

# ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Θεωρούμε σκόπιμο να κάνουμε μια σύντομη αναδρομή στις μεθόδους που χρησιμοποιεί σήμερα η διαγνωστική ακτινολογία. Μερικές από αυτές εφαρμόζονται συνεχώς επί 100 περίπου χρόνια, από τότε που η διαγνωστική ακτινολογία έγινε κλάδος της Ιατρικής. Εδώ ανήκουν η **ακτινογραφία** και η **ακτινοσκόπηση**.

Σαν συνέχεια των ακτινοδιαγνωστικών μεθόδων θα πρέπει να αναφέρουμε την **ακτινογραφική τομογραφία**, που μπήκε σαν ρουτίνα εξέτασης στη δεκαετία του 1930, και την **αγγειοκαρδιογραφία**, που γενικεύτηκε στη δεκαετία του 1950 με την εισαγωγή των ενισχυτών εικόνας. Στην ίδια δεκαετία έγινε η πολύ σημαντική εισαγωγή της **χρήσης των ισοτόπων** στη διάγνωση, ενώ στη δεκαετία του 1960 άρχισε η χρησιμοποίηση της διαγνωστικής με τους **υπερήχους**.

Σαν κλάδο της ακτινολογίας στη 10ετία του '70 έχουμε την εισαγωγή και άμεση χρήση σε όλο τον κόσμο της επαναστατικής μεθόδου του **αξονικού τομογράφου (C.T.)** καθώς και της **ψηφιακής αγγειογραφίας**.

Στην ίδια δεκαετία άρχισε η χρήση του MRI (Magnetic Resonance Imaging), η απεικόνιση δηλαδή των ιστών του σώματος, που στηρίζεται στη μαγνητική διέγερση των πυρήνων των ατόμων, κυρίως του υδρογόνου, που βρίσκονται στο σώμα μας (Μαγνητικός Συντονισμός).

## ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΑ

Η **απλή ακτινογραφία** εξακολουθεί και σήμερα να χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση για την εξέταση του θώρακα, της κοιλιακής χώρας και των οργάνων της, όπως και στην εξέταση όλων των οστών.

Μια τεράστια εμπειρία έχει συσσωρευτεί τις τελευταίες δεκαετίες σχετικά με τις λεπτομερείς θέσεις, καθώς και την κατεύθυνση της ακτινοβολίας, που πρέπει να δώσουμε για την καλύτερη δυνατή εξέταση των διαφόρων τμημάτων του σώματος.

Η ποσότητα της ακτινοβολίας, που χρησιμοποιείται στις εξετάσεις αυτές δημιουργεί πολλές φορές ερωτηματικά λόγω του ιονισμού που προκαλεί στους ιστούς. Οι γνώσεις όμως που έχουμε σήμερα για την ακτινοπροστασία και η ελάττωση του ποσού της ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται, κάνουν τις εξετάσεις αυτές χωρίς ουσιαστικούς κινδύνους.

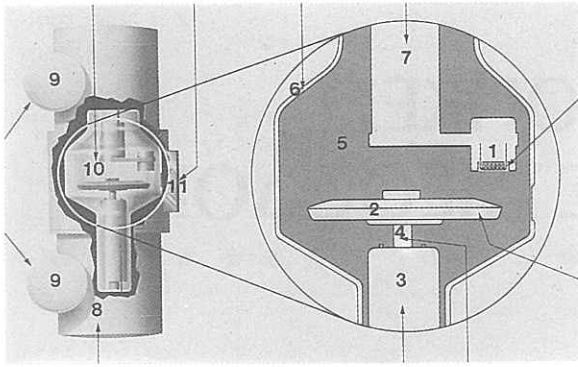
Η ανάπτυξη του θέματος που έχει σχέση με την ακτινοφυσική των ακτίνων Roentgen και την περιγραφή των βασικών συσκευών παραγωγής τους διδάσκεται από αρκετά χρόνια στο μάθημα της Ιατρικής Φυσικής. Θεωρήθηκε όμως, για λόγους ιστορικούς, σκόπιμο να περιλάβουμε τουλάχιστο την βασική συσκευή που άνοιξε τον δρόμο στην επιστήμη της ακτινολογίας την **Ακτινολογική Λυχνία** (Εικ. 1.1).

