

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ
Σ.Ε.Υ.Π.
ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΙΑΤΡΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:

ΡΟΥΜΑΝΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

κ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ Κ.

Πάτρα, Οκτώβριος 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ.
<u>1. Περιεχόμενα</u>	<u>2</u>
<u>2. Πρόλογος</u>	<u>3</u>
<u>3. Εισαγωγή – Ευχαριστίες</u>	<u>4</u>
<u>4. Αξονικός Τομογράφος</u>	<u>5</u>
<u>5. Μαγνητικός Τομογράφος</u>	<u>12</u>
<u>6. Πηρηνικός Μαγνητικός Τομογράφος</u>	<u>20</u>
<u>7. Ηλεκτρομυογράφημα</u>	<u>23</u>
<u>8. Ηλεκτροκαρδιογράφημα</u>	<u>40</u>
<u>9. Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα</u>	<u>51</u>
<u>10. Υπερηχογράφημα Doppler</u>	<u>58</u>
<u>11. Αυτόματος Εξωτερικός Απινιδωτής</u>	<u>66</u>
<u>12. Νοσοκομειακός Απινιδωτής</u>	<u>70</u>
<u>13. Σπιρόμετρο</u>	<u>73</u>
<u>14. Σπινθηρογράφημα</u>	<u>74</u>
<u>15. Αναλυτής Ούρων</u>	<u>78</u>
<u>16. Βιοχημικός Αναλυτής Αίματος</u>	<u>79</u>
<u>17. Αιματολογικός Αναλυτής</u>	<u>80</u>
<u>18. Ζυγός- Στήθοσκόπιο</u>	<u>81</u>
<u>19. Επίλογος</u>	<u>82</u>
<u>20. Βιβλιογραφία</u>	<u>83</u>

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ιατρική, που για πολύ καιρό θεωρούνταν τέχνη, επωφελήθηκε εδώ και δύο αιώνες από τις τεράστιες προόδους που πραγματοποιήθηκαν σε όλες τις επιστήμες και στην τεχνική. Ο άρρωστος, πάντως, εξακολουθεί να είναι το κεντρικό πρόσωπο στο δράμα, που συμμετέχουν η αρρώστια, ο άρρωστος και ο γιατρός. Η διάγνωση των ασθενειών είναι ένα από τα λιγότερο λαμπρά σημεία του αγώνα κατά του πόνου. Μονό σε καιρούς πολύ κοντινούς σε εμάς, χάριν στην ακτινογραφία, την μικροσκοπική ανάλυση και την χημεία του αίματος η διάγνωση μπόρεσε να φθάσει σε επίπεδα παραδεκτής σιγουριάς, επιτρέποντας και καταλληλότερες θεραπείες. Οι πρώτες μέθοδοι, ανίχνευσης του ανθρωπίνου σώματος ήταν πολύ λιγότερο σχολαστικές και σίγουρες από τις σημερινές.

