής για την σπινθηρογράφιση των οστών, επαρκούς κλινικής αξίας τόσο για καλοήθειες, όσο και για κακοήθειες νόσους των οστών, παρέχοντας ικανοποιητικές αποδείξεις της αξίας του σπινθηρογραφήματος στην κλινική ιατρική πράξη¹⁹⁻²². (Πίνακας 6)

- ♦ **Φθόριο-18** (^{18}F). Το ραδιονουκλεοτίδιο αυτό είναι ένας οστεοφίλος παράγοντας, ο οποίος χρησιμοποιείται επιτυχώς για την σπινθηρογράφιση των οστών²³ με την μορφή Na^{18}F . Είναι ένα κατιόν υποκατάστατο των φωσφορικών αλάτων, προϊόν του κυκλοτρονίου, με βραχύ χρόνο υποδιπλασιασμού (110 min), ενώ έχει και την ιδιότητα να εκπέμπει ποζιτρόνια. Μπορεί να χορηγηθεί σε υψηλές δόσεις (10mCi) χωρίς σημαντική έκθεση του ασθενούς στην ακτινοβολία (ολόσωμη δόση απορροφώμενης ακτινοβολίας $0.02 \times 10^{-3} \text{ rad}/\mu\text{Ci}$). Τα πλεονεκτήματα όμως αυτά του φθορίου-18 επισκιάζονται από το βραχύ χρόνο υποδιπλασιασμού αυτού, ο οποίος αποκλείει την χρησιμοποίηση του από εργαστήρια Πυρηνικής Ιατρικής που βρίσκονται μακριά από κάποιο αντιδραστήρα ή κύκλοτρο. Η περιορισμένη διαθεσιμότητα του και η απουσία ενός κατάλληλου πατρικού νουκλεοτιδίου για την ανάπτυξη ενός συστήματος γεννήτριας, δεν επέτρεψαν την ευρεία παραγωγή και εμπορική κυκλοφορία σπινθηρογράφων με κατάλληλους κατευθυντήρες (collimators) για την υψηλή γ-ενέργεια αυτού (500 KeV). Εντούτοις τα τελευταία χρόνια, νέες τεχνικές όπως η τομογραφία εκπομπής (emission tomography) επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση φθορίου-18 ή άλλων εκπομπών ποζιτρονίων. Στα πλεονεκτήματα αυτών περιλαμβάνονται η καλύτερη εντόπιση της βλάβης, η αύξηση της αντιθέσεως (contrast) μεταξύ βλάβης και υγιούς ιστού κατά την απεικόνιση και ο ποσοτικός προσδιορισμός της πρόσληψης του ραδιοφαρμάκου σε τρεις διαστάσεις. (Πίνακας 6).
- ♦ **Ράδιολανθανίδες** (Λουτήτιο ή Κασσιόπειο-176m, Λουτήτιο-177, Σαμάρειο-153, Έρβιο-171 και Γάλλιο-67). Αυτά δοκιμάστηκαν υπό τη μορφή κιτρικών ενώσεων²⁴. Από αυτά το κιτρικό γάλλιο-67 (^{67}Ga -Citrate) παρουσιάζει μεγαλύτερη αναλογία συγκέντρωσης στους κακοήθεις όγκους των μαλακών μορίων και εν μέρει στα λεμφώματα, για αυτό δε χρησιμοποιείται σήμερα ως οστεόφιλο ραδιοφάρμακο, αλλά ως παράγοντας εντόπισης νεοπλασματικών και ενεργών φλεγμονωδών εξεργασιών.
- ♦ **Τεχνήτιο-99m** ($^{99\text{m}}\text{Tc}$). Το στοιχείο τεχνήτιο και τα ραδιονουκλεοτίδια του δεν υπάρχουν σε φυσική κατάσταση. Η παραγωγή τους επιτεύχθηκε από τον Perrier και τον Segre το 1937²⁵ με βομβαρδισμό του Μολυβδαίνιου (Mo) από δευτερόνια στο κύκλοτρο του Berkeley. Η εισαγωγή του τεχνήτιου-99m στην ιατρική και η χρησιμοποίησή του ως το πλέον κατάλληλο ραδιονουκλεοτίδιο για εξωτερική ανίχνευση, έγινε από τον Harper et al. το 1964²⁶. Το τεχνήτιο-99m είναι θυγατρικό παράγωγο του Μολυβδαίνιου (Mo) και λαμβάνεται εύκολα με

έκλυση από γεννήτρια που περιέχει το πατρικό ραδιονουκλεοτίδιο. Η παραγωγή του πατρικού ραδιονουκλεοτιδίου (^{99}Mo) επιτυγχάνεται μέσα σε αντιδραστήρα κατά τη διάσπαση του ουρανίου-235 (^{235}U) ή με απλή ενεργοποίηση του σταθερού οξειδίου του μολυβδαίνιου μέσα σε αντιδραστήρα υψηλής ροής νετρονίων. Το τεχνητό λαμβάνεται από τη γεννήτρια ως υπερτεχνητικό νάτριο ($^{99\text{m}}\text{TcO}_4\text{Na}$) με έκλυση αυτής από φυσιολογικό ορό και είναι πολύ σταθερό σε υδατικό διάλυμα τόσο *in vitro* όσο και *in vivo*. Σήμερα θεωρείται ως το πλέον ιδανικό ραδιοφάρμακο καθότι εμφανίζει τα περισσότερα χαρακτηριστικά από εκείνα που απαιτούνται για το χαρακτηρισμό ενός ισοτόπου ως κατάλληλο για διαγνωστικούς σκοπούς. Αυτά συνοψίζονται στα παρακάτω:

1. Ο φυσικός χρόνος υποδιπλασιασμού του ($T_{1/2}=6.1$ ώρες), όντας βραχύς, επιτρέπει αφενός μεν την ολοκλήρωση μιας εξετάσεως, αφετέρου δε αποτρέπει, την άσκοπη ακτινοβολήση του ασθενούς.
2. Διασπάται με ισομερή μετάπτωση εκπέμποντας αποκλειστικά ηλεκτρομαγνητική γ-ακτινοβολία των 140 KeV^{27} . Η ενέργεια αυτή και η μονοενεργητική γ-ακτινοβολία του εναρμονίζονται ικανοποιητικά με τις υπάρχουσες σημερινές ανιχνευτικές διατάξεις. Φωτόνια αυτής της ενέργειας απορροφώνται πάνω από 90% από τον κρύσταλλο των σπινθηρογράφων, αυξάνοντας έτσι την απόδοση του ανιχνευτή. Επιπλέον η ενέργεια αυτή θεωρείται κατάλληλη για απεικόνιση εν τω βάθει βλαβών και ιδανική για κατασκευή κατευθυντήριων ικανοποιητικής απόδοσης.
3. Εμφανίζει υψηλή ειδική ενέργεια, αποκλείοντας έτσι τον κίνδυνο τοξικής δράσης.
4. Χορηγούμενο ενδοφλεβίως αποβάλλεται γρήγορα από τους νεφρούς και τα κόπρανα κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (68%), αποτρέποντας έτσι την έκθεση του ασθενούς στην ακτινοβολία για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το παχύ έντερο το οποίο και θεωρείται το κρίσιμο όργανο, λαμβάνει μετά από ενδοφλέβια χορήγηση τεχνητίου-99m, $0.96\text{ rads}/10\text{mCi}^{28}$.
5. Η παραγωγή τεχνητίου-99m είναι εύκολη, το κόστος σχετικά χαμηλό, ενώ το λαμβανόμενο διάλυμα είναι πλήρως αποστειρωμένο και ελεύθερο πυρετογόνων, ικανοποιώντας

απόλυτα τις απαιτήσεις του ποιοτικού ελέγχου των ραδιοφαρμάκων²⁹.

6. Με το ραδιοφάρμακο αυτό επισημαίνονται εύκολα οργανικές και ανόργανες ουσίες, δημιουργώντας έτσι επισημασμένο σύμπλεγμα κατάλληλο για εκλεκτική εντόπιση σε διάφορα όργανα. Το τεχνητίο-99m χρησιμοποιείται σήμερα για τη σπινθηρογράφιση των περισσότερων οργάνων του σώματος, είτε με την απλή μορφή του υπερτεχνητικού νατρίου, είτε με τη μορφή επισημασμένων από αυτό συμπλεγμάτων οργανικών ή ανόργανων ουσιών. (Πίνακες 5 και 6).

Πίνακας 5. Ιδιότητες του τεχνητίου και προσφερόμενα πλεονεκτήματα

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
1. Μικρός χρόνος υποδιπλασιασμού	1. Ελάττωση ακτινοβολήσης του ασθενούς
2. Εκπομπή μονοενεργητικής γ-ακτινοβολίας 140 keV	2. Ικανοποιητική εναρμόνιση με τις υπάρχουσες ανιχνευτικές διατάξεις
3. Υψηλή ειδική ενέργεια	3. Αποκλεισμός κινδύνου τοξικής δράσης
4. Ενδοφλέβια χορήγηση και αποβολή από νεφρούς και κόπρανα	4. Ελαττωμένη έκθεση του ασθενούς στην ακτινοβολία
5. Εύκολη παραγωγή, χαμηλό κόστος και πλήρως αποστειρωμένο	5. Ικανοποιεί τις απαιτήσεις του ποιοτικού ελέγχου των ραδιοφαρμάκων.
6. Επισημαίνει εύκολα οργανικές και ανόργανες ουσίες	6. Εκλεκτική εναπόθεση στα περισσότερα όργανα

Πίνακας 6. Φυσικά χαρακτηριστικά των κυριότερων οστεόφιλων ραδιοφαρμάκων.

Στοιχείο	Ισότοπο	$T_{1/2}$	Ενέργεια σε KeV	Εξωτερικά φωτόνια (%)	Συνήθης δόση σε MBq	Δόση (σε rads) που απορροφάται	
						Σώμα	Οστά

Ασβέστιο	⁴⁵ Ca	165 d	Μόνο β	-	0.185	.075	.25-.65
	⁴⁷ Ca	4.7 d	1310	76.3	0.37	.03-.07	.3
			830	5.7			
			480	5.7			
Φθόριο	¹⁸ F	1.85 h	511(β ⁺)	194	74-370	.05-.5	.2-3
Στρόντιο	⁸⁵ Sr	65 d	513	100	1.85-7.4	.25-4	1.5-10
	^{87m} Sr	2.8 d	388	78	37-185	.007-.1	.1-.3
Τεχνητίο	^{99m} Tc	6.1 h	140	90.1	370-740	.11-.22	.45-.9

Ζ. ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΟΣΤΕΟΦΙΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΗΜΑΣΜΕΝΟΙ ΜΕ 99m-ΤΕΧΝΗΤΙΟ

Η αναγωγή, του παραγόμενου από τη γεννήτρια (generator) υπερτεχνητικού νατρίου, με προσθήκη ιόντων Κασσίτερου (Sn⁺⁺) επέτρεψε την ανάπτυξη μεθόδου επισημάνσεις φωσφορικών αλάτων με Τεχνητίο-99m. Τα συμπλέγματα αυτά βρέθηκε ότι εντοπίζονται στα οστά και έτσι παρήχθη μια νέα γενιά οστεόφιλων ραδιοφαρμάκων^{30,31}. Οι επισημασμένες με τεχνητίο-99m φωσφορικές ενώσεις παρασκευάζονται εύκολα στα εργαστήρια Πυρηνικής Ιατρικής τα οποία προμηθεύονται ανά εβδομάδα γεννήτρια Μολυβδαίνιου-Τεχνητίου, για τη χρήση εμπορικών «Kits». Η χρήση αυτή όμως απαιτεί μεγάλη προσοχή στις λεπτομέρειες, επειδή μια υπερβολική περίσσεια ιόντων Κασσίτερου οδηγεί στο σχηματισμό κολλοειδών, τα οποία συνδέονται με το Τεχνητίο-99m. Η πρόσληψη των κολλοειδών αυτών από τα φαγοκύτταρα του δικτυοενδοθηλιακού συστήματος έχει ως αποτέλεσμα την σπινθηρογραφική απεικόνιση οργάνων εκείνων τα οποία διαθέτουν τέτοιο σύστημα (ήπαρ, σπλήνα) και όχι την απεικόνιση των οστών. Εξάλλου ένα ανεπαρκές ποσό ιόντων κασσίτερου επιτρέπει την παραμονή σε διάλυση ελεύθερου υπερτεχνητικού νατρίου (Pertechnetate) και τη μη σύμπλεξη αυτού με τα φωσφορικά. Η περίσσεια αυτή του ελεύθερου τεχνητίου αυξάνει υπέρμετρα το ραδιενεργό υπόστρωμα (background) των μαλακών μορίων και αποτελεί την αιτία της λήψης σπινθηρογραφήματος χαμηλής ποιότητας¹⁸.

Στο πεδίο της Πυρηνικής Ιατρικής ενώσεις φωσφόρου επισημασμένες με φώσφορο-32 (³²P) χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για τη θεραπεία των οστικών

μεταστάσεων³². Μετά από πάροδο αρκετών χρόνων³¹ βρέθηκε ότι οι γραμμικές πολυφωσφορικές ενώσεις σχηματίζουν σταθερές συμπλέγματα με το τεχνητίο-99m παρουσία ιόντων Κασσίτερου και ότι μετά από ενδοφλέβια χορήγηση εντοπίζονται σε υψηλότερο βαθμό σε σκελετικές βλάβες. Έκτοτε μια σημαντική σειρά τέτοιων παραγόντων παρασκευάστηκε χημικά για προσθήκη στον αρχικό δακτύλιο. Λίγο αργότερα έγινε εφικτή η παρασκευή των διφωσφονικών. Η σύνθεση των διφωσφονικών ανάλογων έγινε από μια ακολουθία δεσμών P-C-P αντί της ακολουθίας δεσμών P-O-P των πολυφωσφορικών³³. Επειδή αυτές οι δυο χημικές δομές ήταν όμοιες, οι γωνίες των δεσμών P-C-P ήταν μικρότεροι των αντίστοιχων P-O-P και η μεταξύ των ατόμων P-C απόσταση ήταν μεγαλύτερη από εκείνη των P-O³⁴. Η κατά αυτό τον τρόπο σύνδεση των διφωσφονικών αποδείχτηκε περισσότερο σταθερή χημικά, μη υποκείμενη σε ενζυματική υδρόλυση *in vivo*.

Οι διάφορες αυτές μεταξύ των διαφόρων συμπλεγμάτων (πολυφωσφορικών-πυροφωσφορικών-διφώσφονικών) είναι σχετικά μικρές και αφορούν στη σταθερότητα, ταχύτητα αιματικής κάθαρσης, μοριακό μέγεθος και στη σχέση υγιούς οστού-βλάβης κατά την απεικόνιση. Ως εκ τούτου η διερευνητική ικανότητα αυτών στις παθήσεις του σκελετού είναι εξίσου ικανοποιητική και κανένα εξ αυτών δεν εκτόπισε πλήρως τα άλλα³⁵. Τα νεότερα ραδιοφάρμακα εμφανίζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως εύκολη παρασκευή, χαμηλό κόστος και πλήρη ασφάλεια στη χορήγηση σημαντικά υψηλών δόσεων (15mCi). Η ευχέρεια χορήγησης υψηλών δόσεων εξασφαλίζει μια μεγάλη ροή φωτονίων, έτσι ώστε η πυκνότητα πληροφοριών (κρούσεις ανά μονάδα περιοχής) η οποία λαμβάνεται στο σπινθηρογράφημα είναι πολύ υψηλή³⁶ και η ικανότητα ανίχνευσης και διάκρισης των τυχόν υπάρχουσών ανωμαλιών, σαφώς ικανοποιητική. Λόγω αυτών των πλεονεκτημάτων τα νεότερα αυτά ραδιοφάρμακα αποτελούν τους πλέον κατάλληλους παράγοντες για το σπινθηρογραφικό έλεγχο τόσο των κακοηθών, όσο και των καλοηθών νόσων των οστών³⁷⁻⁴¹.

Η. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΝΕΟΤΕΡΩΝ ΟΣΤΕΟΦΙΛΩΝ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Η ιστική κατανομή και οι μηχανισμοί της σκελετικής εντόπισης αυτών δεν έχουν

πλήρως διευκρινιστεί. Τα πολυφωσφορικά θεωρήθηκαν αρχικά ότι είναι ισχυροί αναστολείς της *in vitro* κρυστάλλωσης του φωσφορικού ασβεστίου από διάλυση, παρουσία κολλαγόνου, σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση⁴². Διαπιστώθηκε επίσης ότι αυτά απέτρεπαν τη διάλυση κρυστάλλων υδροξυαπατίτη *in vitro*, ενώ αποδείχτηκαν μη δραστικά *in vivo*, λόγω της ταχείας ενζυματικής καταστροφής τους από τις πολυφωσφατάσες. Το πυροφωσφορικό (το μικρότερο πολυφωσφορικό με δυο φωσφορικές ομάδες) βρέθηκε να είναι προϊόν του κυτταρικού μεταβολισμού που φυσιολογικά είναι παρόν στο αίμα (0,16-3,4 $\mu\text{mole/liter}$) και μερικές φορές βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις σε ουρική αρθρίτιδα, οστεοαρθρίτιδα και ακρομεγαλία, ενώ σε χαμηλές συγκεντρώσεις και σε υπερπλαστική οστεογένεση. Τα τριπολιφωσφορικά βρέθηκαν σε μερικούς ιστούς των θηλαστικών. Τα διφωσφονικά δείχθηκε ότι αναστέλλουν τη νεφρική και αορτική ασβεστοποίηση σε πειραματόζωα, χορηγούμενα μαζί με μεγάλες δόσεις βιταμίνης D₃^{43,44}.

Η πρόσληψη των οστεόφιλων αυτών φαρμάκων στο φυσιολογικό σκελετό φαίνεται ότι εξαρτάται από την αναλογία της τοπικής οστεογένεσης. Έτσι η ηλικία του οστού καθορίζει και την αναλογία της ισοτοπικής πρόσληψης¹⁸. Έχει όμως διευκρινιστεί με αυτοραδιογραφικές μελέτες⁴⁵ ότι δε συγκεντρώνονται αυτά στους οστεοβλάστες αλλά εναποτίθενται κυρίως κατά μήκος των επιφανειών των μικρών οστικών αγγειακών καναλιών και στους χώρους του μυελού των οστών, οι οποίοι εμφανίζουν επιφάνεια μικρότερης συγκέντρωσης μεταλλικών ιόντων, ακριβώς κάτω από τη μάζα του οστεοειδούς του βιώσιμου οστού. Η ενσωμάτωση αυτών στα οστά πιστεύεται ότι επισυμβαίνει με την ισοϊοντική ανταλλαγή (isoionic exchange) ή με προσρόφηση, στο ένυδρο κέλυφος των μικροκρυστάλλων των οστών⁴⁶. Την άποψη αυτή υποστήριξαν με εμπειριστατωμένες μελέτες πολλοί ερευνητές^{47,48}, ισχυριζόμενοι ότι αυτά προσροφούνται πάνω στην επιφάνεια των κρυστάλλων υδροξυαπατίτη. Μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκε διπλά επισημασμένο ^{99m}Tc-^{119m}Sn-Polyphosphate απέδειξαν τη σταθερότητα του συμπλέγματος *in vivo*⁴⁹. Η απόδειξη αυτή όμως αφορά μόνο στη σύνδεση τεχνητίου και κασσιτέρου στα οστά, καθώς υπάρχει άλλη μελέτη η οποία αποδεικνύει ότι το επισημασμένο πολυφωσφορικό μπορεί να διασπαστεί σε πυροφωσφορικό *in vivo*⁵⁰. Παραμένει έτσι σχετικά ανεξιχνίαστος ο ακριβής ρόλος του φορέα (φωσφορική ένωση) στη γενιά αυτή των οστεόφιλων ραδιοφαρμάκων. Πιθανόν η ικανότητα αυτών να οφείλεται περισσότερο στην απευθείας ενσωμάτωση του

«αναχθέντος τεχνητίου» μέσα στο οστό (από επτασθενές σε τετρασθενές) και ότι ο ρόλος των πολυφωσφωρικών και των άλλων παραγόντων οι οποίοι δημιουργούν συμπλέγματα συνίσταται στο να αποτρέπουν το σχηματισμό κολλοειδών⁴⁶.

Η αυξημένη πρόσληψη των οστεόφιλων αυτών ραδιοφαρμάκων σε διάφορες οστικές αλλοιώσεις αρχικά αποδόθηκε σε μη φυσιολογικό βαθμό οστεοβλαστική δραστηριότητα⁵¹. Χωρίς βέβαια να αγνοείται η αναγνωρισμένη λειτουργία των οστεοβλαστών, είναι βέβαιο σήμερα ότι τα ραδιοφάρμακα αυτά δεν συγκεντρώνονται στους οστεοβλάστες αλλά κοντά στα όρια της οστεοβλαστικής δραστηριότητας⁴⁵. Αργότερα υποστηρίχτηκε ότι η πρόσληψη αυτών είναι ανεξάρτητη του ρυθμού οστεογένεσης και εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τη ροή του αίματος. Η αυξημένη αυτή ροή του αίματος σε μια περιοχή, διευκολύνει την απλή ανταλλαγή ιόντων του επισημασμένου φωσφορικού πολυμερούς στην αυξημένων κρυστάλλων περιοχή του πρόσφατα εναποτιθεμένου οστεοειδούς, στο αγγειοβριθή οστική περιοχή⁵². Την άποψη αυτή δεν αποδέχονται άλλοι ερευνητές^{53,54,14}, οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η αυξημένη αιματική ροή διευκολύνει μόνο την αυξημένη πρόσληψη του ραδιοφαρμάκου στη μη φυσιολογική περιοχή του οστού, ενώ η ενσωμάτωση αυτού στη περιοχή, καθορίζεται από άλλους παράγοντες. Η εξάρτηση αυτή της αυξημένης πρόσληψης των οστεόφιλων ραδιοφαρμάκων από πολλούς παράγοντες, καθιστά αυτά μη απολύτως ειδικά για την οστική σπινθηρογράφιση, καθώς εντοπίζονται και στο έμφραγμα του μυοκαρδίου⁵⁵ και στις εξωσκελετικές ασβεστοποιήσεις. Ο μηχανισμός αυτού του εντοπισμού είναι ελάχιστα γνωστός. Πιστεύεται ότι το ενσωματωμένο μέσα στα μιτοχόνδρια της μυοκαρδιακής νέκρωσης ασβέστιο, βρίσκεται με τη μορφή κρυστάλλων υδροξυαπατίτη και έτσι επιτελείται στην επιφάνεια αυτών η προσρόφηση του ραδιοφαρμάκου⁵⁶. Σε αυτόν τον μηχανισμό αποδίδεται και η αποκάλυψη της μεταστατικής ασβεστοποίησης σε νεφρική ασβεστοποίηση, με τα οστεόφιλα αυτά ραδιοφάρμακα.⁴¹

Ως συμπέρασμα όλων αυτών των απόψεων περί του μηχανισμού δράσης των σύγχρονων οστεόφιλων ραδιοφαρμάκων μπορούμε να πούμε ότι :

1. Η σκελετική πρόσληψη αυτών επιτυγχάνεται με προσήλωσή τους πάνω στις κρυσταλλικές επιφάνειες οι οποίες απαντώνται σε μεγαλύτερο βαθμό στα άωρα οστά, όπου το οστεοειδές έχει εναποτεθεί πρόσφατα.
2. Ο εντοπισμός αυτών στα οστά διευκολύνεται από την τυχόν αυξημένη αιμάτωση της περιοχής.

3. Υπάρχει μια συνεργεία όλων αυτών των παραγόντων, γνωστών και άγνωστων, η οποία καθορίζει την αυξημένη πρόσληψη των ραδιοφαρμάκων στο βλαμμένο οστίτη ιστό.

Θ. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

1. Προετοιμασία του ασθενούς.