## ΑΠΛΗ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Αντικειμενικός σκοπός της **απλής ακτινογραφικής τομογραφίας** είναι να αποφευχθεί η αλληλεπίθεση των διαφόρων τμημάτων του σώματος, που είναι αναπόφευκτη στην οπισθοπρόσθια ακτινογραφία, όπου η τρισδιάστατη απεικόνιση του σώματος γίνεται σε δύο επίπεδα.

Με την τομογραφική μέθοδο μπορούμε να εξετάσουμε με σχετική ακρίβεια μια στοιβάδα του σώματος, δηλαδή μία μόνο τομή, ενώ τα υπερκείμενα και υποκείμενα ανατομικά τμήματα στην περιοχή αυτή ασαφοποιούνται. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύγχρονη κίνηση της πηγής της ακτινοβολίας, δηλαδή της λυχνίας, και της κασέτας που περιέχει το ακτινογραφικό φιλμ. Τόσο η λυχνία όσο και το ακτινογραφικό φιλμ κινούνται σύγχρονα και σε αντίθετες κατευθύνσεις με τη βοήθεια ενός υπομοχλίου, το οποίο καθορίζει το επίπεδο του σώματος που θέλουμε να εξετάσουμε.

Το πάχος της εξεταζομένης στοιβάδας μπορεί να είναι διάφορο. Στην εξέταση π.χ. του θώρακα μπορεί να καθοριστεί σ' ένα ή δύο εκατοστά, ενώ στην εξέταση του έσω ωτός, που έχει μικρούς χώρους και μικρά ανατομικά στοιχεία μεγάλης ση-



**Εικόνα 1.1**

Η ακτινολογική λυχνία του Röntgen όπως εξελίχθηκε ύστερα από την εισαγωγή της θερμής καθόδου από τον William Coolidge στα 1915.

**Αριστερά (Α):** Ολόκληρη η λυχνία.

**Δεξιά (Β):** Μεγέθυνση του εσωτερικού της λυχνίας με τα κύρια εξαρτήματά της.

1. Το σπείραμα της θερμής καθόδου είναι συνήθως κατασκευασμένο από βολφράμιο, που έχει υψηλό σημείο τήξης (σημείο τήξης 3.370 °C).
2. Η άνοδος στρέφεται με 1000-3000 στροφές το λεπτό και δέχεται τα ηλεκτρόνια που προέρχονται από την κάθοδο. Η ροή των ηλεκτρονίων, που σχηματίζεται από την κάθοδο προς την άνοδο (αντικάθοδο), και η επιτάχυνσή τους εξαρτάται από τη διαφορά δυναμικού, που υπάρχει μεταξύ της καθόδου και της ανόδου.
3. Ο μηχανισμός περιστροφής της ανόδου.
4. Ο άξονας περιστροφής της ανόδου.
5. Το εσωτερικό -κενό- της λυχνίας.
6. Το εσωτερικό κάλυμμα της λυχνίας από ειδικό γυαλί.
7. Ο μηχανισμός της καθόδου.
8. Το εξωτερικό προστατευτικό κάλυμμα της λυχνίας.
9. Οι υποδοχείς των καλωδίων υψηλής τάσεως.
10. Γενική άποψη του εσωτερικού της λυχνίας.
11. Το άνοιγμα - παράθυρο της λυχνίας απ' όπου εξέρχεται η κατευθυνόμενη ακτινοβολία.

μασίας, η εξεταζόμενη στοιβάδα μπορεί να είναι λεπτή, μέχρι και ένα ή δύο χιλιοστά.

## ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Η **ακτινοσκόπηση** χρησιμοποιείται κυρίως για τη μελέτη δυναμικών καταστάσεων των διαφόρων οργάνων, όπως αυτών που κινούνται διαρκώς (καρδιακού μυός, γαστρεντερικού συστήματος κλπ.).