Η αυξανόμενη γνώση των παθολογικών εξεργασιών και η εισαγωγή νέων μορφών θεραπείας αύξησαν σημαντικά την μορφή εργαστηριακών τεχνικών για την παρακολούθηση της πορείας των νόσων, παράλληλα δε και την ανάπτυξη οργάνων που επιτρέπουν την ταχεία και ακριβή εκτέλεση τους. Η ιατρική τεχνολογία της οποίας το πεδίο εφαρμογών και η πολυπλοκότητα διαρκώς αυξάνουν βοήθησε στην διάγνωση και αντιμετώπιση των νόσων προς όφελος της ανθρωπότητας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά την Δρ. Τσιμπρή Ευαγγελία, Νευρολόγο, Αναπληρώτρια Διευθύντρια της Νευρολογικής Κλινικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Πατρών, τον Δρ. Παπαγεωργίου Γεώργιο , Διευθυντή της Παθολογικής κλινικής Μολάων για τις πολύτιμες συμβουλές τους αλλά και για την αναμφισβήτητη συμβολή τους στην ανεύρεση της βιβλιογραφίας της εργασίας. Επίσης ένα θερμό ευχαριστώ στην βιβλιοθήκη του Α.Τ.Ε.Ι. Πατρών αλλά και στην βιβλιοθήκη της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών για την άψογη συνεργασία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Συμφωνά με τον ορισμό του Καταστατικού Χάρτη της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, η υγεία είναι η κατάσταση της σωματικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι μόνον η έλλειψη νόσου και αναπηρίας. Η σπουδαία δε σημασία της δικαιολόγησε και δικαιολογεί το μεγάλο ενδιαφέρον του ανθρώπου, αλλά και την ανησυχία του. Όλες οι εποχές έδειξαν μια ιδιαίτερη μέριμνα και κατέβαλλαν αδιάκοπες προσπάθειες για την διαφύλαξη του πολυτίμου αγαθού της υγείας. Οι φροντίδες αυτές απέβλεπαν στην ανακάλυψη μέσων και μεθόδων για την καταπολέμηση των ασθενειών και την θωράκιση του ανθρωπίνου οργανισμού. Έτσι γεννήθηκε η ιατρική επιστήμη η οποία, από την εποχή του Ασκληπιού, του Ιπποκράτη και του Γαληνού δεν έπαψε μέχρι σήμερα να φροντίζει για την προστασία της υγείας του ανθρώπου. Οι πρόοδοι κατά τους δυο τελευταίους αιώνες των θετικών επιστημών και της τεχνολογίας σήμαναν και την πρόοδο της ιατρικής επιστήμης. Η εφαρμογή των δε στην δημιουργία τεχνολογικού ιατρικού εξοπλισμού βοήθησε τα μέγιστα στην χειρουργική, στις μεταμοσχεύσεις οργάνων, στις ανασυγκολλήσεις μελών του σώματος και στις πλαστικές εγχειρήσεις, Υπάρχουν σήμερα και λειτουργούν πλήθος ιατρικών μονάδων εξοπλισμένων με τα τελειότερα μέσα της ιατρικής τεχνολογίας που ασχολούνται όχι μονό με την θεραπευτική αλλά και με την προληπτική ιατρική. Μηχανήματα όπως ο ηλεκτροκαρδιογράφος, ο ηλεκτροεγκεφαλογράφος, ο ηλεκτρομυογράφος καθώς και πολλά ακόμα χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις σύγχρονες ιατρικές μονάδες και συμβάλλουν στην αποτελεσματική διάγνωση και πρόληψη, αλλά και αντιμετώπιση των διαφορών ασθενειών.

Σκοπός της μελέτης είναι η παρουσίαση, η περιγραφή, ο τρόπος λειτουργίας και η εφαρμογή στην καθημερινή ιατρική πράξη των κυριότερων διαγνωστικών μέσων - μηχανημάτων. Παράλληλα παρατίθενται στοιχεία ανάλυσης των διαγνωστικών εξετάσεων, η μελέτη των οποίων συμβάλλει ουσιαστικά στην αντιμετώπιση των νόσων.

Τέλος θα γίνει αναφορά στην συμβολή των ανωτέρω μηχανημάτων στην αντιμετώπιση των σύγχρονων ασθενειών που έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου.

ΑΞΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αξονική τομογραφία (Computed Tomography) είναι μια γρήγορη και αξιόπιστη μέθοδος αποτύπωσης του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος. Με τη βοήθεια ενός ζεύγους αισθητήρων ακτίνων Χ, που περιστρέφεται γύρω από άξονα, μετράται η απορρόφηση της ακτινοβολίας από τους ιστούς του σώματος και τα προκύπτοντα σήματα μετατρέπονται σε εικόνα. Με τον τρόπο αυτό το εσωτερικό του σώματος του ασθενούς απεικονίζεται σε μια σειρά διαμήκων και εγκάρσιων διατομών, από τη ψηφιοποίηση των οποίων σε ενιαίο σύστημα συντεταγμένων προκύπτουν δισδιάστατα και τρισδιάστατα σχέδια. Η χαρτογράφηση του ανθρώπινου σώματος με την οποία ασχολείται η εργασία αυτή και η ψηφιακή απεικόνιση των διαφόρων οργάνων μπορεί να βοηθήσει τη διενέργεια χειρουργικών επεμβάσεων, βιοψιών και ακτινοθεραπειών, όπου απαιτείται υψηλή ακρίβεια προσέγγισης του ασθενούντος τμήματος. Ως εφαρμογή χρησιμοποιείται η χαρτογράφηση του ανθρώπινου εγκεφάλου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο όρος τομογραφία προέρχεται από τη σύνθεση των ελληνικών λέξεων «τόμος» και «γραφή» και αναφέρεται σε μια μέθοδο αποτύπωσης και απεικόνισης του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος. Το πλήρες όνομα της μεθόδου είναι αξονική τομογραφία (ΑΤ) και αποτελεί ένα πολύ σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο για ένα πολύ μεγάλο αριθμό προβλημάτων που παρουσιάζονται σε ασθενείς. Η ΑΤ εφευρέθηκε το 1972, παράλληλα και ανεξάρτητα, από το Βρετανό Godfrey Hounsfield (ο οποίος αργότερα τιμήθηκε με το βραβείο Nobel) και το Νοτιοαφρικανό Allan Cormack. Οι ιατρικές συσκευές με τις οποίες διενεργείται μια ΑΤ ονομάζονται αξονικοί τομογράφοι. Οι πρώτοι ιατρικοί αξονικοί τομογράφοι εγκαταστήθηκαν σε νοσοκομεία μεταξύ των ετών 1974 και 1976, προσανατολισμένοι αρχικά στην αποτύπωση του ανθρώπινου εγκεφάλου. Από το 1976 και έπειτα άρχισαν να χρησιμοποιούνται και για τα υπόλοιπα μέλη του ανθρώπινου σώματος.

Ο πρώτος αξονικός τομογράφος ήταν πολύ αργός. Χρειάζονταν αρκετές ώρες για να συλλέξει δεδομένα για μια τομή και αρκετές ημέρες για να τα μετατρέψει σε εικόνα. Σήμερα, οι αξονικοί τομογράφοι μπορούν να συλλέξουν 4 τομές δεδομένων σε περίπου 350 msec και συνθέτουν μία 512 x 512-matrix εικόνα, από εκατομμύρια σημεία δεδομένων, σε λιγότερο από 1 sec. Στην 25χρονη ιστορία της η Α.Τ. έχει πραγματοποιήσει τεράστια βήματα προόδου σε θέματα ταχύτητας, ανάλυσης και εξασφάλισης άνεσης προς τους ασθενείς.

Η ΑΤ βασίζεται στη χρήση των ακτίνων Χ: Ο ασθενής τοποθετείται στον αξονικό τομογράφο (σχ. 1). Εκεί, με τη βοήθεια ενός ζεύγους αισθητήρων ακτίνων Χ, που περιστρέφεται γύρω από άξονα, μετράται η απορρόφηση της ακτινοβολίας από τους ιστούς του σώματος και τα προκύπτοντα σήματα.¹



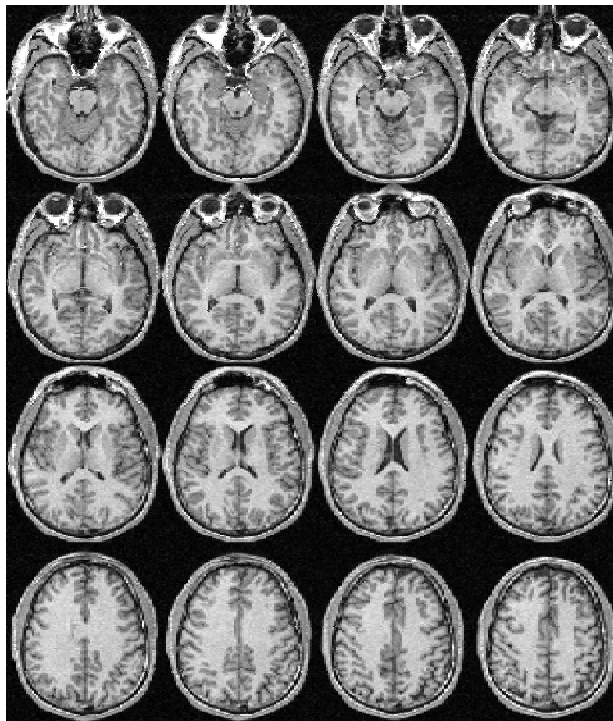
Σχήμα 1. Αξονικός τομογράφος σε νοσοκομείο