Προετοιμασία του ασθενούς δεν είναι απαραίτητη. Καλό είναι ωστόσο να χορηγείται υπερχλωρικό κάλιο από το στόμα 30 λεπτά πριν τη χορήγηση του ραδιοφαρμάκου με σκοπό να αποκλεισθεί ο θυρεοειδής αδένας και να προστατευθεί από τυχόν ελεύθερο τεχνητίο που υπάρχει στην κυκλοφορία –γεγονός που συμβαίνει σε αραιή έκλυση της στήλης μολυβδαινίου- τεχνητίου. Χρήσιμη είναι επίσης η ενυδάτωση του εξεταζόμενου⁵⁷, πριν αλλά κυρίως μετά τη χορήγηση του ρ/φ, γιατί έτσι επιταχύνεται η απομάκρυνση του ραδιοφαρμάκου από το αίμα και αυξάνει η διούρηση με αποτέλεσμα αφενός καλύτερη εικόνα και αφετέρου μικρότερη συνολική ακτινοβολήση του ασθενούς¹.

2. Προφυλάξεις και αντενδείξεις.

Όπως όλες οι ραδιοϊσοτοπικές εξετάσεις έτσι και το σπινθηρογράφημα οστών δεν πρέπει να πραγματοποιείται σε εγκυμονούσες και θηλάζουσες γυναίκες και σε άτομα μικρότερα των 18 χρόνων εκτός εάν τα αναμενόμενα οφέλη είναι μεγαλύτερα των κινδύνων που προκύπτουν από την ακτινοβολήση. Επίσης το ραδιοφάρμακο πρέπει να δίνεται με σχετική προσοχή σε ασθενείς με χαμηλά επίπεδα ασβεστίου στο αίμα γιατί οι διφωσφονικές ενώσεις όταν χορηγούνται ενδοφλέβια μπορεί να δεσμεύσουν τα ιόντα ασβεστίου¹.

Πίνακας 7. Περιπτώσεις που προκαλούν επιφυλάξεις για χορήγηση ραδιοφαρμάκου

-
1. Εγκυμοσύνη
 2. Θηλασμός
 3. Ηλικίες μικρότερες των 18 χρόνων
 4. Χαμηλά επίπεδα ασβεστίου στο αίμα
-

3. Φαρμακοκινητική – Δοσιμετρία.

Το ραδιοφάρμακο χορηγείται ενδοφλέβια και οι εικόνες λαμβάνονται 2.5- 3 ώρες αργότερα. Τότε, και κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, περίπου το 50% της χορηγηθείσας δόσης έχει εναποτεθεί στα οστά ενώ μόνο 5% κυκλοφορεί στο αίμα. Το υπόλοιπο αποβάλλεται από τα ούρα. 24 ώρες μετά τη χορήγηση, λιγότερο από 1% παραμένει στο αίμα και το 99% της ποσότητας που δεν κατελήφθη στα οστά έχει αποβληθεί από το ουροποιητικό. Το κριτικό όργανο είναι το τοίχωμα της ουροδόχου κύστης που δέχεται περίπου 3 rads από μια δόση μετά από χορήγηση δόσης 740 MBq. Για το λόγο αυτό ο ασθενής ενθαρρύνεται να ουρεί συχνά για να μειωθεί ο χρόνος ακτινοβολήσης της κύστης. Τα οστά δέχονται με την ίδια δόση κατά μέσο όρο 0.8 rads και οι γονάδες 0.3 rads¹.

I. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΟΣΤΩΝ

Τα πλέον σημαντικά χαρακτηριστικά μέσω των οποίων ένα σπινθηρογράφημα οστών αναγνωρίζεται ως φυσιολογικό είναι η ομοιογένεια και η συμμετρία. Κάθε ετερόπλευρη αύξηση ή ελάττωση της καθήλωσης του ραδιοφαρμάκου πρέπει να προκαλεί προβληματισμό. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μη θεωρηθούν ως παθολογικές εστίες, ευρήματα που οφείλονται είτε σε κακή τοποθέτηση του ασθενούς είτε σε επιπροβολή οστών.

Οι περιοχές που φυσιολογικά εμφανίζουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση του ραδιοφαρμάκου στην πρόσθια λήψη είναι:

1. Τα οστά του προσωπικού κρανίου.
2. Τα οστά του θόλου του κρανίου.
3. Οι ώμοι.
4. Οι στερνοκλειδικές αρθρώσεις.
5. Τα χονδροπλευρικά άκρα των πλευρών.
6. Η αυχενική και η οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης λόγω λόρδωσης.
7. Οι λαγόνιες ακρολοφίες.

Οι αντίστοιχες περιοχές στην οπίσθια λήψη είναι:

1. Η γωνία και η άκανθα της ωμοπλάτης.
2. Η θωρακική μοίρα της σπονδυλικής στήλης.
3. Οι ιερολαγόνιες αρθρώσεις.

Τα παραπάνω απεικονίζονται στην Εικόνα 1.

ΕΙΚΟΝΑ 1. Περιστατικό 73. Άνδρας 52 χρόνων.

Φυσιολογικό planar σπινθηρογράφημα. Παρατηρούνται όλα τα χαρακτηριστικά που περιγράφονται παραπάνω και κυρίως οι οστικές περιοχές που προσλαμβάνουν το ρ/φ αυξημένα τόσο στην πρόσθια όσο και στην οπίσθια λήψη.

Η ηλικία επηρεάζει σημαντικά την εμφάνιση του σπινθηρογραφήματος. Στα παιδιά οι συζευκτικοί χόνδροι προσλαμβάνουν έντονα το ραδιοφάρμακο (Εικόνες 2 και 3). Στους ηλικιωμένους και ιδιαίτερα στις γυναίκες ο λόγος πρόσληψης του ραδιοφαρμάκου από τα οστά σε σχέση με τα μαλακά μόρια είναι σημαντικά μικρότερος σε σχέση με νέους ασθενείς. Η κακή νεφρική λειτουργία μικραίνει επίσης αυτό το λόγο. Οι παχύσαρκοι ασθενείς, εξαιτίας της εξασθένησης της ακτινοβολίας στα μαλακά μόρια, παρουσιάζουν σπινθηρογράφημα με πτωχότερες πληροφορίες. Γενικά

είναι κανόνας ότι όσο μικρότερη η ηλικία και το σωματικό βάρος του εξεταζομένου και όσο καλύτερη η νεφρική του λειτουργία τόσο καλύτερο ποιοτικά είναι το σπινθηρογράφημα με σταθερούς βέβαια τους άλλους παράγοντες. (Πίνακας 8)

Πίνακας 8.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΘΕΤΙΚΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΠΟΙΟΤΙΚΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΑΡΝΗΤΙΚΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΠΟΙΟΤΙΚΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ
Μικρή ηλικία	Μεγάλη ηλικία
Μικρό σωματικό βάρος	Παχυσαρκία
Καλή νεφρική λειτουργία	Κακή νεφρική λειτουργία

Εικόνα 2. Περιστατικό 14. Αγόρι 14 χρόνων.

Φυσιολογική πρόσθια λήψη σε planar μελέτη όπου φαίνεται η φυσιολογικά αυξημένη πρόσληψη τόσο από τους ώμους όσο και από τις πλευροχόνδρινες συμβολές, σε σχέση με τους ενήλικες.

Εικόνα 3. Περιστατικό 19. Αγόρι 12 χρόνων.

Παρατηρείται η φυσιολογικά πολύ αυξημένη πρόσληψη του ρ/φ από τους συζευκτικούς χόνδρους κάτι που δεν παρατηρείται σε ενήλικες.

Με δεδομένο ότι τα οστεόφιλα φάρμακα αποβάλλονται μέσω του ουροποιητικού συστήματος, στο σπινθηρογράφημα οστών έχουμε απεικόνιση τόσο των νεφρών όσο και της ουροδόχου κύστης, οπότε προκύπτουν αδρές πληροφορίες για τα όργανα αυτά (θέση, μέγεθος και –συχνά- λειτουργική κατάστασή τους). Μικρού ή μεγάλου βαθμού κατακράτηση του ραδιοφαρμάκου στο πυελοκαλυκικό σύστημα μπορεί να παρατηρηθεί ως ένδειξη κωλύματος στην απεκκριτική λειτουργία (εικόνα 5). Δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου ένας έκτοπος νεφρός ή μια χωροκατακτητική εξεργασία ανακαλύπτονται τυχαία από ένα σπινθηρογράφημα οστών. Η ουροδόχος κύστη με κάποιο υπόλειμμα ούρων συχνά επικαλύπτει την ηβική σύμφυση.

Πέραν των νεφρών και της ουροδόχου κύστης, άλλες περιοχές που συγκεντρώνουν το ρ/φ φυσιολογικά είναι ο ρινοφάρυγγας, ο στοματοφάρυγγας και η δακρυϊκή συσκευή¹. (Εικόνα 4)

Πίνακας 9. Άλλα όργανα που φυσιολογικά συγκεντρώνουν το ραδιοφάρμακο σε ένα σπινθηρογράφημα οστών.

-
1. Νεφροί
 2. Ουροδόχος κύστη
 3. Ρινοφάρυγγας
 4. Στοματοφάρυγγας
 5. Δακρυϊκή συσκευή
-

Εικόνα 4. Περιστατικό 1. Άνδρας 60 χρόνων.

Φυσιολογικό planar σπινθηρογράφημα οστών όπου απεικονίζονται όλα τα όργανα που περιγράφονται στον Πίνακα 9.

Εικόνα 5. Περιστατικό 24. Άνδρας 64 χρόνων.

Παρατηρείται συγκέντρωση του ρ/φ στο πυελοκαλυκικό σύστημα του αριστερού νεφρού.

ΙΑ. ΣΥΝΗΘΗ ARTEFACTS ΚΑΙ ΛΑΘΗ

Τα συνηθέστερα αίτια που προκαλούν *artefacts* είναι:

1. Κακή τοποθέτηση ή στροφή του ασθενούς σε σχέση με τον ανιχνευτή με αποτέλεσμα να μπορεί να εκληφθούν ως παθολογικές εστίες αυξημένης συγκέντρωσης, οι περιοχές που βρίσκονται πλησιέστερα στον ανιχνευτή π.χ. μία στερνοκλειδική άρθρωση.
2. Παθολογικές καταστάσεις του ουροποιητικού συστήματος που μπορεί να παρερμηνευθούν ως οστικές ανωμαλίες π.χ. κατακράτηση ούρων στη νεφρική πύελο μπορεί να εκληφθεί ως βλάβη σε μία κοντινή πλευρά. Στην περίπτωση αυτή πλάγιες λήψεις και SPECT μελέτη μπορούν να βοηθήσουν στη διασαφήνιση του ευρήματος. Πέραν αυτού ένας έκτοπος πυελικός νεφρός, ένας διατεταμένος ουρητήρας ή ένα εγκόλπωμα της ουροδόχου κύστης μπορεί να εκληφθούν ως μια παθολογική εξεργασία της πυέλου.
3. Μόλυνση με ραδιενεργά ούρα, που μπορεί να συμβεί ακόμη και σε απομακρυσμένα σημεία, δημιουργεί συχνά προβλήματα στην ερμηνεία του σπινθηρογράφηματος.
4. Εστίες αυξημένης καθήλωσης στα μαλακά μόρια.
5. Μεταλλικά αντικείμενα (νομίσματα, κοσμήματα, βηματοδότες) ή πρόσθετοι μαστοί δημιουργούν ψυχρές περιοχές καθώς απορροφούν τα σχετικά χαμηλής ενεργείας φωτόνια. Η υπενθύμιση σε κάθε ασθενή για απομάκρυνση των όποιων τέτοιων αντικειμένων είναι απαραίτητη πριν από κάθε σπινθηρογράφημα.
6. Περιοχές οστικής παρακέντησης για διαγνωστικούς σκοπούς (στέρνο) ή χειρουργικές επεμβάσεις στο θώρακα μπορεί να παρερμηνευτούν αν δε διασαφηνιστούν ικανοποιητικά από το ιστορικό.
7. Artefacts μπορεί να προκληθούν από κακή παρασκευή του ρ/φ. Τα πιο συχνά είναι: α) η διάσπαση του συμπλέγματος και η εμφάνιση ελεύθερου υπερτεχνητικού στο θυρεοειδή και το γαστρεντερικό, γεγονός που ιδιαίτερα συμβαίνει όταν το υλικό παρασκευάζεται αρκετές ώρες πριν τη χορήγηση β) ο σχηματισμός κolloειδών και η απεικόνιση του ΔΕΣ και γ) η απέκκριση από τα χοληφόρα. Η συγκεκριμένη κατηγορία artefacts είναι σχετικά σπάνια σήμερα.

Όλα τα παραπάνω περιγράφονται στον πίνακα 10.

Πίνακας 10. Συνήθη artefacts και λάθη.

-
1. Κακή τοποθέτηση του ασθενούς
 2. Παθολογικές καταστάσεις του ουροποιητικού
 3. Μόλυνση με ραδιενεργά ούρα
 4. Πρόσληψη από τα μαλακά μόρια
 5. Μεταλλικά αντικείμενα και πρόσθετοι μαστοί
 6. Περιοχές οστικής παρακέντησης
 7. Κακή παρασκευή του ραδιοφαρμάκου
-

ΙΒ. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Τα παθολογικά ευρήματα σε ένα σπινθηρογράφημα οστών μπορεί να είναι:

1. Μονήρης εστία αυξημένης καθήλωσης σε κάποια οστική περιοχή (π.χ. στην οστεομυελίτιδα ή το οστεοειδές οστέωμα)
2. Πολλαπλές εστίες αυξημένης καθήλωσης στα οστά (π.χ. μεταστατική οστική νόσος)
3. Εστιακή ή διάχυτα αυξημένη καθήλωση στα μαλακά μόρια (π.χ. εγκεφαλικό έμφρακτο ή οστεοποιός μυΐτιδα)
4. Διάχυτα αυξημένη καθήλωση στα οστά (π.χ. νεφρική οστεοδυστροφία)
5. Εστίες ελαττωμένης καθήλωσης ή ψυχρές εστίες που είναι σπάνιες (π.χ. σε περιοχές εμφράκτων, ακτινοβόλησης ή σε βλάβες αμιγώς οστεολυτικού χαρακτήρα).

Τα παραπάνω περιγράφονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11. Τρόποι περιγραφής των παθολογικών ευρημάτων στο σπινθηρογράφημα οστών.

-
1. Μονήρης εστία αυξημένης καθήλωσης ή εστιακή περιοχή αυξημένης πρόσληψης
2. Πολλαπλές εστίες αυξημένης καθήλωσης ή πρόσληψης
3. Καθήλωση στα μαλακά μόρια εστιακή ή διάχυτη
4. Διάχυτη αυξημένη οστική πρόσληψη
5. Εστίες πλημμελούς πρόσληψης ή ψυχρές εστίες
-

Το σπινθηρογράφημα οστών διαθέτει υψηλή ευαισθησία και έτσι αποκαλύπτει τις παθολογικές διαταραχές στην πλειονότητα των περιπτώσεων ιδιαίτερα με τη συμβολή του SPECT. Ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα μπορούν να δοθούν α) όταν υπάρχουν συμμετρικές βλάβες β) όταν οι βλάβες είναι αμιγώς οστεολυτικές και γ) στα τελικά στάδια κακοήθους νόσου οπότε παρατηρείται έκπτωση όλων των λειτουργικών διαδικασιών του οργανισμού.

Αυτά περιγράφονται στον πίνακα 12.

Πίνακας 12. Συνήθη αίτια ψευδώς αρνητικών σπινθηρογραφημάτων

-
1. Συμμετρικές βλάβες
 2. Αμιγώς οστεολυτικές βλάβες
 3. Σε τελικά στάδια κακοηθείας
-

Αντίθετα η ειδικότητα του σπινθηρογραφήματος –δηλαδή η ικανότητα ταυτοποίησης της φύσης μιας βλάβης- είναι μέτρια και αυτό αποτελεί μεγαλύτερο πρόβλημα όταν η βλάβη είναι μονήρης. Έχει καταγραφεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μονήρων εστιών –περίπου 60%- εντοπίζεται στη σπονδυλική στήλη και οφείλεται κατά πρώτο λόγο σε μεταστατική νόσο (29.3.%) και κατά δεύτερο λόγο σε οστεοπορωτικές αλλοιώσεις (24%) και ιδιαίτερα σε άτομα μεγάλης ηλικίας (83%) και μάλιστα γυναίκες. Άλλα αίτια μονήρων εστιών είναι η οστεομυελίτιδα, πρωτοπαθείς όγκοι των οστών (σάρκωμα Ewing, αιμαγγείωμα, οστεοειδές οστέωμα, πλασμοκύττωμα), νόσος Paget και οστεομαλακία.

Πίνακας 13. Αίτια που προκαλούν μονήρεις εστιακές βλάβες

-
1. Μεταστατική νόσος
 2. Οστεοπόρωση
 3. Οστεομυελίτιδα
 4. Πρωτοπαθείς όγκοι οστών
 5. Νόσος Paget
 6. Οστεομαλακία
 7. Εκφυλιστική νόσος
 8. Φλεγμονώδεις καταστάσεις των αρθρώσεων
 9. Αγγειακές νόσο
 10. Φαιοί όγκοι του υπερπαραθυρεοειδισμού μετά παραθυρεοειδεκτομή
 11. Κάκωση
 12. Λοιμώδεις νόσοι των οστών
 13. Ινώδης δυσπλασία (Συγγενής)
 14. Οστεοχονδρομάτωση (Συγγενής)
-

Πίνακας 14. Αίτια πολλαπλών εστιακών καθηλώσεων

-
1. Μεταστατική νόσος
 2. Εκφυλιστικές αλλοιώσεις
 3. Λοιμώδεις νόσοι με οστική συμμετοχή (π.χ. βρουκέλλωση)
 4. Οστεοπόρωση (ενίοτε)
 5. Πολυτραυματίας
-

Πίνακας 15. Αίτια εστιακών και διάχυτων βλαβών στα μαλακά μέρη

-
1. Εγκεφαλικό έμφρακτο
 2. Έμφρακτο σπληνός
 3. Έμφραγμα μυοκαρδίου
 4. Οστεοποιός μυίτιδα
 5. Πρόσφατες χειρουργικές επεμβάσεις (π.χ. μαστεκτομή)
 6. Πρωτοπαθείς εξωοστικοί όγκοι ενίοτε (π.χ. εγκεφάλου, πνεύμονα κ.ά.)
 7. Λεμφαδένες μετά από υποδόρια χορήγηση του ρ/φ
 8. Όγκοι των μαλακών μορίων (ενίοτε)
-

Πίνακας 16. Αίτια διάχυτα αυξημένης οστικής καθήλωσης

-
1. Υπερπαραθυρεοειδισμός
 2. Νεφρική οστεοδυστροφία
 3. Μυελοσκλήρυνση
 4. Διάχυτη προσβολή από κακοήγη μεταστατικό όγκο
 5. Νόσος Paget (ενίοτε)
-

Πίνακας 17. Αίτια παρουσίας ψυχρών περιοχών

-
1. Ισχαιμικό οστόύν
 2. Νεκρό οστόύν
 3. Νόσος Lege-Parthens
 4. Ηωσινόφιλο κοκκίωμα
 5. Αμιγώς οστεολυτικές μεταστατικές περιοχές
 6. Προσφάτως ακτινοβοληθείσες οστικές περιοχές
-

ΙΓ. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ SPECT

1. Γενικότητες

Η επιτυχημένη εφαρμογή των υπολογιστικών αλγορίθμων στην αξονική τομογραφία οδήγησε στην εφαρμογή τους σε ραδιενεργές τεχνικές και στην έλευση του SPECT. Ενώ η planar ραδιενεργή απεικόνιση των οργάνων σε πολλαπλές λήψεις είναι επαρκής για τις περισσότερες κλινικές περιπτώσεις, η τομογραφία προσφέρει πολλά άμεσα προφανή πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τη δισδιάστατη planar απεικόνιση. Το πιο προφανές πλεονέκτημα της τομογραφίας είναι το αυξημένο image contrast γιατί επικεντρώνει σε μια τομή του οργάνου⁶¹. Αυτό ελαχιστοποιεί την υπερκείμενη και υποκείμενη εκπομπή ακτινοβολίας που μπορεί να αποκρύψει μια βλάβη ή μια περιοχή ενδιαφέροντος. Επιπλέον το SPECT επιτρέπει απόλυτη τρισδιάστατη εντόπιση ραδιοφαρμακευτικών κατανομών και δίνει τη δυνατότητα ποσοτικοποίησης και τρισδιάστατης κινούμενης αναπαραγωγής του απεικονιζόμενου οργάνου⁶²⁻⁶⁵.

Πίνακας 18. Πλεονεκτήματα της spect μελέτης έναντι της planar.

-
1. Αυξημένο image-contrast
 2. Δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης
 3. Λεπτομερέστερος ανατομικός εντοπισμός της βλάβης
 4. Δυνατότητα αναπαραγωγής περιστρεφόμενης εικόνας
-

Το SPECT μπορεί να πραγματοποιηθεί με τις παρακάτω τεχνικές: α) εγκάρσια ή περιστροφική τομογραφία και β) επιμήκης ή περιορισμένης γωνίας τομογραφία. Αν και οι δύο τεχνικές έχουν κλινικά εφαρμοστεί μόνο η περιστροφική χαίρει διαδεδομένης εφαρμογής⁶⁶.

2. Χρήση οργάνων

Στην απλούστερη μορφή του το περιστροφικό SPECT επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας κεφαλής ανίχνευσης μιας συμβατικής γ-camera με parallel hole collimator που προσαρμόζονται σε ένα περιστρεφόμενο gantry, έτσι ώστε ο ανιχνευτής να είναι ικανός να διαγράψει τροχιά γύρω από τον ακίνητο ασθενή που κείται σε ένα ειδικό κρεβάτι. Η κεφαλή της γ-camera περιστρέφεται γύρω από ένα κεντρικό άξονα που καλείται άξονας περιστροφής (AOR). Η απόσταση του προσώπου της κεφαλής από

τον AOR ονομάζεται ακτίνα περιστροφής (ROR). Η τροχιά είναι συνήθως κυκλική με δυνατότητα 360 μοιρών. Ωστόσο χρησιμοποιείται και η ελλειπτική κίνηση γύρω από το σώμα του ασθενούς καθώς και τόξα μικρότερα των 360 μοιρών. Τα ανιχνευτικά μέρη του συστήματος, ηλεκτρονικά συνδυάζονται με έναν Η/Υ ικανό να επιτελεί acquisition και processing των απεικονιστικών δεδομένων σύμφωνα με προεπιλεγμένες παραμέτρους. Σε αντίθεση με την αξονική τομογραφία η γ-camera είναι ικανή να συλλέγει δεδομένα από μεγάλη έκταση του σώματος του ασθενή κατά τη διάρκεια της τροχιάς και πολλαπλές τομές παράγονται από μια μόνο αλληλουχία συλλεγομένων δεδομένων. Υπάρχουν και πιο πολύπλοκα συστήματα στα οποία περιλαμβάνονται πολλαπλοί ανιχνευτές και πλέον προηγμένοι⁶⁷.

Πίνακας 19. Απαιτούμενος εξοπλισμός για την πραγματοποίηση της spect μελέτης.

-
1. γ-camera με περιστρεφόμενο gantry
 2. Parallel hole collimator
 3. Ηλεκτρονικός Υπολογιστής για acquisition και processing
-

Η γ-camera, ως ο σημαντικότερος παράγοντας του SPECT, πρέπει να εμπεριέχει μια εσωτερική ανάλυση 3-4 mm, μια απόλυτη γραμμική παρέκκλιση μικρότερη του 1mm και μια βασική ομοιομορφία παρέκκλισης το πολύ 3-5% κατά μήκος του χρήσιμου πεδίου της λήψης του ανιχνευτή. Ένα σύστημα high resolution (HR) είναι απαραίτητο ώστε να επιτρέπει ικανή απόρριψη της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας, που αποτελεί ένα βασικό μειονέκτημα των SPECT απεικονίσεων. Αυτό επιτυγχάνεται από ένα εξάρτημα το οποίο συνεχώς ρυθμίζει και εξισορροπεί τους φωτοπολλαπλασιαστές (PMT's) κατά τη διάρκεια της χρήσης. Παρά το γεγονός ότι η ικανότητα ρυθμού μετρήσεων της γ-camera δεν είναι πρωτεύουσα στο SPECT, το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να διαχειρίζεται σημαντικά υψηλούς ρυθμούς μετρήσεων προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε διαστροφή της ομοιομορφίας του πεδίου εξαιτίας των επιδράσεων του υψηλού αριθμού των μετρήσεων⁶⁸.