Η εισαγωγή των **ενισχυτών εικόνας** στη δεκαετία του '50 έδωσε μεγάλη ώθηση στην ακτινοσκόπηση και έκανε δυνατή την εξέταση του αρρώστου χωρίς να υπάρχει ανάγκη συσκότισης του θαλάμου της εξέτασης. Έτσι δημιούργησε τις προϋποθέσεις για μεγάλη ελάττωση της ακτινοβολίας κι έκανε δυνατή την εισαγωγή της ακτινοκινηματογραφίας.

## ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η μελέτη του καρδιαγγειακού συστήματος γενικεύτηκε στη 10ετία του 1950 με την εισαγωγή των **ενισχυτών εικόνας**, της **ακτινολογικής κινηματογραφίας** και τη γενίκευση της μεθόδου, που εισήγαγε ο Σουηδός ακτινολόγος **Seldinger**. Ενώ αρχικά η απεικόνιση του αγγειακού συστήματος και της καρδιάς γινόταν μόνο με την εισαγωγή βελόνας, απευθείας ή με χειρουργική προσπέλαση των αγγείων, μετά την εισαγωγή της ευφυούς μεθόδου του Seldinger η προσπέλαση της καρδιάς και όλων των αγγείων έγινε δυνατή και σχετικά πολύ εύκολη, για τους ακτινολόγους που ειδικεύτηκαν σ' αυτό τον τομέα. Έτσι κατορθώθηκε η εύκολη προσπέλαση των στεφανιαίων αγγείων, που έδωσε μεγάλη ώθηση στη χειρουργική της αιματώσεως της καρδιάς. Το ίδιο έγινε και με τη μελέτη των κοιλοτήτων και των βαλβίδων της καρδιάς, που η αντικατάστασή τους στη 10ετία του '60 και '70 γενικεύτηκε κι έπαψε να είναι προνόμιο λίγων μόνο μεγάλων Ιατρικών Κέντρων. Ακόμα, έγινε δυνατή η προσπέλαση μικρών αγγείων, όπως των φλεβών των νεφρών, των επινεφριδίων ή και των παραθυρεοειδών αδένων για την επιτόπια λήψη αίματος, η οποία θα μπορούσε να βοηθήσει στον καλύτερο προσδιορισμό των ορμονών, που παράγονται από τους αδένες αυτούς.

Εδώ πρέπει να αναφέρουμε απλώς τη συμβολή συσκευών, που ήταν σημαντικές στην προώθηση της τεχνολογίας αυτής, όπως οι **συσκευές δυναμικής έγχυσης σκιαγραφικών ουσιών** σε προκαθορισμένα διαστήματα, που μετρούνται σε κλάσματα του δευτερολέπτου (Pressure Injectors). Επίσης μπορεί κανείς να αναφέρει την εισαγωγή του **video**, που έκανε τη μελέτη δυναμικών εξετάσεων πολύ απλή, την **τεχνική της προσθαιρέσεως των εικόνων**, καθώς και της **γεωμετρικής μεγέθυνσης των αγγείων** για τη λεπτομερή μελέτη τους (Εικ. 1.2).

Η κατασκευή καθετήρων από διάφορες συνθετικές ύλες, τους έδωσε τις κατάλληλες ιδιότητες διευκολύνοντας έτσι την χρησιμοποίησή τους, για την εισαγωγή τους, σε όλα τα αγγεία και γενικεύοντας την χρήση τους.

Η μεγάλη πρόοδος στη σύνθεση και στη φαρμακολογία των σκιαγραφικών ουσιών, που εισάγονται στο κυκλοφορικό σύστημα σε μεγάλες ποσότητες, χωρίς να προκαλούν τοξικά φαινόμενα, και που άλλοτε ήταν απαγορευτικές για την καθημερινή χρήση, αποτελούν έναν άλλο σταθμό, τον οποίο απλώς μνημονεύουμε.