μετατρέπονται σε εικόνα. Με τον τρόπο αυτό, το εσωτερικό του σώματος του ασθενούς απεικονίζεται σε μια σειρά διαμήκων τομών και εγκάρσιων διατομών που καταγράφονται πάνω σε φιλμ (σχ. 2), δημιουργώντας έτσι μια σειρά εικόνων η οποία θυμίζει αμυδρά τις κατά μήκος τομές και τις κατά πλάτος διατομές που γνωρίζουν καλά όσοι ασχολούνται με τοπογραφικές μετρήσεις ή μελέτες οδοποιίας. Η ΑΤ και οι άλλες τεχνικές μη επεμβατικής διάγνωσης, όπως είναι η μαγνητική τομογραφία, η τομογραφία υπερήχων κ.ά. παρέχουν τη δυνατότητα ψηφιοποίησης των εικόνων, γεγονός που οδηγεί στην ουσιαστική και αντικειμενική αξιοποίηση των δεδομένων σε μια σειρά από εφαρμογές (Γκουντέλας, 1993). Τέτοιες εφαρμογές είναι, ενδεικτικά, η απεικόνιση οργάνων του σώματος στις τρεις διαστάσεις και η προσομοίωση της λειτουργίας τους, η ακριβής καθοδήγηση ακτινοβολίας σε περιπτώσεις ραδιοθεραπείας, ο εντοπισμός και η περιγραφή όγκων, η λήψη δειγμάτων για βιοψίες από συγκεκριμένο σημείο κάποιου οργάνου και η αυτοματοποιημένη χειρουργική επέμβαση, όπου ασθενής, χειρουργικό τραπέζι και χειρουργικά εργαλεία αναφέρονται στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων. Η τελευταία αυτή εφαρμογή βρίσκεται ακόμη σε πολύ πρώιμη φάση, βασίζεται όμως και αυτή στην ΑΤ για την «ψηφιοποίηση» του σώματος του ασθενούς ή τμημάτων αυτού.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΞΟΝΙΚΩΝ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ ΜΕ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Η επεξεργασία των εικόνων των αξονικών τομογραφιών και η παραπέρα εξαγωγή παραγώγων σχεδίων σε δύο ή τρεις διαστάσεις γίνεται με τη χρησιμοποίηση χαρτογραφικών μεθόδων. Τα σύγχρονα χαρτογραφικά εργαλεία έχουν τη δυνατότητα δημιουργίας και επεξεργασίας ψηφιακών απεικονίσεων της πραγματικότητας ακόμη κι όταν αυτή αφορά το εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος. Η ψηφιοποίηση των εικόνων δημιουργεί ένα είδος χάρτη των τμημάτων του ανθρώπινου σώματος, κατάλληλο υπό προϋποθέσεις για χρήση σε πολλές εφαρμογές της ιατρικής.

Η επεξεργασία των αρχικών εικόνων των αξονικών τομογραφιών (σε ψηφιακή μορφή) βασίζεται σε τεχνικές ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας, κυρίως ως προς τη βελτίωση της ποιότητας απεικόνισης. Στη συνέχεια, η μετατροπή των ψηφιδωτών (raster) αρχείων γραφικών σε γραφικά διανυσματικής μορφής μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ενός προγράμματος CAD, στο οποίο η εικόνα μιας τομής τίθεται ως υπόβαθρο από το οποίο σχεδιάζονται οι γραμμές που περιγράφουν τις λεπτομέρειες που απεικονίζονται σε αυτήν.²