Επειδή η περιστροφή του ανιχνευτή πάνω στο gantry υποβάλλει την κεφαλή της camera σε θερμικές, μαγνητικές και δυνάμεις βαρύτητας, η κατασκευή του συστήματος θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν αυτούς τους παράγοντες καθώς και την προστασία των PMT's από τις αλλαγές του μαγνητικού πεδίου κατά την περιστροφή.

3. Λήψη πληροφοριών.

Τα στοιχεία που απαιτούνται για την παραγωγή διαγνωστικών απεικονίσεων SPECT συνήθως λαμβάνονται ως μια σειρά από πολλαπλές planar απεικονίσεις που συλλέγονται σε διακριτά γωνιώδη διαστήματα (τεχνική step and shoot) ή με συνεχή λήψη κατά την περιστροφή γύρω από τον ασθενή. Στην τεχνική «step and shoot» η τροχιά της γ-camera διακόπτεται σε τακτά γωνιώδη διαστήματα ώστε μια απεικόνιση να μπορεί να καταγραφεί για ένα συγκεκριμένο χρόνο σε κάθε στάση. Έτσι για τροχιά 360 μοιρών γίνονται 60 στάσεις που δίνουν 60 planar απεικονίσεις σε διαστήματα 6 μοιρών. Αν κάθε απεικόνιση απαιτεί 20 sec τότε ο ολικός χρόνος της εξέτασης θα είναι 20 min συν ένα μικρό χρόνο για τις ενδιάμεσες μετακινήσεις της κεφαλής. Για πρακτικούς λόγους πρέπει να επιτευχθεί ένας συμβιβασμός σχετικά με τον αριθμό των ενδιάμεσων στάσεων και το χρόνο λήψης σε κάθε στάση για την παραγωγή τομογραφικών απεικονίσεων καλής στατιστικής ποιότητας. Αυτοί οι παράγοντες καθορίζονται από τον τύπο της μελέτης, την ποσότητα των ραδιοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται και από άλλες ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με τον ασθενή.

Ένα τόξο 360 μοιρών συνήθως απαιτείται για τις περισσότερες λήψεις SPECT. Ωστόσο, σε συγκεκριμένες μελέτες απαιτείται τόξο 180 μοιρών. Με οποιοδήποτε δεδομένο τόξο, όσο πιο πολλές λήψεις επιτυγχάνονται τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα των αναπαραγομένων εικόνων. Μια αύξηση του αριθμού των στάσεων οδηγεί συνήθως σε μείωση του χρόνου λήψης κάθε στάσης. Ωστόσο, επειδή κάθε planar εικόνα πρέπει να είναι στατιστικά σημαντική (επαρκείς μετρήσεις / pixel) για άρτια αναπαραγωγή εικόνων, λιγότερες λήψεις με μεγαλύτερο χρόνο επιδιώκονται σε μελέτες με χαμηλή activity (count-poor studies) π.χ. σε μελέτη εγκεφαλικού εξιδρώματος. Αντίθετα σε count-rich εξετάσεις μπορεί να προτιμηθεί μεγαλύτερος αριθμός λήψεων με μικρότερο χρόνο κάθε λήψης. Σε συνήθεις κλινικές μελέτες εφαρμόζονται 32 στάσεις ανά 180 μοίρες περιστροφής.

Γενικά όσο μικρότερη η απόσταση του ασθενούς από την camera (ROR) τόσο καλύτερη η ανάλυση των τομογραφικών απεικονίσεων. Οι τυποποιημένες κυκλικές τροχιές είναι συχνά αναποτελεσματικές για την απεικόνιση μη κυκλικών οργάνων γιατί η απόσταση της γ-camera ποικίλει σημαντικά στη διάρκεια της τροχιάς. Επίσης, εκτός εάν η κεφαλή είναι πολύ μικρή, η απεικόνιση μερών του σώματος -όπως το κεφάλι- μπορεί να συμβιβαστεί με μεγαλύτερη της επιθυμητής ROR -λόγω της παρουσίας των ώμων και του κορμού. Μη κυκλικές τροχιές και τροχιές περιφερειακά του σώματος μπορούν να λύσουν αυτά τα προβλήματα.

Ένα κλινικό τμήμα Πυρηνικής Ιατρικής επιζητεί την υψηλή ποιότητα απεικόνισης και την καλύτερη ανάλυση που να μπορεί να επιτευχθεί στο μικρότερο δυνατό χρόνο. Πρακτικά πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι παρακάτω παράγοντες:

A. Χρόνος λήψης.

Πρέπει να επιτρέπει άρτια στατιστικά απεικόνιση. Αυτό σε μεγάλο βαθμό καθορίζεται από το ρυθμό μετρήσεων, το μέγεθος της μήτρας (matrix) και τον αριθμό των στάσεων ανά τροχιά. Προφανώς, όσο μεγαλύτερης διάρκειας είναι η λήψη, τόσο περισσότερες οι μετρήσεις και τόσο καλύτερη η ανάλυση. Ωστόσο η συνήθης αντοχή του ασθενή καθορίζει το μέγιστο του χρόνου λήψης στα 30-45 min. Ως εκ τούτου, ο χρόνος πρέπει να καθοριστεί προσεγγιστικά με βάση την ικανότητα του ασθενή να παραμείνει ακίνητος. Οποιαδήποτε σημαντική κίνηση του ασθενή στη διάρκεια της λήψης μπορεί να καταστήσει το αποτέλεσμα άχρηστο.

B. Μέγεθος matrix της απεικόνισης.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, η ανάλυση είναι ευθέως ανάλογη του μεγέθους της matrix. Τα δύο συνηθέστερα μεγέθη matrix που χρησιμοποιούνται στη SPECT είναι 64X64 και 128X128. Ωστόσο η αύξηση του μεγέθους της matrix οδηγεί σε σημαντική αύξηση του χρόνου λήψης, του χρόνου επεξεργασίας και του αποθηκευτικού χώρου της δισκέτας. Η επιλογή 128X128 αντί 64X64 απαιτεί τετραπλή αύξηση στα περισσότερα στοιχεία λήψης της μελέτης, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου, που μπορεί να μην αξίζει. Επιπλέον, η πυκνότητα των μετρήσεων στις τομές με 128X128 είναι μειωμένη κατά ένα συντελεστή 8 που επηρεάζει το αντιληπτό contrast στην απεικόνιση. Στις περισσότερες κλινικές μελέτες το 64X64 είναι ο καλύτερος συμβιβασμός.

Γ. Αριθμός λήψεων.

Γενικά όσο περισσότερες οι λήψεις τόσο καλύτερη ανάλυση επιτυγχάνεται στην τελική εικόνα. Ωστόσο πρέπει να γίνει ένας συμβιβασμός με το συνολικό χρόνο απεικόνισης έτσι ώστε 64 εικόνες σε τροχιά 360 μοιρών να δίνουν άριτες τομογραφίες⁶⁸.

4. Παραγωγή τομογραφικών εικόνων.

Οι πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στις πολλαπλές ψηφιοποιημένες εικόνες συνδυάζονται και διαχειρίζονται από τον Η/Υ χρησιμοποιώντας μαθηματικούς αλγόριθμους για να αναπαραχθεί μια τρισδιάστατη απεικόνιση του ερευνηθέντος οργάνου. Η συνηθέστερη μέθοδος για να επιτευχθεί αυτό είναι η γνωστή ως 'back

projection', κατά την οποία παράγεται μια διαξονική εικόνα του οργάνου με την εφαρμογή της τεχνικής στα στοιχεία κάθε planar εικόνας που λαμβάνεται.

Δυστυχώς η απλή back projection παράγει μια σύνθετη εικόνα με σημαντικά artifacts τα οποία υποβαθμίζουν σημαντικά την ποιότητα της εικόνας καθιστώντας την ουσιαστικά κλινικά άχρηστη. Γι' αυτούς τους λόγους δημιουργήθηκε μια εκλεπτυσμένη τεχνική που καλείται φιλτραρισμένη back projection. Αυτή η τεχνική βασικά ελαττώνει αυτά τα artifacts με την εφαρμογή ενός ψηφιακού φίλτρου. Παρ' όλο που υπάρχουν και άλλες τεχνικές, ο filtered back projection αλγόριθμος παραμένει η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος σε εμπορικά διαθέσιμα συστήματα SPECT πρωτίστως λόγω της ταχύτητας και της απλότητας του. Αφού αναπαραχθούν οι τομογραφικές εικόνες, υπόκεινται σε επιπλέον φιλτράρισμα για να παραχθούν αποδεκτές εικόνες προς ερμηνεία^{66,75,76}.

5. Φιλτράρισμα των εικόνων.

Το φιλτράρισμα των εικόνων έχει γίνει μια σταθερή τεχνική για την παραγωγή εικόνων ρουτίνας οι οποίες είναι ταυτόχρονα άρτιες στα στοιχεία που δίνουν και ευχάριστες οπτικά. Βασικά, οι αλγόριθμοι φιλτραρίσματος που παρέχονται σε planar μελέτες, βελτιώνουν την ποιότητα της εικόνας μειώνοντας το θόρυβο..

Τα φίλτρα είναι μαθηματικές συσκευές σχεδιασμένες να ενισχύουν, να αποσβένουν ή να καταστέλλουν όλα ή μέρος των ψηφιακών στοιχείων ιδεωδώς χωρίς να αλλοιώνουν το κύρος των εικόνων. Η εφαρμογή των φίλτρων έχει γίνει κοινός τόπος στις planar εξετάσεις. Στο SPECT ωστόσο, το φιλτράρισμα όχι μόνο ενισχύει την παρουσία των στοιχείων αλλά επιπλέον αποτελεί μια βασική απαίτηση για την παραγωγή των αναπαραχθέντων τμημάτων. Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται στο SPECT συνήθως εκφράζονται με όρους που σχετίζονται με τη δράση τους στις spatial συχνότητες και έτσι προκύπτει ο όρος «φιλτράρισμα συχνότητας»⁷⁰. Όλες οι απεικονιζόμενες spatial δομές μπορούν να αποδομηθούν και να περιγραφούν από τις spatial συχνότητες των συστατικών τους χρησιμοποιώντας τροποποιητές Fourier για να παραχθούν εικόνες συχνότητων, οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να τροποποιηθούν από τα φίλτρα συχνότητων^{69,71}. Ως εκ τούτου, τα φίλτρα μπορούν να περιγραφούν από τις συχνότητες που επιτρέπουν να περάσουν στην τελική εικόνα. Ο θόρυβος σε τέτοιες εικόνες υπερισχύει γενικά στις υψηλές συχνότητες. Τα φίλτρα που επιτρέπουν τη διέλευση των υψηλών συχνότητων γενικά παράγουν ακριβέστερες αλλά με περισσότερο θόρυβο εικόνες με έντονη διάκριση των ορίων ενώ τα φίλτρα που επιτρέπουν τη διέλευση λιγότερο υψηλών συχνότητων, δίνουν εικόνες πιο ήπιες,

με λιγότερο θόρυβο και λιγότερο διακριτά όρια⁷⁰. Στην παραγωγή εικόνων SPECT, το φιλτράρισμα μπορεί να γίνει πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά τη διαξονική αναπαραγωγή. Ένα πλήθος φίλτρων είναι συνήθως διαθέσιμο στο software του τομογραφικού Η/Υ και η επιλογή εξαρτάται από ένα αριθμό παραγόντων όπως: η μελέτη που επιτελείται, ο στατιστικός χαρακτήρας των εικόνων και ο χειριστής⁷²⁻⁷⁴.

6. Έκθεση εικόνων.

Μετά την επεξεργασία, τα στοιχεία μπορούν να προβληθούν ως τρισδιάστατες αναπαραγωγές του μέρους του σώματος που απεικονίζεται. Αυτό συνήθως παρουσιάζεται με μια συνεχώς περιστρεφόμενη εικόνα του σώματος, γνωστή ως εικόνα «περιστρεφόμενου ανθρώπου». Πέραν των διαξονικών τομών, τα δεδομένα μπορούν εύκολα να μετατραπούν έτσι ώστε να δώσουν τομογραφίες σε εγκάρσιο (εικόνα 6), μετωπιαίο (εικόνα 7) και οβελιαίο (εικόνα 8) επίπεδο όπως επίσης σε οποιοδήποτε πλάγιο απαιτείται ανάλογα με το προς απεικόνιση όργανο. Το τελικό σύνολο των απεικονίσεων καταγράφεται και σε film και σε Η/Υ, πράγμα που επιτρέπει την οποιαδήποτε επιπρόσθετη επεξεργασία της απεικόνισης. Παρ' όλο που οι πρόσφατες μέθοδοι επιτρέπουν την παραγωγή υψηλής ποιότητας διαγνωστικών απεικονίσεων, επιτρέποντας υψηλής αξίας ερμηνείες, το ενυπάρχον πρόβλημα της αραίωσης των φωτονίων καθιστά την απόλυτη ποσοτικοποίηση της ραδιενεργού κατανομής δύσκολη^{80,81}. Ημipποσοτικές μέθοδοι συγκριτικής απεικόνισης δεδομένων με ομαλή κατανομή -όπως καθορίζεται από μια μεγάλη σειρά φυσιολογικών ασθενών- έχουν οδηγήσει σε μια κάποια επιτυχία⁷⁸.

7. Ποιοτικός έλεγχος του SPECT.

Για να διασφαλιστούν υψηλά επίπεδα απόδοσης, θα πρέπει κάθε εβδομάδα να ακολουθείται μια ρουτίνα ποιοτικού ελέγχου του ανιχνευτή. Ο συχνός ενδεδειγμένος ποιοτικός έλεγχος των απεικονιστικών συστημάτων SPECT είναι απόλυτα απαραίτητος για την παραγωγή κλινικά χρήσιμων και χωρίς artefacts απεικονίσεων. Ενώ ακόμα και σημαντικές παρεκκλίσεις από τα θεμιτά όρια, μπορούν να γίνουν ανεκτές σε συνήθεις planar απεικονίσεις, πιο ελάσσονα σφάλματα σε εξετάσεις SPECT μπορούν να δώσουν απαράδεκτες ή ακόμη και παραπλανητικές εικόνες^{77,79}.

Εικόνα 6. Περιστατικό 8. Άνδρας 51 χρόνων.

Εγκάρσιες τομές.

Εικόνα 7. Περιστατικό 8. Άνδρας 51 χρόνων.

Μετωπιαίες τομές.

Εικόνα 8. Περιστατικό 8. Άνδρας 51 χρόνων.

Οβελιαίες τομές.

Εικόνα 9. Περιστατικό 44. Γυναίκα 67 χρόνων.

Παράδειγμα παρουσίασης μιας επεξεργασμένης τομογραφικής μελέτης όπου διακρίνονται οι εγκάρσιες, μετωπιαίες και οβελιαίες τομές καθώς και η δυνατότητα επισήμανσης μιας περιοχής στις τρεις διαστάσεις.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΙΔ. ΣΚΟΠΟΣ

Το σπινθηρογράφημα οστών παραμένει η πλέον σημαντική εξέταση της Πυρηνικής Ιατρικής για έλεγχο των παθήσεων της σπονδυλικής στήλης. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό να καταγράψει την όποια συνεισφορά του SPECT στη διάγνωση των παθήσεων της σπονδυλικής στήλης. Ο κύριος στόχος είναι η καταγραφή της επιπλέον συνεισφοράς της τομογραφικής μελέτης –με όσα πλεονεκτήματα αυτή προσφέρει όπως αυτά αναφέρθηκαν στο γενικό μέρος- στην αρχική εντόπιση βλαβών στη σπονδυλική στήλη σε σχέση με το απλό σπινθηρογράφημα οστών και κατά πόσο είναι σκόπιμη η καθιέρωσή της ως εξέτασης ρουτίνας στις περιπτώσεις ασθενών που προσέρχονται για απλό σπινθηρογράφημα και παραπονούνται για πόνο στη ράχη. Πρέπει εδώ να γίνει σαφές ότι δεν ενδιαφέρεται η μελέτη να καταγράψει τη συνεισφορά της τομογραφικής μελέτης σε ήδη διαγνωσμένες βλάβες στη σπονδυλική στήλη. Τέτοια σύγκριση θα γίνει μόνο παρεμπιπτόντως και στις περιπτώσεις εκείνες που στην planar μελέτη ανεδείχθησαν ευρήματα.

Η ανάγκη που οδήγησε στην παραπάνω μελέτη ήταν πρακτικού χαρακτήρα και προέκυψε από την καθ' ημέρα πράξη. Πολλοί ασθενείς προσέρχονταν για σπινθηρογράφημα οστών προκειμένου να διερευνήσουν πόνο στη ράχη που μέχρι εκείνη τη στιγμή υπήρξε αδιάγνωστος τόσο από την κλινική εξέταση όσο και από στοιχειώδη ακτινολογικό έλεγχο (που περιελάμβανε απλές ακτινογραφίες και σπανιότερα και αξονική τομογραφία). Οι θεράποντες γιατροί προσέφευγαν στο απλό σπινθηρογράφημα οστών εξαιτίας αφενός της γνωστής ευαισθησίας του και της δυνατότητας ελέγχου όλου του σκελετού και αφετέρου εξαιτίας της σχετικά εύκολης πρόσβασης σ' αυτό. Καθώς οι περισσότεροι από τους ελεγχθέντες ασθενείς είτε έπασχαν από διαγνωσμένη νόσο -που δευτεροπαθείς εντοπίσεις της θα μπορούσαν να αναμένονταν σε όλη την έκταση του σκελετού- είτε παραπονούνταν για διάχυτα οστικά άλγη. Μια επιπλέον αιτία που οδήγησε στη μελέτη αυτή είναι το γεγονός της ανατομικής ιδιαιτερότητας της σπονδυλικής στήλης σε συνδυασμό με τη συχνότητα των προβλημάτων που παρουσιάζονται σ' αυτή. Συγκεκριμένα η παρουσία πολλών αποφύσεων σε κάθε σπόνδυλο –εγκάρσιες, ακανθώδεις και αρθρικές- και οι επιπροβολές τους δημιουργεί δυσκολία στη διάγνωση βλαβών πολύ περισσότερο όταν αυτές είναι πρώιμες και συνεπώς μικρές. Πέραν αυτού η σπονδυλική στήλη επιπροβάλλεται με άλλους ανατομικούς σχηματισμούς που πολλές φορές δημιουργούν επιπλέον σύγχυση στη διάγνωση. Τέλος, το γεγονός του αδιάγνωστου των υπό μελέτη περιπτώσεων καθιστά βέβαιη την αναζήτηση βλαβών σε πρώιμο στάδιο και κατά συνέπεια οι βλάβες αυτές θα είναι μικρού μεγέθους και προφανώς

δύσκολα εντοπίσιμες. Εδώ ίσως θα πρέπει να επισημανθεί ένας επιπλέον λόγος. Η χρήση του σπινθηρογραφήματος οστών δύο ή τριών φάσεων είναι ιδιαίτερα προβληματική στη σπονδυλική στήλη. Η μεγάλη αιματική δεξαμενή της καρδιάς, τα μεγάλα αγγεία του θώρακα και της κοιλίας και η παρουσία –εξαιτίας της απέκκρισης- του ραδιοφαρμάκου στους νεφρούς περιορίζουν τη χρησιμότητα αυτής της προσέγγισης καθιστώντας περισσότερο απαιτητή την πιθανή χρησιμότητα του SPECT.

**ΙΕ. ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΙΤΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΠΟΝΟ
ΣΤΗ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗ ΣΤΗΛΗ ΚΑΙ
ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΑΥΤΩΝ**

1. Βλάβες των μαλακών μορίων.

Διαταραχές από τα μαλακά μόρια της σπονδυλικής στήλης και των πέριξ ανατομικών σχηματισμών αποτελούν μια πολύ κοινή αιτία πόνου. Πολλές από αυτές τις περιπτώσεις δεν στέκονται ικανές να προκαλέσουν οστική αντίδραση και συνεπώς η όποια απεικονιστική μέθοδος διερεύνησης των οστών συνήθως αποβαίνει αρνητική. Πιθανή βλάβη στους μεσοσπονδύλιους δίσκους συνήθως δεν αναδεικνύεται σπινθηρογραφικά και εξέταση εκλογής είναι η MRI, η οποία παρουσιάζει καλά τόσο την ανατομία όσο και τις σχέσεις των μαλακών ιστών. Εδώ θα πρέπει να επισημανθεί ότι πόνος στην περιοχή της σπονδυλικής στήλης μη σπονδυλικής προέλευσης είναι συχνός και η διαγνωστική του προσπέλαση γίνεται με βάση κλινικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο οι περισσότεροι πυρηνικοί γιατροί έχουν την εμπειρία ανάδειξης μιας νεφρικής πάθησης μέσα από ένα σπινθηρογράφημα οστών.

2. Εκφυλιστικές νόσοι.

Οι εκφυλιστικές αλλοιώσεις αφορούν συνήθως τις μεσοσπονδυλικές και δισκοσπονδυλικές αρθρώσεις και η εμφάνισή τους συνήθως ξεκινάει από την εφηβεία⁸². Αυτοί οι ασθενείς είναι σύνηθες να διαμαρτύρονται για χρόνιο πόνο. Η απλή ακτινογραφία είναι συνήθως η πρώτη εξέταση που διενεργείται ωστόσο η παρουσία εκφυλιστικών αλλοιώσεων είναι τόσο κοινή, ειδικά στους περισσότερο ηλικιωμένους, που την απαξιώνει ως εξέταση που αναδεικνύει την αιτία των συμπτωμάτων. Το πρόβλημα είναι ακόμη μεγαλύτερο στην MRI. Εκεί το 50% των ασυμπτωματικών περιπτώσεων εμφανίζουν ανωμαλίες του δίσκου⁸³. Οι περισσότεροι ασθενείς αντιμετωπίζονται συντηρητικά, ωστόσο αν μπει η σκέψη χειρουργικής αντιμετώπισης, η καλύτερη μέθοδος είναι η δισκογραφία η οποία οριστικά προσδιορίζει το ανατομικό σημείο από το οποίο τα συμπτώματα προέρχονται⁸⁴. Αν και έχουν περιγραφεί ευρήματα στο σπινθηρογράφημα σε εκφυλιστικές αλλοιώσεις των μεσοσπονδύλιων δίσκων, ωστόσο δεν μπορεί το σπινθηρογράφημα να καταστεί χρήσιμο στην κλινική πράξη⁸⁵.

Παρομοίως όζοι του Schmorl (κήλη του δίσκου δια μέσου του πλατού) πρέπει να διαχωρίζονται σε ασυμπτωματικούς και σε προκαλούντες συμπτώματα⁸³. Αυτή η διαφοροποίηση μπορεί να γίνει με MRI⁸⁶. Αν και έχει περιγραφεί μια μη φυσιολογική μεταβολική δραστηριότητα στο SPECT [87], ωστόσο δεν παρέχει ουσιώδη κλινική συνεισφορά προς το παρόν.

Αντίθετα, υπάρχουν πολλές μελέτες για τη συνεισφορά του σπινθηρογραφήματος οστών σε νόσους των μεσοσπονδυλικών αρθρώσεων, ιδιαίτερα με τη χρήση του SPECT. Η CT⁸⁸ και η MRI⁸³ αναδεικνύουν δομικές ανωμαλίες των μεσοσπονδυλικών αρθρώσεων με σημαντική καθαρότητα, ωστόσο αυτό συμβαίνει και σε ασυμπτωματικές περιπτώσεις, γεγονός που υποβαθμίζει την κλινική συνεισφορά των παραπάνω μεθόδων. Η SPECT μπορεί να ανιχνεύσει περισσότερες βλάβες μεσοσπονδυλικών αρθρώσεων τόσο από την planar μελέτη^{87,89,90}, όσο και από τις απλές ακτινογραφίες⁹⁰.

Το πλεονέκτημα της SPECT μελέτης συνίσταται στο γεγονός της υψηλής της αρνητικής προγνωστικής αξίας⁸⁹ και στην ικανότητά της να αναδεικνύει εκείνους τους ασθενείς που συνήθως ανταποκρίνονται σε ένεση στις μεσοσπονδυλικές αρθρώσεις. Οι απλές ακτινογραφίες συχνά δεν έχουν την ευαισθησία να καταγράψουν την εκφύλιση των μεσοσπονδυλικών αρθρώσεων. Επίσης, όπως συμβαίνει και με άλλες ανατομικές τεχνικές (CT, MRI), δεν μπορούν να περιγράψουν με βεβαιότητα τις συγκεκριμένες αλλοιώσεις καθώς είναι θετικές και σε ασυμπτωματικές περιπτώσεις^{83,91}. Αν και οι βλάβες των μεσοσπονδυλικών αρθρώσεων αποτελούν μια αιτία πόνου στη ράχη, είναι πολλές φορές δύσκολο να προσδιοριστεί το ύψος της βλάβης. Υπάρχουν εργασίες⁹² που δείχνουν ότι η ανταπόκριση των πασχόντων σε ενέσεις με στεροειδή κατόπιν SPECT είναι σημαντικά πιο αποτελεσματική από αυτούς στους οποίους οι ενέσεις γίνονται μόνο με κλινικά κριτήρια. Αυτά τα ευρήματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η SPECT εξέταση καλό είναι να προτείνεται σε τέτοιου είδους ασθενείς⁹².