Στις πρόσφατες εφαρμογές, που έχουν σχέση με την εξέλιξη αυτή της καρδιαγγειολογίας και που άνοιξαν καινούριους ορίζοντες για τον ακτινο-

λόγο, στην περιοχή της επεμβατικής ακτινολογίας θα πρέπει να αναφέρουμε την **αγγειοπλαστική**, που σήμερα εφαρμόζεται σε ευρεία κλίμακα σε ωρισμένες αποφράξεις αγγείων, όπως των κάτω άκρων, των καρωτίδων, των νεφρικών αρτηριών και των στεφανιαίων αγγείων.

Στην ίδια κατηγορία θα μπορούσε να αναφέρει κανείς τους **εμβολισμούς**, που χρησιμοποιούνται στο ακτινολογικό εργαστήριο των ειδικών εξετάσεων για τη θεραπεία αρτηριοφλεβωδών ανωμαλιών, για την απόφραξη των τροφοφόρων αγγείων διαφόρων νεοπλασμάτων, ή για την έγχυση θρομβολυτικών ουσιών σε περιπτώσεις πρόσφατης απόφραξης ζωτικών οργάνων (καρδιάς, εγκεφάλου).

Ο ειδικός ακτινοδιαγνώστης καλείται ακόμα, στα πλαίσια της επεμβατικής ακτινολογίας, να τοποθετήσει το φίλτρο - ομπρέλα (όπως το φίλτρο Greenfield κ.ά.) στην κάτω κοίλη φλέβα, για να εμποδίσει τη μεταφορά πνευμονικών εμβόλων που θα μπορούσαν να είναι θανατηφόρα ή για να τοποθετήσει καθετήρες, εκεί που πρέπει, για τη μεταφορά των ενζύμων, που θα μπορούσαν να διαλύσουν ένα θρόμβο, ή για τη μεταφορά ενός χημειοθεραπευτικού φαρμάκου, εισάγοντας τον καθετήρα στην αρτηρία που αρδεύει το όργανο, που φιλοξενεί ένα νεοπλασματικό όγκο.

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΙΣΟΤΟΠΩΝ

Χρησιμοποιούνται δύο κυρίως μέθοδοι εισαγωγής των ισοτόπων στο ανθρώπινο σώμα: η **ενδοφλέβια ένεση υγρών που περιέχουν ισότοπα και η χορήγησή τους από το στόμα.**

Σε μερικές περιπτώσεις, όπως για τη διερεύνηση της πνευμονικής λειτουργίας, είναι δυνατό να χρησιμοποιήσει κανείς ισότοπα με τη μέθοδο της εισπνοής, όταν το ισότοπο χορηγείται με την μορφή αεροζόλ που περιέχει το ραδιοφάρμακο σε σωματίδια που έχουν μέγεθος συνήθως μικρότερο από 2 μ.

Η πληροφορία που παίρνουμε από τα ισότοπα μπορεί να μας δοθεί ή με τη μορφή της απευθείας μέτρησης της ακτινοβολίας που εκπέμπεται, όπως μπορεί να γίνει στην εξέταση του θυρεοειδούς και άλλων οργάνων, ή, πιο συχνά, με την απεικόνιση του εξεταζόμενου οργάνου.

Η απεικόνιση ενός οργάνου με ισότοπα δεν έχει την ακρίβεια που μας δίνει μια ακτινογραφική μέθοδος ή η υπερηχογραφία ή, ακόμη πιο πολύ,

η αξονική τομογραφία, είναι όμως μια πολύ ευαίσθητη και αξιόπιστη μέθοδος για τη μελέτη της λειτουργίας διαφόρων οργάνων, χωρίς να έχει πάντοτε την δυνατότητα για μεγάλη ακρίβεια στην διάγνωση. Όπως αναφέρεται στην διεθνή βιβλιογραφία, έχει «great sensitivity but low specificity», δηλαδή έχει μεγάλη ευαισθησία στο να μας δείξει την θέση μιας παθολογικής εξεργασίας χωρίς να μας λέει την φύση της εξεργασίας αυτής (ειδικότητα).