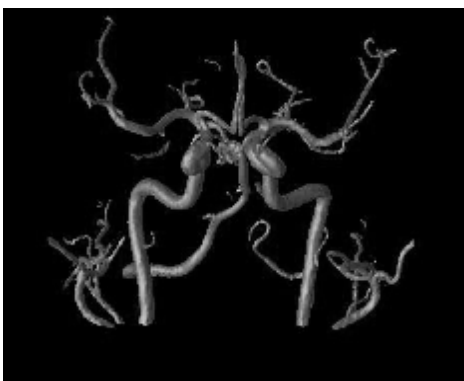


Σχήμα 2. Μια σειρά αξονικών τομογραφιών του εγκεφάλου ασθενούς

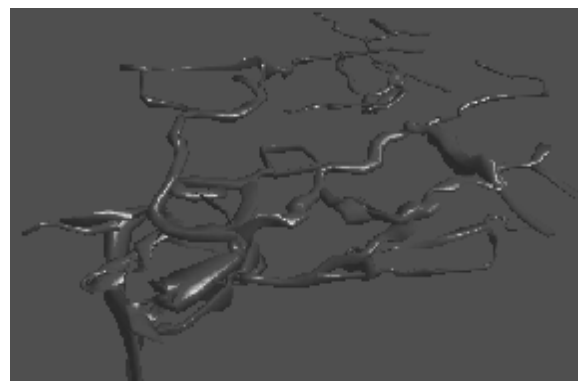
Κατά την αξονική τομογραφία, οι τομές που μετρώνται είναι αυστηρά παράλληλες μεταξύ τους και σε αποστάσεις που κυμαίνονται από δέκατα του mm μέχρι λίγα mm, ανάλογα με τους λόγους που οδηγούν σε αυτή τη διαδικασία. Έτσι, σε κάθε σειρά αξονικών τομογραφιών, ορίζεται ένα τοπικό σύστημα αναφοράς στο οποίο οι

«οριζόντιοι» άξονες Ox και Oy τοποθετούνται ως προς το κέντρο O και κάποιες βασικές γραμμές της πρώτης εικόνας, ενώ ο άξονας Oz διέρχεται από το κέντρο O της πρώτης (και των επόμενων) εικόνας και είναι κάθετος ή με γνωστή κλίση προς τα επίπεδα των τομών. Θα μπορούσαμε συνεπώς να υποθέσουμε ότι το τοπικό σύστημα αναφοράς είναι γνωστό και με κατάλληλους μετασχηματισμούς να το συνδέσουμε με το ευρύτερο σύστημα αναφοράς του χώρου του αξονικού τομογράφου. Αυτή η εργασία, που είναι αρκετά πολύπλοκη, δίνει τη δυνατότητα μετακινήσεων ή επεμβάσεων με βάση τις συντεταγμένες. Σε μια δεύτερη εφαρμογή αυτής της κατηγορίας ο μετασχηματισμός του τοπικού συστήματος αναφοράς των αξονικών τομογραφιών γίνεται ως προς συγκεκριμένα σημεία του ίδιου του ανθρώπινου σώματος που περιέχονται στις τομογραφίες. Με τον τρόπο αυτό, τα δεδομένα των εικόνων και οι συντεταγμένες τους μπορούν να αναφέρονται πάντοτε στο ίδιο σύστημα αναφοράς που ορίζεται με βάση τον ίδιο τον ασθενή. Αυτό το γεγονός βοηθάει άμεσα στη συσχέτιση των στοιχείων και των ευρημάτων με το ανθρώπινο σώμα σε διαχρονική βάση.

Από τα ψηφιοποιημένα δεδομένα των εικόνων των ΑΤ μπορούν να προκύψουν τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα που απεικονίζουν όργανα ή περιοχές του ανθρώπινου σώματος στο χώρο (Kappelman et.al., 1999). Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση αυτή είναι ακριβώς παρόμοιες με τεχνικές παραγωγής τρισδιάστατων μοντέλων χαρτογραφικών δεδομένων (συρμάτινα μοντέλα, μοντέλα με σκίαση κ.λπ.). Είναι χαρακτηριστική η ομοιότητα των εικόνων του σχήματος 3, όπου στη μία περίπτωση απεικονίζεται το τρισδιάστατο μοντέλο του συστήματος αρτηριών στο ανθρώπινο σώμα και στην άλλη το μοντέλο στο χώρο ενός πολύπλοκου σπηλαίου που αποτυπώθηκε με τοπογραφικές μεθόδους.