3. Κακοήθεις νόσοι.

Αν ένας ασθενής είναι γνωστό ότι πάσχει από μία πρωτοπαθή κακοήθεια και ταυτόχρονα πάσχει από πόνο στη ράχη, η εξέταση εκλογής είναι ένα απλό σπινθηρογράφημα οστών. Αν το σπινθηρογράφημα έδειχνε μία εστιακή αλλοίωση και ταυτόχρονα η ακτινογραφική μελέτη ήταν αρνητική ή έδειχνε καλοήθεις βλάβες μόνο, η επόμενη εξέταση εκλογής υπήρξε η MRI⁹³. Ωστόσο προσθέτοντας στο απλό σπινθηρογράφημα και την τομογραφική μελέτη, αναδείχθηκε η δυνατότητα διαφοροδιάγνωσης καλοήθων και κακοήθων αλλοιώσεων στη σπονδυλική στήλη και αυτό έχει καταγραφεί σε εργασίες⁹⁴⁻⁹⁶. Όχι μόνο η SPECT μελέτη αναδεικνύει περισσότερες βλάβες αλλά η τρισδιάστατη απεικόνιση επιτρέπει να προσδιορίσουμε ακριβέστερα ανατομικά τη βλάβη γεγονός που αυτονόητα αυξάνει την ειδικότητα⁹⁵. Αλλοιώσεις εντοπιζόμενες στο σώμα του σπονδύλου ή τον αυχένα είναι περισσότερο

πιθανό να αναδεικνύουν μια κακοήγη εξεργασία σε σχέση με αλλοιώσεις που εντοπίζονται στην περιφέρεια του σώματος και στις μεσοσπονδυλικές αρθρώσεις. Επιπροσθέτως η SPECT εξέταση αναδεικνύεται υπέρτερη της MRI στην ανίχνευση μεταστάσεων που αφορούν τους οπίσθιους ανατομικούς σχηματισμούς της σπονδυλικής στήλης. Αν και απαιτείται παραπέρα διερεύνηση των παραπάνω, είναι ιδιαίτερα δελεαστικό το γεγονός ότι η τομογραφική εξέταση μπορεί να ακολουθήσει το απλό σπινθηρογράφημα αποφεύγοντας μια νέα επίσκεψη σε εργαστήριο χωρίς καμιά επιπλέον ακτινολογική επιβάρυνση.

Σε ασθενείς χωρίς διαγνωσμένο πρωτοπαθή όγκο αλλά με πόνο στη ράχη συχνά προκαλείται φόβος –τόσο στο γιατρό όσο και στον ασθενή- ότι τα συμπτώματα αποδίδονται σε κακοήθεια. Σ' αυτή την περίπτωση οι ακτινογραφίες δεν είναι ευαίσθητες και το σπινθηρογράφημα αποτελεί την εξέταση της απόλυτης εκλογής εξαιτίας της υψηλής ευαισθησίας του. Ωστόσο το αρνητικό σπινθηρογράφημα –στην προκείμενη περίπτωση- δεν αξιολογείται.

Γενικά η πλέον συχνή ένδειξη πραγματοποίησης σπινθηρογραφήματος οστών είναι η έρευνα της μεταστατικής νόσου, για την οποία αποτελεί την εξέταση εκλογής καθώς συμβάλλει:

1. Στην πρώιμη ανίχνευση των εντοπίσεων σε όλη την έκταση του σκελετού.
2. Στη σταδιοποίηση της νόσου.
3. Στον καθορισμό του θεραπευτικού σχήματος.
4. Στην παρακολούθηση της πορείας της νόσου.

Πρωτοπαθείς όγκοι στη σπονδυλική στήλη είναι σπάνιοι και εν προκειμένω το σπινθηρογράφημα οστών είναι σχεδόν χωρίς νόημα. Εξαίρεση ίσως αποτελεί το οστεοειδές οστέωμα που κάποιος το υποπτεύεται από το κλασικό ιστορικό νυχτερινού πόνου που ανταποκρίνεται σε ασπιρίνη. Αυτοί οι όγκοι είναι μεταβολικά ενεργότατοι αλλά λόγω του μικρού τους μεγέθους είναι δύσκολα ανιχνεύσιμοι από ακτινογραφίες ακόμη και από τη CT. Το σπινθηρογράφημα λόγω της ευαισθησίας του αποτελεί την εξέταση εκλογής και κατόπιν προστίθεται κάποια ακτινολογική μέθοδος –όπως η CT- προκειμένου να εξειδικευθεί η διάγνωση.

4. Τραύμα.

Η οστεοπόρωση αποτελεί μία σχετικά κοινή αιτία συμπιεστικών καταγμάτων. Οι ακτινογραφίες είναι ελάχιστα ευαίσθητες στην ανίχνευση αυτών των καταγμάτων συγκρινόμενες με το σπινθηρογράφημα οστών⁹⁷. Επίσης οι απλές ακτινογραφίες

αδυνατούν να προσδιορίσουν χρονικά ένα κατάγμα και επιπλέον είναι δύσκολο να εντοπίσουν την πηγή πρόκλησης του πόνου σε ασθενείς που ήδη είχαν εγκατεστημένα προηγούμενα κατάγματα. Το σπινθηρογράφημα οστών προσφέρει σημαντική βοήθεια σ' αυτές τις περιπτώσεις καθώς τα πλέον πρόσφατα κατάγματα προκαλούν εντονότερη συγκέντρωση του ρ/φ από τα παλαιότερα. Ωστόσο πρέπει να γίνει σαφές ότι το σπινθηρογράφημα οστών, σε περίπτωση συμπίεσης των σπονδύλων εξαιτίας μεταστατικής βλάβης, θα εμφανίσει την ίδια εικόνα. Η DXA μπορεί να είναι χρήσιμη καταγράφοντας την οστική πυκνότητα –και έμμεσα αναδεικνύοντας τυχούσα οστεοπορωτική διεργασία- ωστόσο η MRI πρέπει να αποτελεί την εξέταση εκλογής στη ανάγκη διαφοροδιάγνωσης ανάμεσα σε καλοήθεις και κακοήθεις αιτίες

Σε ασθενείς με οστεοπορωτικής αιτίας συμπίεση στους οποίους ο πόνος καθίσταται χρόνιος, άλλες αιτίες πόνου θα μπορούσαν να εμπλακούν. Εδώ η τομογραφική σπινθηρογραφική μελέτη θα ανεδείκνυε βλάβες στις μεσοσπονδύλικές αρθρώσεις εξαιτίας της συμπίεσης⁹⁸.

Η σπονδυλόλυση μπορεί να αποτελεί μία αιτία πόνου στη ράχη σε νέους αθλητές. Η MRI μπορεί να αναδείξει την ελλειμματική περιοχή αλλά δεν παρουσιάζει ειδικότητα⁹⁹. Οι ανατομικές τεχνικές μπορούν να ανιχνεύσουν αυτά τα ελλειμματικά σπονδυλικά τμήματα ωστόσο ανιχνεύουν και άλλα τέτοια που δεν προκαλούν συμπτώματα. Η SPECT μελέτη μπορεί να διαφοροδιαγνώσει τα συμπτωματικά από τα ασυμπτωματικά περιστατικά καθώς τα τελευταία δεν παρουσιάζουν αυξημένη πρόσληψη στο σπινθηρογράφημα¹⁰⁰. Η τομογραφική σπινθηρογραφική μελέτη είναι περισσότερο ευαίσθητη τόσο από τις απλές ακτινογραφίες όσο και από την απλή σπινθηρογραφική μελέτη στην καταγραφή ενός κατάγματος^{101,102}. Πέραν αυτού η SPECT μελέτη μπορεί να ανιχνεύσει προ-καταγματικές καταστάσεις που είναι αναστρέψιμες με συντηρητική θεραπεία¹⁰³. Μια θετική σπινθηρογραφική μελέτη σε έναν ασθενή με γνωστή ελλειμματική περιοχή μπορεί να προοιωνίσει μια καλή χειρουργική ανταπόκριση¹⁰⁴, ωστόσο απαιτείται παραπέρα μελέτη για να εδραιωθεί αυτή η εκτίμηση.

Η πεταλεκτομή είναι μια χειρουργική επέμβαση για την αποκατάσταση πόνου στη ράχη εξαιτίας κήλης μεσοσπονδύλιου δίσκου. Όμως ένας μικρός αριθμός ασθενών διατηρούν τα συμπτώματά τους και μετεγχειρητικά. Η SPECT μελέτη των οστών αποτελεί καλή μέθοδο ανίχνευσης του προβλήματος. Ο πόνος μπορεί να είναι αποτέλεσμα ανώμαλων πιέσεων στις μεσοσπονδύλικές αρθρώσεις¹⁰⁵.

5. Λοίμωξη.

Αν σε κάποιο ασθενή υπάρχει υποψία της παρουσίας οστεομυελίτιδας ή δισκίτιδας ως αιτιών του πόνου στη ράχη κατόπιν της κλινικής εξέτασης και των εργαστηριακών δεδομένων, το σπινθηρογράφημα οστών αποτελεί ένα ευαίσθητο μέσο επιβεβαίωσης μιας ανωμαλίας και ανίχνευσης του επιπέδου της νόσου. Οι απλές ακτινογραφίες μπορούν να ανιχνεύσουν τη βλάβη αλλά αυτό το πετυχαίνουν σχετικά καθυστερημένα. Το σπινθηρογράφημα οστών είναι επιπλέον εύκολο να ανιχνεύσει και βλάβες και σε άλλα οστά είτε της σπονδυλικής στήλης είτε έξω από αυτή. Αν οι ακτινογραφίες δεν αναδείξουν ειδικές αλλοιώσεις φλεγμονής ενώ ταυτόχρονα το σπινθηρογράφημα αναδεικνύει ευρήματα, τότε η ειδικότητα αυξάνει είτε με την τέλεση σπινθηρογραφήματος με σεσημασμένα λευκά αιμοσφαίρια είτε με την τέλεση σπινθηρογραφήματος με γάλλιο. Η MRI αναδεικνύει τις φλεγμονώδεις αλλοιώσεις εξίσου καλά^{106,107}, αλλά εξακολουθεί να παραμένει πρόβλημα ο περιορισμένος αριθμός μηχανημάτων. Έχει όμως το πλεονέκτημα να περιγράφει και την έκταση προσβολής των μαλακών μορίων και έτσι αποτελεί την εξέταση εκλογής. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το σπινθηρογράφημα οστών και η MRI αποτελούν συμπληρωματικές μεθόδους ανάδειξης του επιπέδου και της έκτασης της βλάβης αφενός και της επιβεβαίωσης της διάγνωσης αφετέρου. Οι καλλιέργειες αίματος είναι συχνά αρνητικές σε περιπτώσεις λοιμώξεων στη σπονδυλική στήλη¹⁰⁶ και ανατομικές μέθοδοι –κύρια η CT- αποτελούν τον οδηγό για λήψη βιοψίας η οποία θα επιβεβαιώσει τη διάγνωση και θα προσδιορίσει τον υπεύθυνο μικροοργανισμό που προκάλεσε τη λοίμωξη.

6. Φλεγμονώδεις –μη λοιμώδεις νόσοι.

Η ιερολαγονίτιδα και η σπονδυλοαρθροπάθεια είναι συχνά δύσκολο να διαγνωστούν με βεβαιότητα. Οι απλές ακτινογραφίες δίνουν ευρήματα με σχετική καθυστέρηση και απαιτείται χρησιμοποιηθεί κάποια λειτουργική μέθοδος που είναι περισσότερο ευαίσθητη. Το απλό σπινθηρογράφημα οστών με ταυτόχρονο προσδιορισμό του ποσοστού πρόσληψης του ρ/φ από τις δύο ιερολαγόνιες, προτιμάται για πρώιμη διάγνωση¹⁰⁸. Επίσης η MRI για την πρώιμη διάγνωση ιερολαγονίτιδας, είναι περισσότερο ευαίσθητη από τις απλές ακτινογραφίες¹⁰⁹. Αντίθετα, το τομογραφικό σπινθηρογράφημα οστών είναι λιγότερο ευαίσθητο και περισσότερο ειδικό από την MRI^{110,111}, καθιστάμενο συμπληρωματικό προς αυτή για την πρώιμη διάγνωση της ιερολαγονίτιδας. Επιπλέον το σπινθηρογράφημα οστών

μπορεί να αναδείξει και άλλες αιτίες που προκαλούν πόνο στη ράχη¹¹² και οι οποίες απαιτούν διαφορετική θεραπευτική προσέγγιση.

7. Νόσος Paget.

Η νόσος Paget είναι κοινή στους ηλικιωμένους αλλά η μειοψηφία των ασθενών εμφανίζει συμπτώματα. Οι απλές ακτινογραφίες αναδεικνύουν τις τυπικές βλάβες στις περισσότερες περιπτώσεις ωστόσο είναι δύσκολο να διαφοροδιαγνώσουν μια οστεοβλαστική μετάσταση από μια βλάβη της νόσου Paget στη σπονδυλική στήλη. Το σπινθηρογράφημα οστών συνήθως δεν προσθέτει ειδικότητα σε μία απλή βλάβη θα αναδείξει όμως άλλες ανωμαλίες στον υπόλοιπο σκελετό περισσότερο τυπικές της νόσου από ότι σε μεταστατική νόσο¹¹³.

ΙΣΤ. ΥΛΙΚΟ

Μελετήθηκαν 87 συνολικά ασθενείς από τους οποίους 45 ήσαν άνδρες και 42 γυναίκες η ηλικία των οποίων κυμαινόταν ανάμεσα στα 10 και τα 80 χρόνια. Τα παιδιά ήσαν 7 από τα οποία 6 ήσαν αγόρια και 1 κορίτσι. Κοινό χαρακτηριστικό των ασθενών υπήρξε ο επίμονος πόνος στη σπονδυλική στήλη και προσέρχονταν για να υποβληθούν εξαιτίας αυτού, σε απλό σπινθηρογράφημα οστών. Από τους ασθενείς αυτούς οι 16 είχαν διαγνωσμένη κακοήγη νεοπλασία χωρίς ωστόσο διαγνωσμένες

μεταστάσεις. Οι πρωτοπαθείς εστίες αφορούσαν στο μαστό, τον πνεύμονα, τον προστάτη και οστά εκτός της σπονδυλικής στήλης. Άλλοι 16 ασθενείς έπασχαν από διαγνωσμένη βρουκέλλωση. Οι 20 έπασχαν από γενικευμένα οστικά άλγη συμπεριλαμβανομένης και αλγών της σπονδυλικής στήλης. Οι υπόλοιποι 35 έπασχαν από αδιάγνωστη επιμένουσα οσφυαλγία. (Τα χαρακτηριστικά των ασθενών φαίνονται στον πίνακα 20.)

Πίνακας 20. Ασθενείς και χαρακτηριστικά αυτών.

A/	Φύλο	Ηλικία	Ιστορικό- Διάγνωση
A		α	
1	Άνδρας	60	Καρκίνος προστάτη- Οσφυαλγία
2	Άνδρας	48	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
3	Γυναίκα	65	Διάχυτα οστικά άλγη.
4	Γυναίκα	72	Καρκίνος μαστού χειρουργημένος –Διάχυτα οστικά άλγη
5	Γυναίκα	75	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
6	Γυναίκα	55	Καρκίνος μαστού χειρουργημένος- Διάχυτα οστικά άλγη
7	Γυναίκα	73	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
8	Άνδρας	51	Καρκίνος πνεύμονα ανεγχείρητος- Άλγη κατώτερης Θ.Μ.Σ.Σ.
9	Αγόρι	10	Επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
10	Κορίτσι	11	Διάχυτη θωρακαλγία με επίταση στη Θ.Μ.Σ.Σ.
11	Γυναίκα	32	Βρουκέλλωση- Οξεία αδιάγνωστη οσφυαλγία
12	Άνδρας	68	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
13	Άνδρας	54	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυοισχιαλγία
14	Αγόρι	13	Επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
15	Άνδρας	80	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
16	Γυναίκα	62	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
17	Γυναίκα	22	Βρουκέλλωση- Οξεία οσφυαλγία
18	Γυναίκα	58	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
19	Αγόρι	12	Οξεία οσφυαλγία και αμφοτερόπλευρη ισχιαλγία
20	Γυναίκα	55	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
21	Άνδρας	23	Εντονότατη αδιάγνωστη οσφυαλγία με εξάρσεις και υφέσεις
22	Άνδρας	35	Επιμένουσα αδιάγνωστη θωρακοοσφυαλγία
23	Γυναίκα	63	Διάχυτα οστικά άλγη
24	Άνδρας	64	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
25	Γυναίκα	24	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
26	Γυναίκα	55	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
27	Γυναίκα	65	Διάχυτα και έντονα οστικά άλγη
28	Άνδρας	45	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
29	Άνδρας	44	Βρουκέλλωση – Άλγη σπονδυλικής στήλης
30	Γυναίκα	72	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
31	Γυναίκα	75	Πολυαρθραλγίες και διάχυτα άλγη σπονδυλικής στήλης
32	Άνδρας	76	Χρόνια επιμένουσα και διάχυτη οσφυαλγία
33	Γυναίκα	59	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
34	Γυναίκα	67	Βρουκέλλωση- Οξεία άλγη οσφυϊκής και θωρακικής Μ.Σ.Σ.
35	Γυναίκα	74	Διάχυτη οπίσθια θωρακαλγία.
36	Γυναίκα	69	Καρκίνος μαστού χειρουργημένος- Διάχυτα οστικά άλγη
37	Γυναίκα	68	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία

38	Ανδρας	60	Διάχυτα οστικά άλγη
39	Αγόρι	14	Ήπια επιμένουσα αδιάγνωστη οσφυαλγία
40	Γυναίκα	48	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
41	Γυναίκα	52	Καρκίνος μαστού χειρουργημένος- Οσφυαλγία
42	Ανδρας	62	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
43	Γυναίκα	58	Εκφυλιστική αρθροπάθεια γονάτων- Διάχυτα άλγη Θ.Μ.Σ.Σ.
44	Γυναίκα	67	Διάχυτα οστικά άλγη
45	Γυναίκα	70	Διάχυτα οστικά άλγη
46	Ανδρας	68	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
47	Ανδρας	80	Πιθανά παθολογικά κατάγματα Ο.Μ.Σ.Σ.- Διάχυτα οστικά άλγη
48	Ανδρας	65	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
49	Γυναίκα	45	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
50	Γυναίκα	77	Διάχυτα οστικά άλγη
51	Γυναίκα	42	Πρόσθια και οπίσθια χρόνια θωρακαλγία Ολική αρθροπλαστική ισχίου- Επιμένουσα- αδιάγνωστη
52	Ανδρας	70	οσφυαλγία
53	Ανδρας	58	Βρουκέλλωση-Οσφυαλγία
54	Αγόρι	11	Οστεόλυση Ο3
55	Ανδρας	63	Καρκίνος προστάτη χειρουργημένος –Οσφυαλγία
56	Γυναίκα	62	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
57	Γυναίκα	65	Χρόνια επιμένουσα και διάχυτη οσφυαλγία
58	Ανδρας	58	Ανεγχείρητος καρκίνος πνεύμονα-Διάχυτα οστικά άλγη
59	Γυναίκα	50	Καρκίνος μαστού –Διάχυτα άλγη σπονδυλικής στήλης
60	Ανδρας	53	Χρόνια και αδιάγνωστα άλγη Θ.Μ.Σ.Σ.
61	Αγόρι	10	Πρόσφατη αδιάγνωστη αριστερή οσφυοισχιαλγία
62	Ανδρας	68	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
63	Γυναίκα	45	Διάχυτα χρόνια άλγη σπονδυλικής στήλης
64	Ανδρας	64	Ανεγχείρητος καρκίνος πνεύμονα – Άλγη σπονδυλικής στήλης
65	Γυναίκα	60	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
66	Ανδρας	60	Καρκίνος προστάτη χειρουργημένος- Οσφυαλγία
67	Γυναίκα	67	Χρόνια επιμένουσα και διάχυτη οσφυαλγία
68	Ανδρας	53	Χρόνια επιμένουσα και διάχυτη οσφυαλγία
69	Ανδρας	54	Χρόνιο επιμένον ραχιαίο άλγος Οστικά άλγη Σ.Σ.- Πιθανά αυτόματα κατάγματα σπονδυλικής
70	Γυναίκα	70	στήλης
71	Ανδρας	68	Χρόνια οσφυαλγία δεξιά.
72	Γυναίκα	65	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
73	Ανδρας	52	Άλγος ανώτερης Α.Μ.Σ.Σ. –Πιθανό κάταγμα οδόντος
74	Γυναίκα	75	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυο-ισχιαλγία άμφω
75	Ανδρας	66	Βρουκέλλωση- Οσφυαλγία
76	Ανδρας	45	Βρουκέλλωση- Άλγη σπονδυλικής στήλης
77	Ανδρας	68	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
78	Γυναίκα	62	Καρκίνος μαστού χειρουργημένος- Έντονη οσφυαλγία
79	Ανδρας	38	Ανεγχείρητος καρκίνος πνεύμονα- Οπίσθια θωρακαλγία
80	Ανδρας	64	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
81	Ανδρας	45	Ανεγχείρητος καρκίνος πνεύμονα- Άλγη σπονδυλικής στήλης
82	Ανδρας	51	Χρόνια επιμένουσα και αδιάγνωστη οσφυαλγία
83	Ανδρας	77	Εκφυλιστική αρθροπάθεια ισχίου- Χρόνια οσφυαλγία
84	Ανδρας	54	Πιθανός καρκίνος 2 ^{ου} μετακαρπίου δεξιά- Άλγη Θ.Μ.Σ.Σ.
85	Γυναίκα	56	Διάχυτα οστικά άλγη

86	Γυναίκα	70	Καρκίνος μαστού χειρουργημένος- Οσφυαλγία
87	Άνδρας	55	Διάχυτα οστικά άλγη

Οι παραπάνω ασθενείς ανεξαρτήτως ευρημάτων στο απλό σπινθηρογράφημα υποβάλλονταν αμέσως μετά σε τομογραφική μελέτη σύμφωνα με όσα περιγράφονται παρακάτω.

ΙΖ. ΜΕΘΟΔΟΣ

Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε τομογραφική γ-camera με μονή και παραλληλόγραμμη κεφαλή ωφέλιμου πεδίου 540X400 mm. Η γ-camera είναι της εταιρείας ELSCINT και του τύπου APEX SPX 6HR η οποία ανήκει στο Κλινικό Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής του Γενικού Περιφερειακού Νοσοκομείου Πατρών «Ο Άγιος Ανδρέας», όπου και έγινε το σύνολο της μελέτης.

Στους ενήλικες ασθενείς της μελέτης χορηγήθηκαν 600-700 MBq ^{99m}Tc συνδεδεμένο με MDP με τη μορφή του σκευάσματος LENOSCINT της εταιρείας DUPONT PHARMA. 2,5-3 ώρες μετά την ενδοφλέβια χορήγηση του ραδιοφαρμάκου (^{99m}Tc -MDP) λαμβάνονταν ολόσωμα σπινθηρογραφήματα οστών με τη μορφή STEP AND SHOOT και με χρόνο λήψης τα 240 sec.. Για το whole-body σπινθηρογράφημα χρησιμοποιήθηκε κατευθυντήρας (collimator) low energy-all purpose. Για τα παιδιά η δόση του ρ/φ ήταν ανάλογη του σωματικού βάρους ενώ τα λοιπά στοιχεία της μελέτης παρέμεναν τα ίδια. Αμέσως μετά οι ασθενείς υποβάλλονταν σε τομογραφική μελέτη με περιοχή ενδιαφέροντος τη σπονδυλική στήλη και συνήθως τα κατώτερα όρια του πεδίου συνέπιπταν με το κατώτερο όριο της σπονδυλικής στήλης πλην ελαχίστων περιπτώσεων που το αναφερόμενο άλγος αφορούσε στην αυχενική και ανώτερη θωρακική μοίρα. Η τομογραφική μελέτη έγινε με τη μορφή STEP AND SHOOT με γωνία περιστροφής 360 μοίρες με στάση ανά 3 μοίρες και χρόνο λήψης τα 20 sec ενώ το χρησιμοποιηθέν matrix-size ήταν 64X64.