Η ακτινοβολία που απορροφά το σώμα κατά την εκτέλεση διαφόρων εξετάσεων, με την ιχνηλάτηση των ισοτόπων που ακολουθούν το φυσιολογικό δρόμο της ανταλλαγής της ύλης, είναι συνήθως μικρότερη από την ποσότητα της ιονίζουσας ακτινοβολίας που δέχεται στις άλλες ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις. Η χρησιμοποίησή της έχει γενικευτεί σε όλα τα ιατρικά κέντρα και πολλά από αυτά τα μηχανήματα είναι φορητά, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται στο θάλαμο του αρρώστου, όταν αυτός δεν μπορεί να μετακινηθεί.

Η εντόπιση παθολογικών εξεργασιών έχει κάνει τεράστια πρόοδο. Με την ιχνηλάτηση των κατάλληλων ισοτόπων μπορούν να εντοπιστούν παθολογικές εξεργασίες στον εγκέφαλο και στα οστά ή φλεγμονώδεις εξεργασίες σε διάφορα όργανα του σώματος με μεγάλη ακρίβεια.



**Εικόνα 1.2**

Αίθουσα αγγειοκαρδιογραφιών.

A. Συσκευή τηλεόρασης.

B. Συσκευή δυναμικής έγχυσης της σκιαγραφικής ουσίας. Εγχυτής (pressure injector).

Γ. Ο ακτινολόγος παρακολουθεί τους δυο χειριστές βοηθούς του (Δ), που ετοιμάζουν τη συσκευή ταχείας λήψεως ακτινογραφιών (εναλλακτής) (Ε), ενώ ο καθετήρας για την έγχυση (Ζ βέλος), ήδη έχει εισαχθεί στο αγγείο (ασορτή) με προσπέλαση από τη δεξιά μηριαία αρτηρία. Στην περιοχή της υπάρχουν κηλίδες αίματος. Η εξέταση γίνεται με μέτρα αυστηρής ασπλησίας.

Η χρησιμοποίηση ιχνηλατημένων μικροσκοπικών σφαιριδίων με τον αποκλεισμό μικρού αριθμού τριχοειδών στην πνευμονική κυκλοφορία μπορεί να μας δώσει μια γρήγορη και ακριβή εικόνα, για να διαγνώσουμε την τυχόν ύπαρξη πνευμονικών εμβολών ή πνευμονικού εμφράκτου, όπως θα δούμε στο κεφάλαιο που πραγματεύεται τις πνευμονικές εμβολές.

Η ιχνηλάτηση αιμοπεταλίων μπορεί να μας οδηγήσει στη διάγνωση θρόμβων, ενώ η ιχνηλάτηση λευκών αιμοσφαιρίων μπορεί να μας βοηθήσει στον εντοπισμό ενός αποστήματος.

Ακόμη η ιχνηλάτηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων βοηθάει στην έγκαιρη διάγνωση διαφόρων αναιμιών.

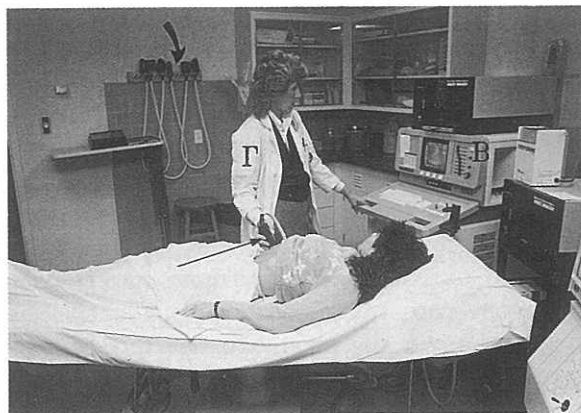
Ευρύτερα έχει πραγματοποιηθεί ως ρουτίνα σήμερα και χρησιμοποιείται η ιχνηλάτηση αντισωμάτων για την έγκαιρη διάγνωση νεοπλασμάτων. Σε πολλά Ιατρικά Κέντρα, προκειμένου να μελετηθεί εικονογραφικά η λειτουργικότητα του μυοκαρδίου και ιδιαίτερα της αριστερής κοιλίας, χρησιμοποιείται ευρύτερα το ραδιενεργό θάλιο.