Οι εικόνες της planar μελέτης τυπώνονται σε ακτινολογικό film ενώ παράλληλα υπάρχουν τόσο στον υπολογιστή της γ-camera όσο και στο σύστημα επεξεργασίας X-perf όπου γίνεται η αρχειοθέτηση. Τα στοιχεία της τομογραφικής μελέτης μεταφέρονται στο σύστημα επεξεργασίας X-perf όπου επεξεργαζόμενα αναπαραγάγουν σειρές εικόνων σε οβελιαίο, εγκάρσιο και μετωπιαίο επίπεδο και ταυτόχρονα παράγεται τρισδιάστατη περιστρεφόμενη εικόνα. Οι επεξεργασμένες εικόνες της τομογραφικής μελέτης εκτυπώνονται μέσω εγχρώμου video printer.

Τα παραπάνω βήματα συνοπτικά περιγράφονται στον πίνακα 21.

Πίνακας 21. Στάδια τέλεσης της εξέτασης.

ΒΗΜΑΤ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙ
A		A
1	Παρασκευή ρ/φ. Λήψη ιστορικού.	20'
2	Χορήγηση ρ/φ.	2'
3	Εκτέλεση της planar μελέτης υπό τη μορφή whole body 3 ώρες μετά τη χορήγηση.	45'

4	Πραγματοποίηση της τομογραφικής μελέτης στην περιοχή ενδιαφέροντος.	45'
5	Επεξεργασία των δεδομένων. Εκτύπωση των εικόνων. Γραφή της διάγνωσης.	30'

ΙΗ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η εκτίμηση και διατύπωση των αποτελεσμάτων έγινε αρχικά για την planar μελέτη τόσο μέσω του film όσο και μέσω των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τα συμπεράσματα για κάθε εξέταση αναφέρονται στον πίνακα 22. Στη συνέχεια γινόταν εκτίμηση των αποτελεσμάτων της επεξεργασμένης τομογραφικής μελέτης και τα συμπεράσματα δίνονται επίσης στον πίνακα 22. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τα αναφερόμενα ως αποτελέσματα της planar μελέτης είναι αυτά που θα δίνονταν ως απάντηση του σπινθηρογραφήματος αν δεν επακολουθούσε η τομογραφική μελέτη.

Πίνακας 22. Αποτελέσματα των εξετάσεων.

A/	Διάγνωση planar μελέτης	Διάγνωση τομογραφικής μελέτης
A		
1	Αρνητική	Αρνητική
2	Αρνητική	Διάχυτη στο σώμα του Ο5
3	Αρνητική	Διάχυτη στην αριστερή ιερολαγόνια
4	Μεταβολικό κρανίο Χωρίς ευρήματα από τη σπονδυλική στήλη.	Αρνητική
5	Αρνητική	Αρνητική
6	Αρνητική	Αρνητική
7	Αρνητική	Αρνητική
8	Υποψία εστιακής στην 4 ^η αριστερή πλευρά προσθίως.	Εστιακές στα σώματα των Θ11 και Ο4 και επιβεβαίωση του ευρήματος.
9	Αρνητική	Αρνητική
10	Αρνητική	Αρνητική
11	Αρνητική	Εστιακές στο πρόσθιο μέρος του σώματος του Ο5 και στην αριστερή ιερολαγόνια
12	Αρνητική	Μικρής έντασης εστιακή στο σώμα του Ο5
13	Εστιακή στο πρόσθιο και αριστερό άκρο του σώματος του Ο5	Επιβεβαίωση
14	Αρνητική	Υποψία 2 εστιών στο σώμα του Ο5
15	Αρνητική	Διάχυτες στους Ο3,Ο4,Ο5
16	Υποπτη στο σώμα του Ο4	Διάχυτες στα σώματα των Ο4,Ο5
17	Υποψία δεξιάς ιερολαγονίτιδας	Επιβεβαίωση και πρόσθετη υποψία και για αριστερή ιερολαγονίτιδα.
18	Αρνητική	Πιθανότατες εστίες στα σώματα των Ο4,Ο5
19	Εστία στην αριστερή ιερολαγόνια	Η εστία προερχόταν από τα μαλακά μόρια-πιθανός ραδιενεργός λεκές
20	Αρνητική	Διάχυτες στα σώματα των Ο3,Ο4
21	Αριστερή ιερολαγονίτιδα	Επιβεβαίωση και πρόσθετη αποκάλυψη ηπιότερης δεξιάς ιερολαγονίτιδας
22	Αρνητική	Αρνητική
23	Αρνητική	Αρνητική
24	Επιμήκης στον Ο5	Επιβεβαίωση με μεγαλύτερη έκταση
25	Ιερολαγονίτιδα άμφω	Επιβεβαίωση
26	Αρνητική	Αρνητική
27	Εστιακές στους Θ6,Θ7,Θ8	Επιβεβαίωση
28	Αρνητική	Αρνητική
29	Αρνητική	Αρνητική
30	Αρνητική	Εστιακές στους Ο4,Ο5

31	Ασαφείς στην Ο.Μ.Σ.Σ.	Εστιακές στο αριστερό άκρο του Ο5 και στον Ο4
32	Αρνητική	Εστία στην ακανθώδη απόφυση του Ο5
33	Πιθανότατη στο σώμα του Ο4	Επιβεβαίωση του ευρήματος και ανάδειξη της εστιακότητάς του
34	Σαφής εστία στο Θ8 και ύποπτη στον Ο5	Επιβεβαίωση των ευρημάτων και εστία στην ακανθώδη απόφυση του Ο4
35	Υποψία στο δεξιό άκρο του Ο5	Επιβεβαίωση
36	Αρνητική	Αρνητική
37	Αρνητική	Αρνητική
38	Αρνητική	Αρνητική
39	Αρνητική	Αρνητική
40	Αρνητική	Αρνητική
41	Αρνητική	Εστιακή στον Ο4
42	Μικρή υποψία εστιακής στον Ο3	Επιβεβαίωση του ευρήματος
43	Αρνητική	Διάχυτη στην κατώτερη Θ.Μ.Σ.Σ.- ιδιαίτερα στους Θ8,Θ9
44	Αρνητική	Διάχυτη στους Θ5,Θ6,Θ7,Θ8,Θ9 σπονδύλους
45	Εστιακή στο δεξιό άκρο του Ο5	Επιβεβαίωση
46	Δύο εστιακές στο σώμα του Ο5	Επιβεβαίωση
47	Αρνητική	Αρνητική
48	Αρνητική	Αρνητική
49	Αρνητική	Αρνητική
50	Αρνητική	Αρνητική
51	Αρνητική	Αρνητική
52	Αρνητική	Διάχυτη στο σώμα και τις αποφύσεις του Ο3
53	Αρνητική	Αρνητική
54	Αρνητική	Αρνητική
55	Μικρές εστιακές στους Ο3,Ο4	Επιβεβαίωση και πρόσθετη εστιακή στο Θ8
56	Ιερολαγονίτιδα άμφω	Επιβεβαίωση
57	Αρνητική	Διάχυτη στους Ο3,Ο4
58	Πιθανή διάχυτη στην κατώτερη Θ.Μ.Σ.Σ.	Επιβεβαίωση του ευρήματος
59	Μικρή υποψία εστιακής στον Ο5	Εντονότατη σε ολόκληρο τον Ο5
60	Αρνητική	Αρνητική
61	Ιερολαγονίτιδα	Αρνητική
62	Αρνητική	Αρνητική
63	Αρνητική	Αρνητική
64	Αρνητική	Αρνητική
65	Διάχυτη στους Ο1,Ο2,Ο3	Επιβεβαίωση και παραπέρα διασαφήνιση των ευρημάτων

66	Διάχυτες στη Θ.Μ.Σ.Σ.	Εστιακές και στη Θ.Μ.Σ.Σ. και στην Ο.Μ.Σ.Σ.
67	Αρνητική	Εστιακή στο σώμα του Ο4
68	Αρνητική	Πιθανότατη δεξιά ιερολαγονίτιδα
69	Ασαφείς εστίες στην Ο.Μ.Σ.Σ. Πολλαπλές, εκτεταμένες και έντονες	Σαφείς εστίες Ο.Μ.Σ.Σ. και Θ.Μ.Σ.Σ.
70	στην κατώτερη Θ.Μ.Σ.Σ. και Ο.Μ.Σ.Σ.	Επιβεβαίωση
71	Ιερολαγονίτιδα	Επιβεβαίωση Επιβεβαίωση και καλύτερη
72	Διάχυτες σε ολόκληρη την Ο.Μ.Σ.Σ.	τοπογραφική διευκρίνιση
73	Αρνητική	Αρνητική
74	Μικρή υποψία εστιών στην κατώτερη Ο.Μ.Σ.Σ	Επιβεβαίωση
75	Πιθανή εστία στον Ο5	Επιβεβαίωση εστίας πάνω στο σπονδυλικό τόξο
76	Διάχυτες ασαφείς εστίες Ο.Μ.Σ.Σ. και Θ.Μ.Σ.Σ.	Σαφείς στα σώματα των ίδιων σπονδύλων
77	Αρνητική	Διάχυτα στην Ο.Μ.Σ.Σ.
78	Υποψία διάχυτης στην Ο.Μ.Σ.Σ. Πολλαπλές σε πλευροσπονδυλικές	Σαφείς στα σώματα των Ο2,Ο3,Ο4
79	συμβολές	Επιβεβαίωση
80	Αρνητική	Αρνητική
81	Δύο εστίες στο Θ8	Επιβεβαίωση
82	Εστιακή στον Ο5	Επιβεβαίωση
83	Πολλαπλές εστίες σε πολλά σημεία της Σ.Σ.	Επιβεβαίωση
84	Μικρή υποψία εστιών στη Θ.Μ.Σ.Σ	Επιβεβαίωση των ευρημάτων Επιπροβολή της ακανθώδους
85	Μικρή υποψία εστίας στον Ο4	αποφύσεως
86	Μικρή υποψία εστίας στον Ο4	Επιβεβαίωση
87	Αρνητική	Διάχυτες εστίες στην κατώτερη Ο.Μ.Σ.Σ

Διευκρινίσεις πάνω στον πίνακα

Όπου αναφέρεται «αρνητική» σημαίνει ότι στο αντίστοιχο σπινθηρογράφημα δεν καταγράφονται σκελετικά ευρήματα και μάλιστα στη σπονδυλική στήλη.

Οι λέξεις «εστιακή» και «διάχυτη» αυτονόητα πρέπει να συνοδεύονται με τη φράση «περιοχή αυξημένης πρόσληψης του ρ/φ».

Όπου αναφέρεται –στις τομογραφικές μελέτες- η λέξη «επιβεβαίωση» αυτή σημαίνει είτε παρόμοια εικόνα με την planar μελέτη είτε βεβαιότητα για την ύπαρξη των ευρημάτων σε περίπτωση αμφιβολίας στην planar μελέτη.

1. Ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Από τη μελέτη των παραπάνω περιστατικών προκύπτει η ανάγκη καταγραφής ορισμένων συμπερασμάτων που προκύπτουν από αυτά

A. Αν δεν επακολουθούσε η τομογραφική μελέτη οι 22 από τους 87 ασθενείς που προσήλθαν για έλεγχο θα είχαν σπινθηρογράφημα που θα κατέγραφε παθολογικά ευρήματα από την σπονδυλική στήλη. Ποσοστιαία στο 25,2% των ασθενών.

Πέραν αυτών 9 από τους 22 ασθενείς που ήσαν θετικοί τόσο στο απλό όσο και στο τομογραφικό σπινθηρογράφημα εμφάνισαν στο δεύτερο επιπλέον ευρήματα των αρχικών. Ποσοστιαία 40% των ασθενών.

Αντίθετα σε 50 από τους 87 ασθενείς δεν κατεγράφησαν παθολογικές εστίες στη σπονδυλική στήλη. Ποσοστιαία στο 57,5% των ασθενών.

Στους υπόλοιπους 15 από τους 87 ασθενείς από την planar μελέτη δημιουργήθηκαν μεγάλες ή μικρές υποψίες για παθολογικά ευρήματα στους σπονδύλους και προτάθηκε σ' αυτούς παραπέρα έλεγχος και σύντομη επανάληψη του σπινθηρογραφήματος. Ποσοστιαία στο 17,2% των ασθενών

Τα παραπάνω ευρήματα καθώς και η αναλυτική κατανομή τους ανά ομάδα ασθενών καταγράφονται στον πίνακα 23.

Πίνακας 23. Ευρήματα και κατανομή αυτών στην Planar μελέτη.

ΔΙΑΓΝΩΣΗ	PLANAR +		PLANAR -		PLANAR +/-	
Καρκίνος	3/16	18,8%	6/16	37,5%	7/16	43,8%
Βρουκέλλωση	8/16	50%	6/16	37,5%	2/16	12,5%
Οστικά άλγη	3/20	15%	13/20	65%	4/20	20%
Οσφυαλγία	8/35	22,8%	25/35	71,4%	2/35	5,7%
ΣΥΝΟΛΟ	22/87	25,2%	50/87	57,5%	15/87	17,2%

B. Μετά τη διενέργεια της τομογραφικής μελέτης τα αποτελέσματα μεταβλήθηκαν σημαντικά και πρέπει να επισημανθεί η πλήρης σχεδόν απουσία αμφιβολίας στη διαγνωστική προσπάθεια. Έτσι σε 55 από τους 87 ασθενείς κατεγράφησαν παθολογικά ευρήματα, σε 5 από τους οποίους μάλιστα διαπιστώθηκε ότι τα ευρήματα ήσαν πλέον εκτεταμένα απ' ότι η planar μελέτη κατέδειξε. Ποσοστιαία το 63,2% των ασθενών.

Αντίθετα στους υπόλοιπους 32 από τους 87 ασθενείς δεν ανεδείχθησαν παθολογικά ευρήματα από τη σπονδυλική στήλη. Ποσοστιαία στο 36,8% των ασθενών.

Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι μόνο 1 από τις 32 αρνητικές τομογραφικές μελέτες είχαν καταγράψει παθολογικά ευρήματα στην planar μελέτη και άλλη 1 από τις 32 αμφίβολα.

Τα ευρήματα αυτά και η επιμέρους κατανομή τους ανά κατηγορία ασθενών καταγράφονται στον πίνακα 24.

Πίνακας 24. Ευρήματα και κατανομή αυτών στην τομογραφική μελέτη.

ΔΙΑΓΝΩΣΗ	SPECT +		SPECT -	
Καρκίνος	11(1)/16	68,8%	5/16	31,2%
Βρουκέλλωση	13(3)/16	81,3%	3/16	18,7%
Οστικά άλγη	11/20	55%	9(1)/20	45%
Οσφυαλγία	20(1)/35	57,1%	15(1)/35	42,9%
ΣΥΝΟΛΟ	55(5)/87	63,2%	32(2)/87	36,8%

Σε παρένθεση αναγράφεται ο αριθμός των ασθενών με πλέον εκτεταμένα ευρήματα στην τομογραφική μελέτη (στη στήλη SPECT+) και ο αριθμός των αρνητικών τομογραφικών σπινθηρογραφημάτων που στην planar μελέτη ήσαν θετικά η αμφίβολα (στη στήλη SPECT-)

2. Σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μελετών μπορούμε να προβούμε στις παρακάτω διαπιστώσεις.

1. Η τομογραφική μελέτη σε κάθε περίπτωση αναδεικνύει ακριβέστερη ανατομική εντόπιση των όποιων ευρημάτων πράγμα ιδιαίτερα απαραίτητο στους σπονδύλους με τη σημαντική ανατομική τους ιδιαιτερότητα (σώμα, τόξο, αποφύσεις). Έτσι δίνεται η δυνατότητα ακριβούς εντόπισης ενός ευρήματος και η αυξημένη πιθανότητα διαδοροδιαγνωστικής προσπέλασης.

2. Με την τομογραφική μελέτη αίρεται εν πολλοίς η ύπαρξη αμφισβητήσιμου αποτελέσματος και μηδενίζεται ουσιαστικά ανάγκη σύντομης επανάληψης ενός σπινθηρογραφήματος για επιβεβαίωση η απόρριψη των όποιων πιθανών ευρημάτων. Στη μελέτη μας αφενός δεν προέκυψε ουσιαδώς αμφίβολο συμπέρασμα σε κάποια τομογραφική μελέτη και αφετέρου η υποψία των ευρημάτων 15 planar μελετών επιβεβαιώθηκε στις 14 από τις 15 περιπτώσεις δηλαδή σε ποσοστό 93.3%.
3. Στις μοναδικές δύο περιπτώσεις που θετικές η αμφίβολες planar μελέτες στην τομογραφία ανεδείχθησαν αρνητικές, αποδεικνύεται η συμβολή της τομογραφικής μελέτης στην ανάδειξη artefacts και επιπροβολών (Η μία περίπτωση αποδείχθηκε ότι ήταν ραδιενεργός λεκές που συνέπιπτε με την ιερολαγόνια και η άλλη η επιπροβολή της ακανθώδους αποφύσεως ενός σπονδύλου στο σώμα).
4. Καταρτίζοντας ένα συγκριτικό πίνακα με τα αποτελέσματα (πίνακας 25) μπορούμε να οδηγηθούμε σε πλέον εξειδικευμένα συμπεράσματα.

Πίνακας 25. Συγκριτικός πίνακας.

ΔΙΑΓΝΩΣΗ	P+/S+		P+/S-		P+/-S+		P+/-S-		P-/S+		P-/S-	
Καρκίνος(16)	3		0	0%	7	43,8%	0	0%	1	6,2%	5	
		18,8%										31,2%
Βρουκέλλωση	8	50%	0	0%	2	12,5%	0	0%	3		3	
(16)									18,8%			18,8%
Οστικά άλγη(20)	3	15%	0	0%	3	15%	1	5%	4	20%	9	45%
Οσφυαλγία(35)	8		1		2	5,7%	0	0%	10		14	40%
		22,9%		2,9%					28,6%			
ΣΥΝΟΛΟ(87)	22		1		14		1		18		31	
		25,3%		1,1%		16,1%		1,1%	20,7%			35,6%

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 59.

Γυναίκα 50 χρόνων με χειρουργημένο καρκίνο του μαστού και άλγη της σπονδυλικής στήλης.

Εικόνα 10. Οπίσθια λήψη από planar μελέτη όπου δημιουργείται ισχυρή υποψία αυξημένης πρόσληψης στον Ο5 σπόνδυλο.

Εικόνα 11. Επιβεβαίωση του ευρήματος της planar μελέτης στην 4^η και 5^η εγκάρσιες, στις 8^η και 9^η μετωπιαίες και στις 7^η και 8^η οβελιαίες τομές.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 8.

**Άνδρας 51 χρόνων με ανεγχείρητο καρκίνο πνεύμονα
και ήπιας έντασης διάχυτα άλγη στη σπονδυλική στήλη.**

Εικόνα 12. Whole-body planar μελέτη στην οποία αναδεικνύεται μια μικρή εστία στην 4^η δεξιά πλευρά προσθίως.

Εικόνα 13. Επιβεβαίωση και ανάδειξη του εκτεταμένου του μεγέθους της 4^{ης} δεξιάς πλευράς στις 16^η και 17^η εγκάρσιες, στην 4^η μετωπιαία και στις 3^η και 4^η οβελιαίες τομές. Επίσης αναδεικνύονται εστίες στους Θ11 και Ο4 σπονδύλους στις 10^η και 11^η μετωπιαίες και 7^η, 8^η και 9^η οβελιαίες τομές.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 64.

Άνδρας 64 χρόνων με ανεγχείρητο καρκίνο πνεύμονα και άλγη της σπονδυλικής στήλης κυρίως της Θ.Μ.Σ.Σ.

Εικόνα 14. Whole-body planar μελέτη όπου εμφανίζεται εστία στην 8^η δεξιά πλευρά οπισθίως παρασπονδυλικά ενώ προσθίως η συγκέντρωση αυτή μοιάζει να αντιστοιχεί σε ενδοθωρακική εξεργασία.

Εικόνες 15, 16, 17. Από τις επιλεγμένες τομές αναδεικνύεται ότι πιθανότατα η συγκέντρωση είναι εξωοστικής προέλευσης.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 15.

Άνδρας 80 χρόνων με βρουκέλλωση και οσφυαλγία.

Εικόνα 18. Δεν αναδεικνύεται στην planar μελέτη εκλεκτική συγκέντρωση του ρ/φ ικανή να αξιολογηθεί, σε κανένα σημείο της σπονδυλικής στήλης.

Εικόνες 19,20. Επιλεγμένες μετωπιαίες και οβελιαίες τομές από την Τομογραφική μελέτη όπου σαφώς αναδεικνύεται η εκλεκτική συγκέντρωση του ρ/φ από τους O3, O4 και O5 σπονδύλους.

**ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 5.
ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 24.**

Άνδρας 64 χρόνων με βρουκέλλωση και οσφυαλγία.

Εικόνα 21. Whole-body planar μελέτη όπου αναδεικνύεται εγκάρσια γραμμική συγκέντρωση στον Ο5 σπόνδυλο ενδεικτική πιθανού κατάγματος.

Εικόνα 22. Στην τομογραφική ανάλυση αναδεικνύεται η έκταση της βλάβης που πιθανά ανασκευάζει την αρχική διαγνωστική εκτίμηση. Ενδεικτικές είναι οι 7^η, 8^η και 9^η εγκάρσιες, οι 10^η, 11^η, 12^η, 13^η, 14^η, 15^η και 16^η μετωπιαίες και οι 6^η, 7^η, 8^η και 9^η οβελιαίες τομές.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 6.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 17.

Γυναίκα 22 χρόνων με εντονότατη οσφυαλγία.

Εικόνα 23. Whole-body planar εξέταση όπου με πολλή προσοχή μπορεί να παρατηρηθεί η σχετικά αυξημένη συγκέντρωση του ρ/φ στη δεξιά ιερολαγόνια γεγονός που παρουσιάζει αυξημένη δυσκολία λόγω και του νεαρού της ηλικίας της ασθενούς. Στην οπίσθια λήψη κενώθηκε η κύστη γι' αυτό υπάρχει διαφορά στις δύο εικόνες.

Εικόνα 24. Στην τομογραφική μελέτη αποδεικνύεται η αναμφίβολη και διάχυτη αυξημένη συγκέντρωση του ρ/φ από τη δεξιά ιερολαγόνια άρθρωση και αναδεικνύεται κάτι ανάλογο και για την αριστερή ιερολαγόνια.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 7.
ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 45.
Γυναίκα 70 χρόνων με διάχυτα οστικά άλγη.

Εικόνα 25. Σαφής εστία στο δεξιό άκρο του Ο5 σπονδύλου.

Εικόνα 26. Πλήρης επιβεβαίωση του ευρήματος και ανάδειξη ενός μικρότερου στο αριστερό άκρο του ίδιου σπονδύλου, στις παραπάνω επιλεγμένες μετωπιαίες τομές.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 8.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 43.

Γυναίκα 58 χρόνων με διάχυτα οστικά άλγη κυρίως στη Θ.Μ.Σ.Σ.

Εικόνα 27. Οπίσθια planar λήψη στη σπονδυλική στήλη όπου δεν αναδεικνύεται σαφής περιοχή εκλεκτικής συγκέντρωσης του ρ/φ, όπως και σε όλες τις υπόλοιπες λήψεις.

Εικόνα 28. Παρατηρούνται διάχυτες βλάβες κυρίως στα σώματα των σπονδύλων της κατώτερης Θ.Μ.Σ.Σ. και ιδιαίτερα στο Θ8 και Θ9 σπόνδυλο. Τα παραπάνω ευρήματα αναδεικνύονται και από τις εγκάρσιες (12^η έως και 19^η) και από τις μετωπιαίες (14^η και 15^η) και από τις οβελιαίες τομές(8^η και 9^η).

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 9.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 44.

Γυναίκα 67 χρόνων με διάχυτα οστικά άλγη.

Εικόνα 29. Whole-body planar μελέτη όπου πλην του μεταβολικού κρανίου δεν αναδεικνύονται σημαντικά παθολογικά ευρήματα.

Εικόνες 30, 31. Από τις παραπάνω επιλεγμένες μετωπιαίες και οβελιαίες τομές αναδεικνύεται η διάχυτα αυξημένη πρόσληψη του ρ/φ από τους σπονδύλους Θ5, Θ6, Θ7, Θ8 και Θ9.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 10.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 42.

Άνδρας 62 χρόνων με χρόνια επιμένουσα οσφυαλγία.

Εικόνα 32. Υποψία βλάβης στον Ο3 καθώς δίνεται η εντύπωση ότι οι αποφύσεις προκαλούν την εντύπωση της αυξημένης συγκέντρωσης του ρ/φ.

Εικόνα 33. Εντυπωσιακή ανάδειξη της έντονης και διάχυτα αυξημένης συγκέντρωσης του ρ/φ από τον O3 σπόνδυλο τόσο στις εγκάρσιες τομές (9-15) όσο και στις μετωπιαίες (10-12) και τις οβελιαίες (6-8).

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 11.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 14.

Αγόρι 14 χρόνων με χρόνια οσφυαλγία.

Εικόνες 34, 35. Οπίσθια και πρόσθια plana λήψεις στις οποίες δεν αναδεικνύεται παθολογικό εύρημα.

Εικόνα 36. Στη 10^η μετωπιαία τομή αναδεικνύονται δύο σαφείς εστίες στα άκρα του O5.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 12.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 52.

Άνδρας 70 χρόνων με ολική αρθροπλαστική του δεξιού ισχίου και χρόνια οσφυαλγία.

Εικόνα 37. Στη whole-body planar μελέτη δεν αναδεικνύεται σαφής περιοχή εκλεκτικής συγκέντρωσης του ρ/φ στη σπονδυλική στήλη (παρ' όλη την ανομοιογένεια που παρατηρείται). Είναι εμφανής η εικόνα χαλάρωσης της αρθροπλαστικής.

Εικόνες 38, 39. Στις επιλεγμένες μετωπιαίες και οβελιαίες τομές αναδεικνύεται διάχυτη εκλεκτική συγκέντρωση στην Ο.Μ.Σ.Σ. και ιδιαίτερα στον Ο3 σπόνδυλο.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 13.

ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟ 19.

Αγόρι 12 χρόνων με οξεία οσφυαλγία και αμφοτερόπλευρη ισχιαλγία.

Εικόνα 40. Πρόσθια λήψη από whole-body planar μελέτη όπου παρατηρείται εκλεκτική συγκέντρωση του ρ/φ από την αριστερή ιερολαγόνια προσθίως και το αριστερό ανώνυμο οστού.

Εικόνα 41. Από τα στιγμιότυπα της περιστρεφόμενης τομογραφικής εικόνας αναδεικνύεται ότι η συγκέντρωση είναι εξωοστική και πρόκειται για artefact.

3. Στατιστική εκτίμηση των αποτελεσμάτων ανά κατηγορία και φύλο.

A. ΚΑΡΚΙΝΟΣ

Το σύνολο των ασθενών που έπασχαν από καρκίνο ήταν 16 δηλαδή το 18.2% του συνόλου των εξετασθέντων με ηλικίες από 38 έως 70 χρόνων με μέσο όρο τα 57.1 χρόνια. Από αυτούς οι 9 ήσαν άνδρες από 38 έως 64 χρόνων με μέσο όρο τα 54.6 χρόνια. Οι 7 ήσαν γυναίκες ηλικίας 50 έως 70 χρόνων με μέσο όρο τα 60 χρόνια.

Πίνακας 26. Καρκίνος

ΦΥΛΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΛΙΚΙΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
ΑΝΔΡΕΣ	9	38-64	54.6
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	7	50-70	60.0
ΣΥΝΟΛΟ	16	38-70	57.1

Από τους 9 άνδρες με καρκίνο οι 3 είχαν Ca προστάτη (60-63 μ.ό. 61), οι 5 είχαν Ca πνεύμονα (38-64 μ.ό. 51.2) και ο ένας είχε Ca οστών στο μετακάρπιο (54).

Όλες οι γυναίκες έπασχαν από Ca μαστού.

- Όλες οι δευτεροπαθείς εστίες από Ca πνεύμονα εντοπίζονται στη Θ.Μ.Σ.Σ.
- Όλες οι δευτεροπαθείς εστίες από Ca μαστού εντοπίζονται στην Ο.Μ.Σ.Σ.

B. ΟΣΦΥΑΛΓΙΑ

Το σύνολο των ασθενών που έπασχαν από αδιάγνωστη επιμένουσα οσφυαλγία ήταν 35 δηλαδή το 40.2% των εξετασθέντων με ηλικίες από 10 έως 77 χρόνων με μέσο όρο τα 52.1 χρόνια. Από αυτούς οι 22 ήσαν άνδρες από 10 έως 77 χρόνων με μέσο όρο τα 45.5 χρόνια και οι 13 γυναίκες από 48 έως 75 χρόνων με μέσο όρο τα 63.4 χρόνια.

Πίνακας 27. Οσφυαλγία

ΦΥΛΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΛΙΚΙΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
ΑΝΔΡΕΣ	22	10-77	45.5
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	13	48-75	63.4
ΣΥΝΟΛΟ	35	10-77	52.1

Οι περισσότερες εντοπίσεις στους άνδρες ήταν μονήρεις και το μεγαλύτερο ποσοστό (6/10) αφορούσαν στον Ο5 σπόνδυλο.

- Πρέπει να επισημανθεί η σαφής διαφορά στο ποσοστό των ανδρών που πάσχουν από οσφυαλγία 62.9% έναντι 37.1% των γυναικών.
- Πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι ο μέσος όρος ηλικίας των ανδρών είναι κατά 18 χρόνια μικρότερος αυτού των γυναικών.

Γ. ΔΙΑΧΥΤΑ ΟΣΤΙΚΑ ΑΛΓΗ

Το σύνολο των ασθενών που προσήλθαν εξαιτίας διάχυτων οστικών αλγών ήταν 20, δηλαδή το 24.1% των εξετασθέντων, με ηλικίες από 10 έως 75 χρόνων και μέσο όρο τα 59.6 χρόνια. Από αυτούς οι 6 ήταν άνδρες από 52 έως 60 χρόνων και μέσο όρο τα 59 χρόνια, και οι 14 γυναίκες από 10 έως 75 χρόνων και μέσο όρο τα 59.8 χρόνια.

Πίνακας 28. Διάχυτα οστικά άλγη

ΦΥΛΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΛΙΚΙΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
ΑΝΔΡΕΣ	6	52-60	59.0
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	14	10-75	59.8
ΣΥΝΟΛΟ	20	10-75	59.6

- Πρέπει να επισημανθεί η μεγάλη διαφορά του ποσοστού των γυναικών με διάχυτα οστικά άλγη που φθάνει στο 70% έναντι 30% των ανδρών.

Δ.ΒΡΟΥΚΕΛΛΩΣΗ

Το σύνολο των ασθενών που έπασχαν από βρουκέλλωση ήταν 16, δηλαδή το 18.2 των ασθενών, με ηλικίες που κυμαίνονταν από 22 έως 80 χρόνων και μέσο όρο τα

54.7 χρόνια. Από αυτούς οι 8 ήσαν άνδρες από 44 έως 80 χρόνων και μέσο όρο τα 61 χρόνια, και οι 8 γυναίκες από 22 έως 67 χρόνων με μέσο όρο τα 48.3 χρόνια.

Πίνακας 29. Βρουκελλωση

ΦΥΛΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΛΙΚΙΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
ΑΝΔΡΕΣ	8	44-80	61.0
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	8	22-67	48.3
ΣΥΝΟΛΟ	16	22-80	54.7

- Πρέπει να επισημανθεί η ισόποση προσβολή ανδρών και γυναικών καθώς και ο πολύ μικρότερος μέσος όρος ηλικίας των προσβεβλημένων γυναικών κατά 13 χρόνια περίπου.

Συνολική στατιστική εκτίμηση των αποτελεσμάτων ανά φύλο.

Ο συνολικός αριθμός των εξετασθέντων ήταν 87 και οι ηλικίες τους κυμαίνονταν από 10 έως 80 χρόνων με μέσο όρο τα 55.3 χρόνια. Οι 45 άνδρες που προσήλθαν είχαν ηλικίες από 10 έως 80 χρόνων με μέσο όρο τα 51.8 χρόνια. Οι 42 γυναίκες είχαν ηλικίες 11 έως 77 χρόνων με μέσο όρο τα 58.8 χρόνια.

Πίνακας 30. Σύνολο των ασθενών

ΦΥΛΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΗΛΙΚΙΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
ΑΝΔΡΕΣ	45	10-80	51.8
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	42	11-77	58.8
ΣΥΝΟΛΟ	87	10-80	55.3

Η κατανομή των εξετασθέντων ως προς τις ηλικίες συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 31. Ηλικιακή κατανομή

ΗΛΙΚΙΑ	01-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80
ΑΝΔΡΕΣ	2 4.4%	4 8.9%	1 2.2%	2 4.4%	5 11.1%	14 31.1%	13 28.9%	4 8.9%
					%	%	%	

	0	1	2	1	5	9	16	8
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	0%	2.4%	4.8%	2.4%	11.9	21.9	38.1	19.5
					%	%	%	%
ΣΥΝΟΛΟ	2	5	3	3	10	23	29	12
	2.3%	5.8%	3.5%	3.5%	11.5	26.4	33.3	13.8
					%	%	%	%

- Παρατηρείται ότι ο μέσος όρος ηλικίας των εξετασθέντων ανδρών είναι σημαντικά μικρότερος αυτού των γυναικών.
- Τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες το μεγάλο ποσοστό των ασθενών αφορά στις ηλικίες ανάμεσα στα 50 και τα 70 χρόνια με τους άνδρες να είναι περισσότεροι ανάμεσα στα 50 και τα 60 χρόνια και τις γυναίκες ανάμεσα στα 60 και τα 70 χρόνια.

ΙΘ. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. Ανάλυση στατιστικών συμπερασμάτων.

Στο σύνολο των εξετασθέντων, το ποσοστό ανδρών και γυναικών είναι περίπου το ίδιο και αυτό εν πολλοίς είναι αναμενόμενο καθώς η αυξημένη επίπτωση στους άνδρες για λόγους κοινωνικούς –ενασχόληση με βαρύτερες εργασίες- ισοσκελίζεται από το αυξημένο ποσοστό οστεοπόρωσης –εξαιτίας της εμμηνόπαυσης- των γυναικών. Γι' αυτό άλλωστε το μεγαλύτερο ποσοστό πασχόντων ανδρών παρατηρείται στην 6^η δεκαετία της ζωής τους, δηλαδή μια δεκαετία νωρίτερα απ' αυτή των γυναικών. Επιπλέον στις δύο πρώτες δεκαετίες το ποσοστό των αρρένων είναι εντυπωσιακά μεγαλύτερο από αυτό των θηλέων και προφανώς αυτό έχει να κάνει με την καθημερινή δραστηριότητά τους –τα παιχνίδια των αγοριών προκαλούν αυξημένες καταπονήσεις έναντι αυτών των κοριτσιών.

A. Στις περιπτώσεις κακοηθείας επίσης το ποσοστό ανδρών και γυναικών που εξετάστηκαν είναι περίπου το ίδιο καθώς η αυξημένη επίπτωση του καρκίνου του προστάτη και του πνεύμονα στους άνδρες ισοσκελίζεται με τον καρκίνο του μαστού των γυναικών που επιπλέον παρουσιάζει και μακρύτερη επιβίωση των ασθενών. Σ' αυτή τη μακρύτερη επιβίωση αποδίδεται και το γεγονός του μεγαλύτερου μέσου όρου ηλικίας των πασχουσών γυναικών.

Άξιο λόγου είναι και το επιμέρους γεγονός ότι όλα τα ευρήματα από καρκίνο του πνεύμονα εντοπίζονται στη Θ.Μ.Σ.Σ. και αντιστοίχως όλα τα ευρήματα από καρκίνο του μαστού εντοπίζονται στην Ο.Μ.Σ.Σ.. Για το μεν πρώτο εύρημα δεν υπάρχει μια ικανοποιητική εξήγηση πέραν της βεβαιότητας ότι πρόκειται για σχεδόν βέβαιες δευτεροπαθείς εντοπίσεις -λόγω της αυξημένης επιθετικότητας του καρκίνου του πνεύμονα. Στην περίπτωση του καρκίνου του μαστού, θα μπορούσε να δοθεί η εξήγηση πώς τα ευρήματα μπορεί να είναι και άλλης αιτιολογίας λόγω της αυξημένης επίπτωσης της οστεοπόρωσης αυτών των γυναικών, οπότε αναμένεται μια προτίμηση της Ο.Μ.Σ.Σ. για λόγους λειτουργικούς.

B. Στις περιπτώσεις των ασθενών με επιμένουσα αδιάγνωστη οσφυαλγία, το ποσοστό των ανδρών είναι ιδιαιτέρως μεγαλύτερο (62.9% έναντι 37.1% των γυναικών), γεγονός που πιθανότατα αποδίδεται σε λόγους κοινωνικούς λόγοι που πολλώ μάλλον ισχύουν σε κατώτερα κοινωνικά στρώματα – από τα οποία προέρχεται ένα σημαντικό ποσοστό των ασθενών μας. Οι άνδρες είτε δουλεύουν σε σκληρές χειρονακτικές εργασίες είτε επιφορτίζονται με τις βαρύτερες καθημερινές εργασίες, γεγονός που δικαιολογεί την αυξημένη επίπτωση οσφυαλγίας. Οι ίδιοι λόγοι συντελούν στο γεγονός ότι ο μέσος όρος ηλικίας των πασχόντων ανδρών είναι σημαντικά μικρότερος αυτού των γυναικών.

Γ. Στις περιπτώσεις των ασθενών με διάχυτα οστικά άλγη το ποσοστό των γυναικών είναι ιδιαίτερος μεγαλύτερο (70% έναντι 30% των ανδρών) και προφανώς αυτό οφείλεται στην οστεοπόρωση που κατ' εξοχήν προτιμά τις γυναίκες εξαιτίας της εμμηνόπαυσης.

Δ. Οι περιπτώσεις των πασχόντων από βρουκέλλωση είναι ιδιαίτερη καθώς όλοι οι ασθενείς προέρχονται από φτωχές αγροτικές οικογένειες. Έτσι αναμενόμενο είναι το γεγονός της ίσης επίπτωσης ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες και μόνο τυχαίο είναι το γεγονός του χαμηλότερου μέσου όρου της ηλικίας των γυναικών.

2. Συζήτηση των αποτελεσμάτων.

A. Σε κάθε σχεδόν περίπτωση η τομογραφική μελέτη επιβεβαιώνει τα θετικά ευρήματα της planar μελέτης πλην των περιπτώσεων παρουσίας artifacts που με τη σειρά τους σε κάθε περίπτωση αναδεικνύονται. Πρέπει να επισημανθεί ότι τα artifacts εμφανίστηκαν ως βέβαιο εύρημα στην planar μελέτη σε 1 μόνο από τα 87 περιστατικά και ως πιθανό εύρημα σε άλλο 1 από τα 87 περιστατικά. Αυτό αποδεικνύει αφενός τη μεγάλη αξιοπιστία της planar μελέτης και αφετέρου την απαιτούμενη προσοχή που πρέπει να επιδεικνύεται στις περιπτώσεις εκείνες που ένα εύρημα βρίσκεται σε τέτοιο σημείο που η παρουσία επιπροβολών αναμένεται (π.χ. ακανθώδεις αποφύσεις των σπονδύλων).

B. Επίσης σε κάθε σχεδόν περίπτωση –πλην της μιας περίπτωσης artifact που προαναφέρθηκε- που δημιουργήθηκε μεγάλη ή μικρή υποψία για παρουσία παθολογικών ευρημάτων, η τομογραφική μελέτη επιβεβαίωσε τα ευρήματα. Αυτό είναι ένα σημείο που μπορεί να αξιοποιηθεί σημαντικά στη διαγνωστική προσπέλαση πολλών παθήσεων καθώς το ποσοστό των πιθανολογούμενων παθολογικών ευρημάτων είναι 17.2% δηλαδή 15 στους 87 ασθενείς. Το ποσοστό αυξάνει δραματικά στις περιπτώσεις κακοηθειών που μέσω του σπινθηρογραφήματος αναζητούν έγκαιρη ανίχνευση τυχουσών μεταστάσεων στα οστά και κυρίως στη σπονδυλική στήλη που αποτελεί τον κατ' εξοχήν χώρο εντοπισμού τους. Εκεί το ποσοστό φτάνει το 43.8% δηλαδή 7 στους 16 ασθενείς. Αυτό συμβαίνει, γιατί στις περιπτώσεις ανίχνευσης πιθανών μεταστάσεων από κακοήθεις νόσους, η ευαισθητοποίηση είναι μεγάλη και τα ισχύοντα πρωτόκολλα παρακολούθησης προβλέπουν έτσι κι αλλιώς τη διενέργεια σπινθηρογραφημάτων ακριβώς για το έγκαιρο του εντοπισμού. Έτσι προσέρχονται για σπινθηρογράφημα χωρίς

αναγκαστικά να υπάρχει θορυβώδης συμπτωματολογία. Η αξιοποίηση της τομογραφικής μελέτης έγκειται αρχικά στο γεγονός της ανίχνευσης μιας βλάβης σε πολύ μικρότερη έκταση και αυτό συμβαίνει εξαιτίας του γεγονότος ότι η τομογραφία παρακάμπτει τα όποια ανατομικά στοιχεία εμποδίζουν τον εντοπισμό μιας τέτοιας βλάβης. Επιπλέον, η τομογραφική μελέτη, παρέχοντας τη δυνατότητα ακριβούς εντοπισμού των όποιων ευρημάτων, μπορεί να αξιοποιήσει τα ευρήματα προηγούμενων μελετών που έχουν μελετήσει τη σχέση ανάμεσα στην ανατομική θέση μιας βλάβης και την πιθανότητα κακοηθείας ή καλοηθείας. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η επανάληψη του σπινθηρογραφήματος με όλες τις αυτονόητες επιπτώσεις του που συνίστανται τόσο στην ακτινολογική, ψυχολογική και οικονομική επιβάρυνση του ασθενούς όσο και στην καθυστέρηση επιβεβαίωσης της διάγνωσης. Έτσι μια βλάβη μπορεί αφενός να εντοπιστεί με βεβαιότητα πολύ πιο έγκαιρα και έγκυρα και αφετέρου η όποια θεραπευτική μέθοδος να είναι περισσότερο ανώδυνη και αποτελεσματική. Αυτά ισχύουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό σε περιπτώσεις κακοηθείας όπου η έγκαιρη και ακριβής διάγνωση είναι ιδιαίτερος κρίσιμος. Πέραν αυτού και με βάση τα προαναφερθέντα ευρήματα, μπορούμε να θεωρούμε κάθε πιθανό εύρημα της planar μελέτης ως θετικό, στις περιπτώσεις εκείνες που η τομογραφική μελέτη δεν είναι αμέσως εφικτή.

Γ. Η μεγάλη συνεισφορά ωστόσο της τομογραφικής μελέτης αφορά σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου ενώ η planar μελέτη είναι αρνητική, η τομογραφική αναδεικνύει ευρήματα και αυτό συμβαίνει σε ένα ποσοστό της τάξεως του 20.7% δηλαδή σε 18 από τους 87 ασθενείς. Αυτό συμβαίνει κυρίως στις περιπτώσεις ασθενών με οσφυαλγία όπου περίπου 1 στους 3 ασθενείς (28.6%) εμφανίζει αρνητική planar μελέτη και θετική τομογραφική. Σε ανάλογα επίπεδα κυμαίνεται και το ποσοστό ασθενών που προσέρχονται με διάχυτα οστικά άλγη (20%) και βρουκέλλωση (18.8%). Αντίθετα πολύ μικρό είναι το ποσοστό ασθενών με κακοήθεια που εμφανίζουν παθολογική τομογραφική μελέτη ενώ η προηγηθείσα planar μελέτη υπήρξε αρνητική. Μόλις 1 περιστατικό παρατηρήθηκε (6.2%).

Πρέπει να γίνει σαφές πως ό,τι αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα ισχύει και εδώ. Θα πρέπει ωστόσο να δοθεί μια εξήγηση για το λόγο που οι περιπτώσεις κακοηθειών εμφανίζουν μεγάλο ποσοστό αμφίβολης διάγνωσης στην planar μελέτη με σαφώς παθολογικά ευρήματα στην τομογραφική και ταυτόχρονα πολύ μικρό ποσοστό φυσιολογικής planar μελέτης με παθολογική την τομογραφική. Η εξήγηση πιθανότατα είναι η επιθετικότητα των δευτεροπαθών εντοπίσεων που δημιουργούν έντονα αυξημένη πρόσληψη του ραδιοφαρμάκου. Έτσι με ελάχιστο μέγεθος δημιουργούν την

αμφιβολία πως μια εστία πρόσληψης που μόλις οργανώνεται πρέπει ή δεν πρέπει να θεωρηθεί παθολογικό εύρημα – γι’ αυτό και τα πολλά αμφίβολα αποτελέσματα στις planar μελέτες- ενώ δεν αφήνουν καμιά αμφιβολία για την ύπαρξη ή όχι μιας ικανού μεγέθους εστίας – γι’ αυτό και οι ελάχιστες αρνητικές planar μελέτες που καθίστανται θετικές στην τομογραφική προσέγγιση. Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι την παραπάνω εξήγηση δίνουν και οι L.J. Han, T.K. Au-Yong, W.C.M. Tong, K.S. Chu, L.T. Szeto, C.P. Wong του τμήματος Πυρηνικής Ιατρικής του Queen Elizabeth Hospital, Kowloon, Hong Kong στην εργασία με τίτλο ‘Comparison of bone single-photon emission tomography and planar imaging in the detection of vertebral metastases in patients with back pain’¹¹⁴. Αν και ο στόχος της παραπάνω μελέτης είναι διαφορετικός ωστόσο ορισμένες παράμετροί της εμφανίζουν συγκρίσιμα χαρακτηριστικά. Στη μελέτη αυτή βρέθηκε ότι η τομογραφική μελέτη ανέδειξε 20.1% περισσότερες βλάβες. Στη δική μας μελέτη βρέθηκε ότι ποσοστό 20.7% των ασθενών εμφάνισαν παθολογικές τομογραφικές μελέτες ενώ οι planar μελέτες ήσαν φυσιολογικές. Ωστόσο προσπαθώντας να βρουν προγνωστικά σημεία προς διαχωρισμό καλοηθών και κακοηθών εστιών, προσπάθησαν να ταυτοποιήσουν την ένταση των ευρημάτων –χωρίζοντάς τα σε μικρής, μέσης και αυξημένης έντασης- με την καλοήθεια ή την κακοήθειά τους. Γνωρίζοντας ότι οι κακοήθειες θα εμφάνιζαν μεγαλύτερη ένταση, μέσω ακτινολογικού ελέγχου διεχώρησαν καλοήθη και κακοήθη ευρήματα και τα κατέταξαν με βάση την έντασή τους. Ωστόσο δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε κακοήθεις και καλοήθεις εστίες. Ίσως μια εξήγηση να είναι το γεγονός ότι τόσο τα κακοήθη όσο και τα καλοήθη ευρήματα αφορούσαν σε ασθενείς με ήδη διεγνωσμένη κακοήθεια.

Εδώ ίσως είναι το κατάλληλο σημείο να παρεμβληθεί μια καταγραφή της συνεισφοράς της τομογραφικής μελέτης στη λεπτομερέστερη ανατομική περιγραφή των ευρημάτων στους σπονδύλους, και μέσω αυτής στη δυνατότητα πρόγνωσης της κακοήθειας μιας βλάβης ή όχι. Η συγκεκριμένη στόχευση δεν αποτελεί το βασικό ζητούμενο της παρούσας εργασίας, απλά καταγράφεται ως περιφερειακό εύρημα. Ωστόσο τόσο η εργασία από το νοσοκομείο στο Hong Kong, όσο και μια άλλη των Patrick Reinartz, Joachim Schaffeldt, Osama Sabri, Michael Jimmy, Bernd Nowak, Elisabeth Ostwald, Uwe Cremerius, Udalrich Buell του τμήματος Πυρηνικής Ιατρικής του Aachen University of Technology, Aachen, Germany, μελέτησαν αναλυτικά αυτή τη συνεισφορά¹¹⁵. Έτσι συμφωνούν ότι βλάβες εντοπιζόμενες στις μεσοσπονδυλικές αρθρώσεις είναι σχεδόν στο σύνολό τους καλοήθεις (93.9% και 93.5% αντίστοιχα).