Η χρησιμοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει δώσει απεριόριστες δυνατότητες και μεγάλη ώθηση στην πρακτική χρήση των μεθόδων αυτών.

## ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Η **υπερηχογραφία**, όπως είναι γνωστό, είναι μέθοδος που δε χρησιμοποιεί ιονίζουσα ακτινοβολία, αφού τα ηχητικά κύματα δεν έχουν τέτοια ιδιότητα. Τα κύματα αυτά με μεγάλη συχνότητα φτάνουν σε μεγάλα βάθη μέσα στους ιστούς του σώματος, όπου αντανακλώνται από τις επιφάνειες που έχουν διαφορετική ακουστική αντίσταση μεταξύ τους κι επιστρέφουν την πολύτιμη πληροφορία, για να καταγραφεί με τη μορφή μιας εικόνας (Εικ. 1.3).

Η μεγάλη τεχνική πρόοδος της δεκαετίας του '70 με την εισαγωγή του **Gray-Scale-Imaging** γενίκευσε τη χρήση των υπερήχων σε όλα τα νοσοκομεία και τα διαγνωστικά κέντρα. Η πρόοδος αυτή πρέπει να αποδοθεί στη χρησιμοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, που βοήθησαν επίσης στην εισαγωγή του **Real-time** (πραγματικού χρόνου) κάνοντας έτσι δυνατή τη συνεχή παρακολούθηση κινουμένων οργάνων, όπως με την ακτινοσκόπηση. Μπορεί κανείς να παρακολουθήσει την κίνηση του αίματος στα αγγεία ή την κίνηση του εμβρύου, ή οργάνων του εμβρύου όπως της καρδιάς του, μέσα στη μήτρα που το φιλοξενεί. Την αιμοδυναμική στα αγγεία σήμερα την μελετούμε με την μέθοδο Doppler.



**Εικόνα 1.3**

*Εξεταστική αίθουσα υπερήχων.*

*Η ακτινολόγος ή η χειρίστρια-βοηθός (Γ) με τη βοήθεια του transducer (βέλος) εξετάζει το ήπαρ της άρρωστης, που απεικονίζεται στην οθόνη (Β), που παρακολουθεί σύγχρονα με το χειρισμό του transducer. Κοντά στην οθόνη είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, που κάνει δυνατή την παρακολούθηση της εικόνας και των κινήσεων του οργάνου. Στον τοίχο (κυρτό βέλος) υπάρχει σειρά από transducers που χρησιμοποιούνται ανάλογα με το διαγνωστικό πρόβλημα και το εξεταζόμενο όργανο.*

Η εύκολη διάκριση με τους υπερήχους μεταξύ κυστικών και συμπαγών μορφωμάτων, και η καθοδήγηση για τον εντοπισμό και την εκκένωση κύστεων ή τη βιοψία με τη βοήθεια του υπερηχογράφου αποτελεί μια σημαντική πρόοδο στην απλοποίηση μεθόδων έρευνας που άλλοτε απαιτούσαν μεγάλες χειρουργικές επεμβάσεις, όπως η «ερευνητική λαπαροτομία», που ήταν τόσο πολύ συνηθισμένη.

Μια από τις αρνητικές ιδιότητες των υπερήχων είναι η αδυναμία τους να προσπελάσουν τα οστά ή την αεροπλήθεια των εντερικών ελίκων. Τα ηχητικά κύματα αντανακλώνται χωρίς να μπορούν να δώσουν διαγνωστικές πληροφορίες για τα υποκείμενα όργανα του σώματος. Εντούτοις με τη χρησιμοποίηση ειδικών transducers είναι δυνατή η δημιουργία «παραθύρων», για τη μελέτη π.χ. συλλογής υγρού στη θωρακική κοιλότητα μεταξύ των πλευρών. Τα «παράθυρα» είναι σημεία προσπέλασης των υπερήχων με κατεύθυνση τα υποκείμενα όργανα.

## ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Η **αξονική τομογραφία** είναι μια ακτινολογική μέθοδος, που χρησιμοποιεί τις ακτίνες Χ και απεικονίζει τομές του σώματος κυρίως σε εγκάρσια διατομή.