Συμφωνούν επίσης ότι βλάβες εντοπιζόμενες στον αυχένα του τόξου είναι σχεδόν στο σύνολό τους κακοήθειες (80% και 100% αντίστοιχα). Ωστόσο υπάρχει μια διαφορά ως προς τις βλάβες που εντοπίζονται στο σπονδυλικό σώμα όπου η μεν ομάδα από το Hong Kong καταγράφει σχεδόν απόλυτη πιθανότητα καλοηθείας (93.6%) σε βλάβες που αφορούν αποκλειστικά στο σώμα και αντίστοιχη πιθανότητα κακοηθείας (84%) σε βλάβες που αφορούν ταυτόχρονα σε σώμα και σε αυχένα, η δε γερμανική ομάδα καταγράφει ίση πιθανότητα καλοηθείας και κακοηθείας (53.1% έναντι 46.9%) για τις βλάβες του σώματος εν γένει. Σε παρόμοια συμπεράσματα για τη συνεισφορά της τομογραφικής μελέτης στη μελέτη της σπονδυλικής στήλης και στη λεπτομερέστερη ανατομική περιγραφή των βλαβών, καταλήγουν και οι U. Cremerius και U. Buell¹¹⁶.

Επανερχόμενοι στις εκτιμήσεις της τρέχουσας εργασίας, θα πρέπει να δοθεί και μια εξήγηση για τους λόγους που ένα υψηλό ποσοστό περιπτώσεων ασθενών με οσφυαλγία, διάχυτα οστικά άλγη και βρουκέλλωση εμφανίζουν παθολογική τομογραφική μελέτη ενώ η planar μελέτη υπήρξε φυσιολογική. Η εξήγηση προφανώς κινείται στα ίδια πλαίσια και η καλοήθεια, που σε μεγάλο ποσοστό εμφανίζουν αυτές οι κατηγορίες περιστατικών, καθώς η ηπιότερη ένταση των εστιών – και επιπροσθέτως η παράλληλη ποικιλία των θέσεων εντόπισης τους – τις καθιστά πολλές φορές μη αναγνωρίσιμες από την planar μελέτη. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει για τις περιπτώσεις της βρουκέλλωσης όπου λόγω των ιδιαίτερων κοινωνικών συνθηκών των πασχόντων, τα ευρήματα από τη νόσο επιπλέκονται συχνά με εκφυλιστικές αλλοιώσεις και γι' αυτό αυτή η κατηγορία περιστατικών έχει ανάλογα ευρήματα με αυτές των περιστατικών οσφυαλγίας και διάχυτων οστικών αλγών.

Δ. Άξιο αναφοράς για τη συναγωγή συμπερασμάτων είναι ένα στατιστικό στοιχείο που είναι ιδιαιτέρως ενδιαφέρον για τους σκοπούς της συγκεκριμένης μελέτης. Η μελέτη αυτή ξεκίνησε προκειμένου να επιλύσει ένα πρακτικό καθημερινό πρόβλημα και τα περιστατικά που χρησιμοποίησε δεν ήταν επιλεγμένα παρά μόνο στη βάση του ελέγχου του πόνου της σπονδυλικής στήλης που είναι αδιάγνωστος στις μέχρι τώρα εξετάσεις. Έτσι λοιπόν ενδιαφέρει ιδιαιτέρως το στατιστικό δεδομένο πόσοι ασθενείς εμφανίζουν ευρήματα αρχικά στην planar μελέτη και πόσοι επιπλέον εμφανίζουν εύρημα στην τομογραφική μελέτη. Δεδομένου του γεγονότος ότι οι δύο μελέτες ουσιαστικά πραγματοποιούνται ταυτόχρονα, η εκτίμηση αυτού του στοιχείου θα συντελέσει καθοριστικά στο κατά πόσο είναι σκόπιμη η καθιέρωση της τομογραφικής μελέτης ως απαραίτητο συμπλήρωμα της planar στις περιπτώσεις αδιάγνωστου πόνου στη σπονδυλική στήλη.

Τα στατιστικά δεδομένα των αποτελεσμάτων αναδεικνύουν αρχικά τη μεγάλη συνεισφορά της απλής σπινθηρογραφικής μελέτης. Το 25.2% των ασθενών εμφανίζει βέβαια ευρήματα ενώ ένα άλλο 17.2% εμφανίζει πιθανά ευρήματα. Τα ευρήματα αυτά αποτελούν τα πρώτα αντικειμενικά ευρήματα γι' αυτούς τους ασθενείς. Η τομογραφική μελέτη στους ίδιους ασθενείς εμφανίζει βέβαια ευρήματα σε ποσοστό 63.2%. Τα ευρήματα της απλής σπινθηρογραφικής μελέτης μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο ως οριστικά όσο και ως εκκίνηση για παραπέρα έλεγχο. Ως οριστικά μπορούν να αξιοποιηθούν σε περιπτώσεις εντοπίσεων που συνάδουν με την κλινική εικόνα. Έτσι οι πολλαπλές εστιακές εντοπίσεις σε περιπτώσεις γνωστής κακοηθείας οδηγούν με βεβαιότητα στη διάγνωση δευτεροπαθών εντοπίσεων και διάχυτες αλλοιώσεις σε χρονίως πάσχοντες βάζουν τη διάγνωση εκφυλιστικών αλλοιώσεων. Ωστόσο –λόγω και της δεδομένης φτωχής ειδικότητας της εξέτασης- στις περισσότερες περιπτώσεις τα ευρήματα δεν μπορούν με βεβαιότητα να ταυτοποιηθούν με μία νόσο. Με την πραγματοποίηση του τομογραφικού ελέγχου ουσιαστικά προβαίνουμε σ' αυτόν τον παραπέρα έλεγχο και τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά καθώς αυξάνει ο αριθμός των ασθενών με ευρήματα κατά 50% περίπου (63.2% έναντι 25.2% +17.2%). Αν μάλιστα αναφερθούμε στο ποσοστό των ασθενών που με βεβαιότητα επισημαίνονται τα ευρήματά τους –γεγονός που σημαίνει μικρότερη ταλαιπωρία και μικρότερη ακτινοβολήση- τότε αυτό το ποσοστό φθάνει στο 150% περίπου (63.2% έναντι 25.2%). Με δεδομένη την ικανότητα της τομογραφικής εικόνας να δώσει ακριβέστερη ανατομική περιγραφή και με βάση τη συμφωνία των εργασιών που προαναφέρθηκαν –του νοσοκομείου του Hong-Kong και του πανεπιστημίου του Aachen- όπου καταγράφεται μια ταυτοποίηση ανάμεσα στον ανατομικό εντοπισμό της βλάβης και του βαθμού κακοηθείας αυτής πέραν της αυξημένης ευαισθησίας μπορεί να αυξηθεί και η ειδικότητα της εξέτασης. Τέλος σε 9 στους 22 ασθενείς (40%) με ευρήματα και στις δύο μελέτες, αναδεικνύονται επιπλέον ευρήματα στην τομογραφική και αυτός είναι ένας επιπρόσθετος λόγος που καθιστά τη συνεισφορά της σημαντική.

Κ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει σχεδόν αβίαστα το συμπέρασμα ότι η τομογραφική μελέτη πρέπει να προστεθεί ως αναπόσπαστο τμήμα του σπινθηρογραφικού ελέγχου σε κάθε ασθενή που προσέρχεται στο Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής προς διερεύνηση πόνου στη σπονδυλική στήλη, πόνος του οποίου η αιτία μέχρι εκείνη τη στιγμή δεν είχε προσδιοριστεί υπό την έννοια του ότι δεν είχε βρεθεί αντικειμενικό εύρημα στον εργαστηριακό έλεγχο. Βέβαια ο μέχρι εκείνη τη στιγμή εργαστηριακός έλεγχος ήταν φτωχός αλλά εξ αντικειμένου δε θα μπορούσε να είναι και ιδιαιτέρως πλουσιότερος. Περιελάμβανε σε όλες τις περιπτώσεις απλές ακτινογραφίες στις περιοχές που αναφερόταν ο πόνος, οι οποίες σε όλες τις περιπτώσεις απέβησαν αρνητικές. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρόνιας οσφυαλγίας είχε προηγηθεί και αξονική τομογραφία της Ο.Μ.Σ.Σ. με αρνητικά επίσης αποτελέσματα. Οι κλινικοί γιατροί επέλεξαν σε όλες τις περιπτώσεις την planar σπινθηρογραφική μελέτη αφενός γιατί τους παρέχει τη δυνατότητα διερεύνησης ολόκληρου του σκελετού και αφετέρου γιατί είχαν ευκολότερη πρόσβαση σ' αυτή έναντι κυρίως της MRI που αποτελεί την άλλη εξέταση εκλογής σε πολλές περιπτώσεις - και όπως ήδη έχει προαναφερθεί. Η απόφαση των κλινικών γιατρών είναι επαρκώς δικαιολογημένη καθώς ισχύουν και οι δύο λόγοι. Οι περιπτώσεις κακοηθείας, βρουκέλλωσης και διάχυτων οστικών αλγών αποτελούν απόλυτη ένδειξη τέλεσης ολόσωμου σπινθηρογραφήματος καθώς κάθε σημείο του σκελετού δυνητικά αποτελεί σημείο εντόπισης μιας βλάβης. Επίσης σε περιπτώσεις οσφυαλγίας, ορθώς επιλέγεται το σπινθηρογράφημα καθώς αποτελεί εξέταση πρώτης ή δεύτερης επιλογής για τα περισσότερα αίτια οσφυαλγίας. Ωστόσο και στις περιπτώσεις όπου το MRI αποτελεί εξέταση εκλογής, πολλές φορές το σπινθηρογράφημα οστών, στη σκέψη των κλινικών γιατρών προηγείται αφού εκτιμούν την ευαισθησία του στον εντοπισμό μιας οστικής βλάβης σε συνδυασμό με τη δυνατότητα ελέγχου ολόκληρου του σκελετού. Όσο για το γεγονός της ευκολότερης πρόσβασης στο σπινθηρογράφημα έναντι της MRI αρκεί μια απλή στατιστική καταγραφή για να πείσει. Στην πόλη μας στη διάρκεια της εργασίας αυτής λειτουργούσαν 4 γ-camera και μόνο 1 MRI η οποία μάλιστα ξεκίνησε τη λειτουργία της στη διάρκεια αυτής της εργασίας. Τα αυτά στοιχεία ισχύουν πολύ περισσότερο όσο ανατρέχουμε στην περιφέρεια των υγειονομικών περιοχών. Αν συνυπολογιστεί και το κόστος της εξέτασης, τότε καθίσταται ισχυρότερα αιτιολογημένος ο λόγος της προτίμησης της σπινθηρογραφικής μελέτης.

Πίνακας 32. Λόγοι προτίμησης του σπινθηρογραφήματος οστών έναντι της mri από τους κλινικούς στην καθ' ημέραν πράξη για έλεγχο αδιάγνωστου πόνου

στη σπονδυλική στήλη.

-
1. Δυνατότητα ελέγχου ολόκληρου του σκελετού με μία εξέταση
 2. Ευκολότερη πρόσβαση λόγω παρουσίας περισσότερων γ-camera
 3. Μικρότερο κόστος του σπινθηρογραφήματος έναντι της MRI
-

Με βάση τα παραπάνω, όπου δικαιολογείται η τέλεση σπινθηρογραφήματος για τον έλεγχο αδιάγνωστου πόνου στη σπονδυλική στήλη, έπρεπε να αποτελέσει μέλημα των πυρηνικών γιατρών η αξιοποίηση της σπινθηρογραφικής μελέτης στο μέγιστο δυνατό βαθμό ώστε να συνεισφέρει τα μέγιστα στη διάγνωση του δύσκολου αυτού κλινικού προβλήματος. Αυτός ακριβώς υπήρξε και ο σκοπός αυτής της μελέτης. Αξιοποιώντας την ύπαρξη τομογραφικής γ-camera μελετήσαμε την επιπλέον συνεισφορά της τομογραφικής μελέτης στη διάγνωση των παθήσεων της σπονδυλικής στήλης. Όλα τα στατιστικά στοιχεία, που εκτενώς καταγράφηκαν και αναλύθηκαν, συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι η τομογραφική μελέτη –όπου βεβαίως είναι τεχνικώς δυνατή- πρέπει να ενταχθεί ως ‘εκ των ων ουκ άνευ’ στη διερεύνηση του πόνου που προέρχεται από παθήσεις της σπονδυλικής στήλης. Τόσο η άρση κάθε αμφιβολίας για την ύπαρξη η όχι μιας βλάβης όσο- και κυρίως- η ανάδειξη πολλών επιπλέον παθολογικών ευρημάτων καταδεικνύουν αυτό. Πέραν αυτού –όπως επίσης προαναφέρθηκε- ο ακριβέστερος ανατομικός εντοπισμός των βλαβών μπορεί να οδηγήσει σε ταυτοποίηση των ευρημάτων προς πρόγνωση πιθανής κακοηθείας.

Πίνακας 33. Λόγοι που οδηγούν στην αναγκαιότητα συμπερίληψης της τομογραφικής μελέτης στο σπινθηρογραφικό έλεγχο για τη διάγνωση του πόνου της σπονδυλικής στήλης.

-
1. Άρση κάθε αμφιβολίας για την παρουσία παθολογικών ευρημάτων
 2. Ανεύρεση πολλών επιπλέον ευρημάτων
 3. Ακριβής ανατομικός εντοπισμός των ευρημάτων
-

Επιπροσθέτως δεν πρέπει να λησμονείται πως αυτή η συνεισφορά γίνεται χωρίς την παραμικρή επιπλέον ακτινοβολή και με ελάχιστη επιπλέον ταλαιπωρία του ασθενούς, ο οποίος παραμένοντας 30-45 λεπτά επιπλέον στο εργαστήριο, αποφεύγει την τέλεση μιας νέας εξέτασης και αυτονοήτως ό,τι αυτή συνεπάγεται –νέο ραντεβού, νέα προσέλευση, νέα χορήγηση, νέα 4ωρη αναμονή, νέα ακτινοβολή και παράταση της αγωνίας του.

Πίνακας 34. Πλεονεκτήματα που εισπράττει ο ασθενής με πόνο στη σπονδυλική στήλη από τη συμπερίληψη της τομογραφικής μελέτης στο σπινθηρογραφικό έλεγχο.

-
1. Βεβαιότερη διάγνωση
 2. Μεγάλο ποσοστό αδιάγνωστων ασθενών διαγιγνώσκεται
 3. Ελαχιστοποίηση της σωματικής ταλαιπωρίας του
 4. Μηδενική επιπλέον ακτινοβολή
 5. Χρονική σύντμηση της αγωνίας του
-

Ωστόσο, εφ' όσον ισχύσουν οι παραπάνω προτάσεις, θα προκύψουν ορισμένα τεχνικά προβλήματα τα οποία είναι ομολογουμένως ελάσσονα σε σχέση με τη μείζονα συνεισφορά της τομογραφικής μελέτης. Το πρώτο πρόβλημα αφορά στην αναδιοργάνωση του προγράμματος των σπινθηρογραφημάτων ενός Εργαστηρίου Πυρηνικής Ιατρικής καθώς απαιτείται υπερδιπλάσιος χρόνος πραγματοποίησης της νέας σπινθηρογραφικής μελέτης όπου συμπεριλαμβάνεται και η τομογραφία, λαμβανομένου υπ' όψιν τόσο του χρόνου που αυτή καθεαυτή η μελέτη απαιτεί, όσο και του χρόνου της αλλαγής της εξεταστικής κλίνης. Το πρόβλημα αυτό εύκολα επιλύεται αρκεί να είναι γνωστό το ιστορικό του ασθενούς την ώρα που προγραμματίζεται η εξέταση και αυτό απαιτεί και μια ενημέρωση- προς ευαισθητοποίηση- των κλινικών γιατρών.

Τα δεύτερο πρόβλημα –που συνάπτεται με το πρώτο- είναι να γίνει νέα επιπλέον τιμολόγηση της ιατρικής πράξης αφού είναι αυτονόητη η πρόσθετη απασχόληση του ιατρικού και παραϊατρικού προσωπικού τόσο για την τέλεση της εξέτασης όσο και για

την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της. Πέραν αυτών το γεγονός και μόνο της μεγαλύτερης διάρκειας των τελεσθεισών πράξεων και η ανάγκη απόσβεσης ενός ακριβότερου μηχανήματος καταδεικνύουν την ανάγκη επανακοστολόγησης. Το πρόβλημα αυτό επιλύεται με στοιχειώδεις νομοθετικές παρεμβάσεις.

Πίνακας 35.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΝΑΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΡΟΥΤΙΝΑΣ.	ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΚΥΠΤΟΝΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ
Έγκαιρος προγραμματισμός των σπινθηρογραφικών μελετών του Εργαστηρίου Πυρηνικής Ιατρικής. Αυξημένο κόστος της εξέτασης και ανάγκη επανακοστολόγησής της.	Ευαισθητοποίηση των κλινικών γιατρών για την ανάγκη τέλεσης της τομογραφικής μελέτης. Νομοθετική ρύθμιση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η ικανότητα ανίχνευσης της οστικής νόσου σε πρώιμο στάδιο αποτελεί ένα σημαντικό βήμα στην αντιμετώπιση τόσο των κακοήθων όσο και των καλοήθων

κλινικών καταστάσεων. Οι σπινθηρογραφικές μέθοδοι απεικόνισης ως ιδιαίτερες ευαίσθητες στην πρώιμη ανίχνευση των οστικών νόσων και ως παρέχουσες λειτουργικές πληροφορίες σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος και τη δυνατότητα απεικόνισης ολόκληρου του σκελετού με ελάχιστη ακτινοβολήση, αποτελούν σε πολλές περιπτώσεις τις μεθόδους εκλογής έναντι των ακτινολογικών μεθόδων οι οποίες σε γενικές γραμμές υπερέχουν ως προς την ειδικότητα.

Σκοπός: Η παρούσα μελέτη στοχεύει να καταγράψει την επιπλέον συνεισφορά της τομογραφικής μελέτης στην πρώιμη εντόπιση των βλαβών της σπονδυλικής στήλης σε σχέση με το απλό σπινθηρογράφημα οστών με απώτερη στόχευση να ερευνηθεί πιθανή καθιέρωσή της ως εξέτασης ρουτίνας. Δευτερεύουσα στόχευση αποτελεί η επιβεβαίωση της συνεισφοράς της τομογραφικής μελέτης στη λεπτομερέστερη περιγραφή της ανατομικής θέσης της βλάβης που είναι ενδιαφέρουσα εξαιτίας της πολύπλοκης ανατομικής δομής των σπονδύλων. Η μελέτη αφορά σε ασθενείς με πόνο στη σπονδυλική στήλη αδιάγνωστο τόσο από την κλινική εξέταση όσο και από τις κλασικές ακτινολογικές μεθόδους.

Υλικό- Μέθοδος: Μελετήθηκαν 87 ασθενείς ηλικίας 10-80 χρόνων εκ των οποίων 43 ήσαν άνδρες και 44 γυναίκες, με κοινό χαρακτηριστικό τους επίμονο και αδιάγνωστο πόνο της σπονδυλικής στήλης και οι οποίοι στα πλαίσια της διερεύνησης του πόνου θα υποβάλλονταν σε απλό σπινθηρογράφημα οστών. Από τους ασθενείς αυτούς 16 έπασχαν από καρκίνο, 16 από βρουκέλλωση 20 από διάχυτα οστικά άλγη και 35 από οσφυαλγία. Στους ασθενείς αυτούς 2.5-3 ώρες μετά την ενδοφλέβια χορήγηση του ραδιοφαρμάκου (^{99m}Tc -MDP) λαμβάνονταν ολόσωμα σπινθηρογραφήματα οστών. Αμέσως μετά οι ασθενείς υποβάλλονταν σε τομογραφική σπινθηρογραφική μελέτη με περιοχή ενδιαφέροντος τη σπονδυλική στήλη.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι στην τομογραφική μελέτη 55 στους 87 ασθενείς (63.2%) είχαν σαφή παθολογικά ευρήματα στη σπονδυλική στήλη έναντι μόνο 22 (25.2%) ασθενών με σαφή παθολογικά ευρήματα και 15 (17.2%) με αμφίβολα ευρήματα που ανέδειξε η απλή σπινθηρογραφική μελέτη. Σε γενικές γραμμές η διαφορά αυτή καταγράφεται και στις τέσσερις κατηγορίες ασθενών ενώ σε κάθε περίπτωση ο ανατομικός εντοπισμός της βλάβης υπήρξε ακριβέστερος.

Συμπέρασμα: Το υπερδιπλάσιο ποσοστό θετικών τομογραφικών μελετών –έναντι των απλών-, ο ακριβέστερος ανατομικός εντοπισμός και η απουσία της παραμικρής επιπλέον ακτινολογικής επιβάρυνσης καθιστά αναγκαία την καθιέρωση της

τομογραφικής μελέτης ως εξέτασης ρουτίνας σε συνδυασμό πάντοτε με το ολόσωμο σπινθηρογράφημα οστών.

SUMMARY

Introduction: The diagnosis of bone disease in early stage is an important step for the treatment of malignant and benign clinical conditions. Nuclear Medicine methods are superior than the radiographics ones due the high sensitivity in the early detection

of bone disease and the functional informations they offer. Considering the low cost, the ability of low radiation whole-body imaging and the high sensitivity it is obvious why Nuclear procedures are consist of methods of choise, although radiographic ones appear to produce higher specificity.

Purpose of the study: The purpose of this study is to find out the extra contribution of SPECT imaging to the early detection of spinal lesions in comparison with planar imaging and the possibility to be established as a method of routine. Another purpose of this study is to confirm the contribution of SPECT imaging, in order to determine the particular localisation of the lesions. In this study we investigate patients with back pain, which was uncorfirmed by clinical or/and radiographic examination.

Material and Methods: 87 patients were studied (43males, 44 females) with an age range between 10-80 years. All of them suffered from persistent back pain which remained undiagnosed through physical examination and X-ray imaging. These patients were referred to undergo a planar imaging. A total of 16 were suffering from malignant disease, 16 from brucellosis, 20 from diffuse bone pain and 35 from backache. Between 2.5 and 3 hours after intravenous administration of radiopharmaceutical substance (^{99m}Tc -MDP), planar whole-body scans and SPECT studies (with the spine as region of interest) were obtained.

Results: In the planar scans we identified 22 (25.2%) patients with marked lesions and 15 (17.2 %) with questionable findings, while in the SPECT studies 55 (63.2%) patients with marked lesions and no questionable finding. In general this difference refers to all four categories of patients and whenever were existed pathological findings the anatomical localisation of the lesions was more accurate.

Cocclusions: The higher sensitivity, the accuracy in anatomical localisation and the absence of any extra radiation charge makes the establishment of SPECT imaging necessary as a routine method in combination with whole-body planar scan.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΠΡΟΦΑΝΤΗ, Μ. (1989): Σημειώσεις από μετεκπαιδευτικά μαθήματα Πυρηνικής Ιατρικής.

2. ARNOLD, J. J., NORDIN, B. E. C. (1968): Round Table Discussion in Proc. of 'Conference on Progress in Methods of Bone Mineral Measurements' p. 526, Bethesda Maryland. Publ. U.S. Dept. of Health, Education and Welfare.
3. ΒΑΣΙΛΑΚΟΣ, Π. (1978): Βελτίωση της Διαγνωστικής Αξίας του Σπινθηρογραφήματος των Οστών με τη Βοήθεια Ηλεκτρονικού Υπολογιστή.
4. SPIERS, F. W. (1969): Transition-Zone Dosimetry. In: ATTIX, F. H., ROESCH, W. C., TOCHILIN, E. (Eds.), Radiation Dosimetry. Acad. Press 3:809.
5. PAUTARD, F. G. E. (1966): A biomolecular survey of calcification. In: Proceedings of the 3rd European Symposium of Calcified Tissues, p. 108 Publ. Springer Verlag, N.Y., cited in VAUGHAN (1970).
6. VAUGHAN, J. M. (1970): The Physiology of Bone. Clarendon Press, Oxford, U.K.
7. MCGREGOR, J., BROWN, E. (1965): Blood-Bone Equilibrium in Gallium Homeostasis. Nature 205(4969):359.
8. POSNER, A. S. (1968): The chemical and physical nature of bone mineral. In: Proceedings of the Conference in Methods of Bone Mineral Measurements. Publ. U.S. Depart. of H.E.W., p. 5.
9. GUYTON, A. C. (1971): Textbook of physiology. W. B. Saunders Comp. Ltd.
10. WOODARD, H. Q. (1962): The elementary composition of human cortical. Bone Health Phys. 8:513.
11. GLAROS, D. (1975): Partia-body *in Vivo* Neutron Activation Analysis. A Technique for Measuring Minerals in Bone. Ph. D. Thesis, University of Stratchlyde, Glaskow, U.K..
12. CHILTON, H. M., WITCOLSKI, R. L. (1986): Nuclear Pharmacy: An Introduction to the Clinical Application of Radiopharmaceuticals. Washington Square Philadelfia.
13. WAGNER, H. N., BUCHANAN J.W., ESPINOZA-VASSALO, D. (1986): Diagnostic Nuclear Medicine: Patient studies.
14. LENTLE, B. C., RUSSELL, A. S., PERCY, J. S., SCOTT, J. R., JACKSON, F. I. (1976): Bone scintiscanning uptated. Ann. Inter. Med. 84:297.
15. BORDIER, P. J. (1973): Relationship between serum immunoreactive parathyroid hormone, osteoclastic and osteocytic bone resorptions and serum calcium in primary hyperparathyroidism. In clinical aspects of Metabolic bone

- disease. Frame B., Parfitt, A. M. and Duncan H. eds. Excerpta Medica, Amsterdam.
16. FLEMMING, W. H., McILRAIT, J. D., KING, E. R. (1961): Photoscanning of bone lesions utilizing ^{85}Sr . Radiology 77:635.
 17. SMITH, E. M., McAFEE, J. G., MOZLEY, J. M. et al (1968): Absorbed-dose estimates for radiopharmaceuticals used for bone scanning (abstract). J. Nucl. Med. 9:348
 18. RITZ, E., CLORIUS, J. H. (1976): Scintigraphy in uremic bone disease. Nephron 17:321.
 19. BLAU, M., LAOR, Y., BENDER, M. A. (1963): Clinical experience with ^{18}F and $^{87\text{m}}\text{Sr}$ from bone scanning (abstract) J. Nuc. Med. 4:193.
 20. CHARKES, N. D., SKLAROFF, D. M., BIERLY, J. (1964): Detection of metastatic cancer to bone by scintigraphy with $^{87\text{m}}\text{Sr}$. Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med. 91:1121.
 21. CHARKES, N. D., SKLAROFF, D. M., YOUNG, I. (1966): A critical analysis of strontium bone scanning for detection of metastatic cancer. Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med. 96:647.
 22. KOSTAMIS, P., KONSTANTINIDES, C., PAPAVALASSILIOU, .C. et al (1968): Early detection of bone lesions by photoscanning with radio active $^{87\text{m}}\text{Sr}$. Jn. Medical Radioisotope scintigraphy vol. 2, pp.349-364 IAEA.
 23. PRENCH and McCREADY (1967).
 24. O' MARA, R. E., McAFEE, J. G., SUBRAMANIAN, G. (1969): Rare earth nuclides as potential agents for skeletal imaging. J. Nucl. Med. 10:49.
 25. PERRIER, C., SEGRE, E. (1937): Radioactive isotopes of element 43. Nature 140:193.
 26. HARPER, P. V., BECK, K., CHARLESTON, D., LATHROR, K. A. (1964): Optimisation of a scanning method using $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Nucleonics, 22:50.
 27. SMITH, E. M. (1964): Properties, uses, radiochemical purity and calibration of $^{99\text{m}}\text{Tc}$. J. Nucl. Med. 5:871.
 28. SMITH, E. M. (1965): Internal dose calculation for $^{99\text{m}}\text{Tc}$. J. Nucl. Med. 6:231.
 29. TROTT, N. G., SURRY, L. (eds)(1975): Guidelines for the preparation of radiopharmaceuticals in hospitals. Brit. Institute of Radiology. Special report No 2. London.
 30. SUBRAMANIAN, G., McAFEE, J. G. (1971): A new complex of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ for skeletal imaging (abstract). Radiology 99:192.

31. SUBRAMANIAN, G., McAFEE, J. G., BELL, E. G., BLAIR, R. J., O' MARA, R. E., RALSTON, P. H. (1972): ^{99m}Tc -labeled polyphosphate as a skeletal imaging agent. *Radiology* 102:701.
32. KAPLAN, E., FELS, I. G., KOTLOWSKI, B. R., et al (1960): Therapy to carcinoma of the prostate metastatic to bone with ^{32}P labeled condensed phosphate. *J. Nucl. Med.* 1:1.
33. YANO, Y., McRAE, J., VANDYKE, D. C., et al (1972): ^{99m}Tc -labeled Sn-diphosphonate : a bone scanning agent. *J. Nucl. Med.* 13:480.
34. LAESEN, M., WILLETT, R., YOUNT, R.G. (1969): Imidodiphosphonate and pyrophosphate possible biological significance of similar structures. *Science* 166:1510.
35. DUNSON, G. L., STEVENSON, J. S., COLE, C. M., et al (1973) : Preparation and comparison of ^{99m}Tc -diphosphonate, polyphosphate and pyrophosphate nuclear bone imaging radiopharmaceuticals. *Drug Intell. Clin. Pharm.* 7:740.
36. CHANDRA, R., BRAUNSTEIN, P. (1974): Information density and bone scans. *Br. J. Radiol.* 47:360.
37. KOUTOULIDIS, C., DE TOVAR, G., STAMATIS, G., PANOPOULOS, M. (1973): La fixation de ^{99m}Tc -Tin-Pyrophosphate dans le processus inflammatoires de la mastoïde. In : H. W. Pabst (ed) : *Nuclearmedizin*, F. K. Schatauer Verlag. Stuttgart, New York, P. 433.
38. KOUTOULIDIS, C., PAPATHANASSIOU, B., KAMBOUROGLOU, G., LOUISOU, C., MANDALAKI, T. (1975): Etude morphodynamique des arthropathies hémophylliques avec la camera a scintillation et un systeme de scintigraphie du arps entier. 17eme Colloquede Medecine Nucleare de Langue Franchise, Paris 1975.
39. ΚΟΥΤΟΥΛΙΔΗΣ, Κ., ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ, Π., ΣΤΡΟΥΜΠΟΥΛΗΣ, Δ., ΜΟΡΤΖΟΣ, Γ., ΠΑΠΟΥΤΣΗΣ, Χ. (1976): Το δια της γ-camera ολόσωμον σπινθηρογράφημα του σκελετού δια την πρώιμον διάγνωσιν των οστικών μεταστάσεων. Ανακοίνωσις εις 3^{ον} Πανελλήνιον Συνέδριον Ακτινολογίας. Αθήνα Οκτ.1976. (Ιατρ. Επιθ. Εν. Δυνάμεων 13: 667-670, 1979).
40. ΚΟΥΤΟΥΛΙΔΗΣ, Κ., ΜΟΡΤΖΟΣ, Γ., ΦΟΥΝΤΟΣ, Α. (1977): Συγκριτική σπινθηρογραφική και ακτινολογική μελέτη των καταγμάτων εκ καταπονήσεως. Ανακοίνωσις εις 6^{ον} Ιατρικόν Συνέδριον Ενόπλων Δυνάμεων , Θεσσαλονίκης. Πρακτικά σελ. 609-611) .

41. ΜΟΡΤΖΟΣ, Γ. (1981): Η αξία του σπινθηρογραφικού ελέγχου του σκελετού δια την πρώιμον διάγνωση της νεφρικής οστεοδυστροφίας.
42. FLEISH, H., NEUMAN, W. F. (1961): Mechanisms of calcification role of collagen, polyphosphate and phosphatase. Am. J. Physiol. 200:1296.
43. FRANCIS, M. D., FLORA, L., KING, W. R. (1972): The effects of disodium ethane-1-hydroxy-1, diphosphonate on adjuvant induced arthritis in rats. Calcif. Tissue Res. 9:109.
44. SCHENK, R., METZ, W. A., MUHLBAUER, R., et al (1973): Effect of ethane-1-hydroxy-1, 1 diphosphonate (EHDP) and dichloroethylene diphosphonate (Cl₂MDP) on the calcification and resorption of cartilage and bone in the tibial epiphysis and metaphysis of rats. Calcif. Tissue Res. 11:196.
45. TILDEN, R. L., JAKSON, J. J., ENNEKING, W. F., et al (1973); ^{99m}Tc-polyphosphate histological localization in human femurs by autoradiography. J. Nucl. Med. 14:576.
46. COX, PH. (1974): ^{99m}Tc complexes for skeletal scintigraphy physicochemical factors affecting bone and bone marrow uptake. Br. J. Radiol. 47:845.
47. JUNG, A., BISAZ, S., FLEISCH, H. (1973): The binding of pyrophosphate and two diphosphonates by hydroxyapatite crystals. Cal. Tissue Res. 11:269.
48. McLAUPLIN, A. F. (1975): Uptake of ^{99m}Tc bone scanning agent by lungs with metasttic calcification. J. Nucl. Med. 16:322.
49. DEWANJEE, M.K., FLETCHER, T. W. O., DAVIS, M. A. (1972): Chemical properties and biological distribution of ^{99m}Tc-diphosphonate, polyphosphate and pyrophosphate nuclear bone imaging radiopharmaceuticals. Drug Intell. Clin. Pharm. 7:470.
50. BOWEN, B. M., GARNETT, E. S. (1974): Analysis of the relationship between ^{99m}Tc-Sn-polyphosphate and ^{99m}Tc-Sn-pyrophosphate. J. Nucl. Med. 15:652.
51. WEBER, D. A., KEYES, J. W., LANDMAN, S., WILSON, G. A. (1974): Comparison of ^{99m}Tc-polyphosphate and ¹⁸F for bone imaging. Am. J. Roentg. 121:184.
52. GENANT, H. K., BAUTOVICH, G. J., SINGH, M., et al (1974): Bone seeking radionuclides: an vivo study of factors affecting skeletal uptake. Radiology 113:373.
53. KAYE, M., SILVERTON, S., ROSENTHALL, L. (1975): ^{99m}Tc-pyrophosphate: Studies *in vivo* and *in vitro*. J. Nucl. Med. 16:40.

54. ROSENTHALL, L., KAYE, M. (1975): ^{99m}Tc -pyrophosphate kinetics and imaging in metabolic bone disease. J. Nucl. Med. 16:33.
55. BONTE, E. J., PARKEY, R. W., GRAHAM, K. D., et al (1975): Distributions of several agents useful in imaging myocardial infarcts. J. Nucl. Medicine 16:132.
56. D'AGOSTINO, A. N., CHICA, M. (1972): Mitochondrial mineralization in human myocardium. Am. J. Clin. Pathol. 53:820.
57. MAISEY, M. N., BRITTON, K. E., GILDAY, D. L. (eds) (1989): Clinical Nuclear Medicine.
58. LANYON, L. E., (1987): Functional strain in bone tissue as an objective and controlling stimulus for adaptive bone remodeling. J. Biomech 20:1083-1093.
59. CULP, L. A., LATERRA, J., LARK, M. W., BEYTH, R. J., TOBEY, S. T. (1986): Heparan sulphate proteoglycan as a mediator of some adhesive responses and cytoskeletal reorganization of cells on fibronectin matrices: independent vs. cooperative functions. In: functions of proteoglycans, John Wiley, Chichester.
60. CARTER, D. R. (1987): Mechanical loading history and skeletal biology. J. Biomech, 20:1095-1109.
61. KUHL, D. E., EDWARDS, R. Q., RICCI, A. R., et al (1977): Quantitative section scanning using orthogonal tangent correction. J. Nucl. Med. 18:381.
62. KUHL, D. E., EDWARDS, R. Q. (1963): Image separation radioisotope scanning. Radiology 80:653.
63. ANGER, H. O. (1968): Tomographic gamma-ray scanner with simultaneous readout of several planes, in Gottschalk A, Beck RN (eds): Fundamental Problems in Scanning. Springfield, IL, Charles C. Thomas. p 195.
64. ANGER, H. O. (1969): Multiplane tomographic gamma ray scanner, in Medical Radioisotopes Scintigraphy, vol. 1. Vienna, IAEA. p 203.
65. KEYES, J. W., ORLANDEA N, HEETDERKS, W. J. et al (1977): The Humongotron: A scintillation camera transaxial tomograph. J. Nucl. Med. 18:381.
66. BROOKS, R. A., DI CHIRO, G. (1976): Principles of computer assisted tomography (CAT) in radiologic and radioisotopic imaging. Phys. Med. Biol. 21:689.
67. MUEHLLEHNER, G. (1971): A tomographic scintillation camera. Phys. Med. Biol. 16:87.

68. ROLLO, F. D., PATTON, J.A. (1984): Instrumentation and information portrayal, in Freeman L.M. (ed): Freeman and Johnson's Clinical Radionuclide Imaging, ed 3. Orlando, F.L., Grune and Stratton, p 203.
69. MADSEN, M. T., PARK, C.H. (1985): Enhancement of SPECT images by Fourier filtering the projection image set. J. Nucl. Med. 26:395.
70. KING, M.A., SCHWINGER, R.B., DOHERTY, P. W., et al (1984): Two dimensional filtering of SPECT images using the Metz and Wiener filters. J. Nucl. Med. 25:1234.
71. KAY, D. B., KEYES, J. W., SIMON, W. (1974): Radionuclide tomographic image reconstruction using Fourier transform techniques. J. Nucl. Med. 15:1981.
72. CHANG, L. (1978): A method for attenuation correction in radionuclide computed tomography. IEEE Trans Nucl. Sci NS-25:638.
73. WEBB, S., FLOWER, M. A., OTT, R.J., et al (1983): A comparison of attenuation correction methods for quantitative single photon emission computed tomography. Phys. Med. Biol. 28:1045.
74. WALTERS, T. E., SIMON, W., CHESLER, D. A., et al (1981): Attenuation correction in gamma emission computed tomography. J. Comput. Assist Tomogr. 5:89.
75. SHERP, L. A., VARDI, Y. (1982): Maximum likelihood reconstruction for emission tomography. IEEE Trans Med. Imaging MI-1:113.
76. KEMP, M. C., SCILLING, J. (1982): Image reconstruction by maximum entropy. Proc. IEEE Electronic Image Processing.
77. JASZCZAK, R. J., COLEMAN, R. E., WHITEHEAD, F.R.(1981): Physical factors affecting quantitative measurements using camera-based single photon emission computed tomography (SPECT). IEEE Trans Nucl. Sci. NS-28:69.
78. SNYDER, D. L., COX, J.R. (1977): An overview of reconstructive tomography and limitations imposed by a finite number of projections in Ter-Pogossian MM (ed): Reconstruction Tomography in Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine. Baltimore, University Park Press, p 3.
79. BULDINGER, T. F. (1980): Physical attributes of single-photon tomography. j. Nucl. Med. 21:579.
80. JASZCZAK, R. J., GREER, K. L., FLOYD, C. E., et al (1984): Improved SPECT quantification using compensation for scattered photons. J. Nucl. Med. 25:893.

81. AXELSSON, B., MSAKI, P., ISRAELSSON, A. (1984): Subtraction of Compton-scattered photons in single-photon emission computerized tomography. *J. Nucl. Med.* 25:490.
82. ERKINTALO, M. O., SAMINEN, J. J., ALANEN, A. M., PAAJANEN, H. E., KORMANO, M. J. (1995): Development of degenerative changes in the lumbar intervertebral disk: results of a prospective MR imaging study in adolescents with and without low back pain. *Radiology* 196: 529-533.
83. JENSEN M.C., BRANT-ZAWADSKI, M. N., OBUCHOWSKI, N., MODIC, M. T., MALKAIAN, D., ROSS, J. S. (1994): Magnetic Resonance Imaging of the lumbar spine in people without back pain. *N. Engl. J. Med.* 331:69-73.
84. COLLINS, C.D., STACK, J. P., O' CONELL, D. J., WALSH, M., McMANUS, F. P., REDMOND, O.M., ENNIS, J.T. (1990): The role of discography in lumbar disc disease: a comparative study of magnetic resonance imaging and discography. *Clinical Radiology* 42:252-257.
85. GUNZBURG, R., SERVAIS, F., VERHAS, M. (1994): Tomoscintigraphy of the lumbar spine: prospects and clinical application. *Eur. Spine J.* 3:308-311.
86. TAKAHASHI, K., MIYAZAKI, T., OHNARI, H., TAKINO, T., TOMITA, K. (1995): Schmorl's nodes and low back pain. Analysis of magnetic resonance imaging findings in symptomatic and asymptomatic individuals. *Eur. Spine J.* 4:56-59.
87. RYAN, P. J., GIBSON, T., FOGELMAN, I. (1992): The identification of spinal pathology in chronic low back pain using single photon emission computed tomography. *Nuc. Med. Commun* 13:497-502.
88. SCHWARZER, A. C., WANG, S. C., O'DRISCOLL, D., HARRINGTON, T., BOGDUC, N., LAURENT, R. (1995): The ability of computed tomography to identify a painful zygapophyseal joint in patients with chronic low back pain. *Spine* 20:907-912.
89. HOLDER, L. E., MACHIN, J. L., ASDOURIAN, P. L., LINKS, L. M., SEXTON, C. C. (1995): Planar and high resolution SPECT bone imaging in the diagnosis of the facet syndrome. *J. Nucl. Med.* 36:37-44.
90. RYAN, P. J., EVANS, P. A., GIBSON, T., FOGELMAN, I. (1992): Chronic low back pain: comparison of bone SPECT with radiography and CT. *Radiology* 182: 849-854.
91. WEISAL, S.W., TSOURNAS, N., FEFFER, H. L., CITRIN, C.M., PATRONAS, M. (1984): A study of computer-assisted tomography. I. The incidence of positive CAT scans in an asymptomatic group of patients. *Spine*, 9:549-551.

92. RYAN, P. J., DOLAN, A. L., ARDEN, N., STRATTON, R., HAMANN, W., WEDLEY, J., GIBSON, T., FOGELMAN, I. (1995): SPET bone scanning can predict successful facet joint injection (abstract). Nucl. Med. Commun. 16:231.
93. AITCHISON, F. A., POON, F. W., HADLEY, M. D., GRAY, H. W., FORRESTER, A. W. (1992): Vertebral metastases and an equivocal bone scan: value of magnetic resonance imaging. Nucl. Med. Commun. 13:429-431.
94. KOSUDA, S., KAJI, T., YOKOHAMA, H., YOKOKAWA, T., KATAYAMA, M., IRIYE, T., UEMATSU, M., KUSAN, S. (1996): Does bone SPECT actually have lower sensitivity for detecting vertebral metastasis than MRI? J. Nucl. Med. 37:975-978.
95. KOSUDA, S., ARAI, S., YOKOHAMA, H., KATAYAMA, M., WADA, Y., KUSAN, S. (1994): Differential diagnosis between osseous metastasis and degenerative joint disease of the vertebra by bone SPECT: analysis by accumulation pattern. Jpn. J. Nucl. Med. 31:613-618.
96. BUSHNELL, D. L., KAHN, D., HUSTON, B., BEVERING, C. G. (1995): Utility of SPECT imaging for determination of vertebral metastases in patients with known primary tumors. Skeletal Radiology 24:13-16.
97. RYAN, P. J., FOGELMAN, I. (1994): Osteoporotic vertebral fractures: diagnosis with radiography and bone scintigraphy. Radiology: 190:669-672.
98. RYAN, P. J., EVANS, P., GIBSON, T., FOGELMAN, I. (1992): Osteoporosis and chronic back pain: a study with single photon emission computed tomography bone scintigraphy. J. Bone Miner. Res. 7:1455-1460.
99. JOHNSON, T. W., FARNUM, G. N., LATCHAW, R. E., ERBA, S. M. (1989): MR imaging of the pars interarticularis. Am. J. Roentgenol 152: 327-332.
100. COLLIER, B. D., JOHNSON, R. P., CARRERA, G. F., MEYER, G. A., SCHWAB, J. P., FLATLEY, T. J., ISITMAN, A. T., HELTMAN, R. S., ZIELONKA, J. S., KNOBEL, J. (1985): Painful spondylosis and spondylolisthesis studied by radiography and single photon emission computed tomography. Radiology 154:207-211.
101. BELLAH, R. D., SUMMERVILLE, D. A., TREVES, S. T., MICHELE, L. J. (1991): Low back pain in adolescent athletes: detection of stress injury to the pars interarticularis with SPECT. Radiology. 180:509-512.
102. BODNER, R. J., HEYMAN, S., DRUMMOND, D. S., GREGG, J. R. (1988): The use of the single photon emission computed tomography (SPECT) in the diagnosis of low back pain in young patients. Spine 13:1155-1160.

103. REES, D., MAYOR, P., GRIME, J. S., CRITCHLEY, M. (1995): Assessment and treatment of stress fractures of the lumbar spine in elite young sport people. (abstract). Nucl. Med. Commun 16:231.
104. RABY, N., MATHEWS, S. (1993): Symptomatic spondylolysis: correlation of CT and SPECT with clinical outcome. Clin. Radiol. 48:97-99.
105. LUSINS, J. O., DANIELSKI, E. F., GOLDSMITH, S. J. (1989): Bone SPECT inpatients with persistent back pain after lumbar spine surgery. J. Nucl. Med. 30:490-496.
106. HONAN, M., WHITE, G. W., EISENBERG, G. M. (1996): Spontaneous infectious discitis in adults. Am. J. Med. 100:85-89.
107. TORDA, A. J., GOTTLIEB, T., BRADBURY, R. (1995): Pyogenic vertebral osteomyelitis: analysis of 20 cases and review. Clin. Infect Dis 20: 320-328.
108. RYAN, P. J., FOGELMAN, I. (1993): Sacroiliac quantitative bone scintigraphy in ankylosing spondylitis : any clinical relevance? Nucl. Med. Commun 14:719-720.
109. BOLLOW, M., BRAUN, J., HAMM, B., EGGENS, U., SCHILLING, A., KONIG, H., WOLF, K. J. (1995): Early sacroiliitis in patients with spondyloarthropathy: evaluation with dynamic gadolinium enhanced MR imaging. Radiology 194:529-536.
110. HANLEY, J. G., MITCHELL, M. J., BARNES, D. C., MACMILLAN, L. (1994): Early recognition of sacroiliitis by magnetic resonance imaging and single photon emission computed tomography. J. Rheumatol. 21:2088-2095.
111. HANLEY, J. G., BARNES, D. C., MITCHELL, M. J., MACMILLAN, L., DOCHERTY, P. (1993): Single photon emission computed tomography in the diagnosis of inflammatory spondyloarthropathies. J. Rheumatol. 20: 2062-2068.
112. RYAN, P., CHIKANZA, I., GIBSON, T., YANNI, G., FOGELMAN, I. (1995): Single photon emission computed tomography and the source of lumbar pain in advanced ankylosing spondylitis. J. Clin. Rheumatol. 1:323-327.
113. COOK, G. J. R., GIBSON, T., FOGELMAN, I. (1997): Back pain: can we make a contribution? Eur. J. Nucl. Med. 24:363-367.
114. HAN, L. J., AU-YONG, T. K., TONG, W.C.M., CHU, K.S., SZETO, L.T., WONG, C.P. (1998): Comparison of bone single-photon emission tomography and planar imaging in the detection of vertebral metastases in patients with back pain. Eur. J. Nucl. Med. 25:635-638.

- 115.REINARTZ, P., SCHAFFELDT, J., SABRI, O., ZIMMY, M., NOWAK, B., OSTWALD, E., CREMERIUS, U., BUELL, U. (2000): Benign versus malignant osseous lesions in the lumbar vertebrae: differentiation by means of bone SPECT. Eur. J. Nucl. Med. 27:721-726.
- 116.CREMERIUS, U., BUELL, U. (1999): The present role of bone marrow scintigraphy. Eur. J. Nucl. Med. 26:191-193.