(α)

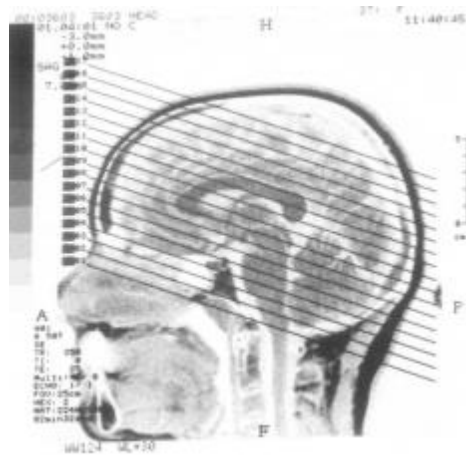


(β)

Σχήμα 3. Τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο των αρτηριών του ανθρώπινου σώματος (α) και τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο σπηλαίου (β)

Η ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

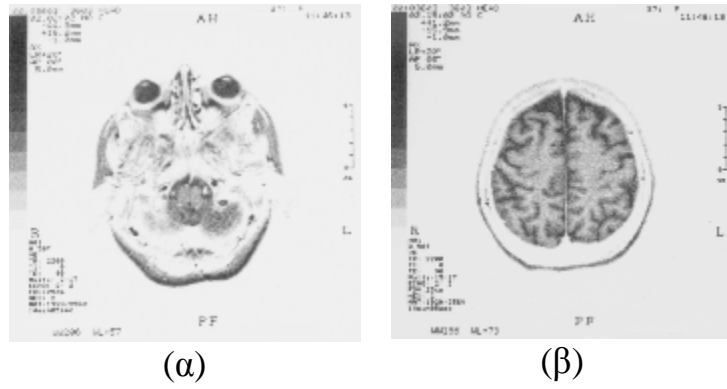
Ένα πολύ συνηθισμένο πρόβλημα στην ιατρική είναι ο ακριβής εντοπισμός όγκων σε σημεία που η χειρουργική επέμβαση είναι δύσκολη και εγκυμονεί πολλούς κινδύνους για τον ασθενή, όπως η περίπτωση όγκων στον ανθρώπινο εγκέφαλο (Velthuisen et. al., 1995). Με τα δεδομένα της ΑΤ, ο εγκέφαλος μπορεί να απεικονισθεί στις δύο και τρεις διαστάσεις και η ύπαρξη του όγκου να επιβεβαιωθεί οπτικά στο χώρο. Έτσι, μπορεί να επιτευχθεί η απομόνωσή του και να γίνουν μετρήσεις σχετικά με τις διαστάσεις του.



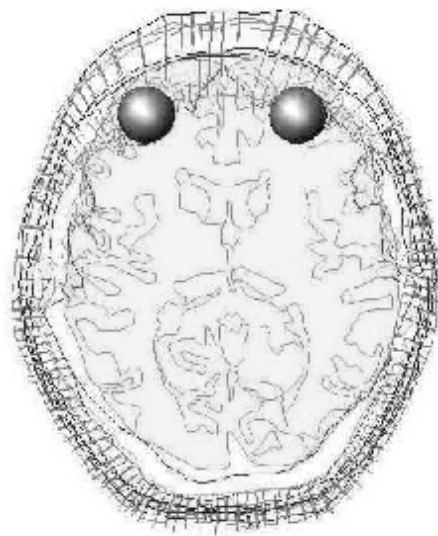
Σχήμα 4. Οι τομές της ΑΤ που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή ψηφιοποίησης

Σε μια προσπάθεια ψηφιοποίησης του εγκεφάλου από τις ΑΤ και διερεύνησης των πιθανών προβλημάτων για μια ευρύτερη εφαρμογή που έγινε σε συνεργασία με ιατρούς του Ιπποκρατείου Νοσοκομείου Θεσσαλονίκης (Γάκης, 2000) χρησιμοποιήθηκαν ψηφιοποιημένες τομές εγκεφάλου σε μορφή γραφικών raster (σχ. 4, 5), οι οποίες μετά από επεξεργασία μετατράπηκαν σε διανυσματικά γραφικά αρχεία.

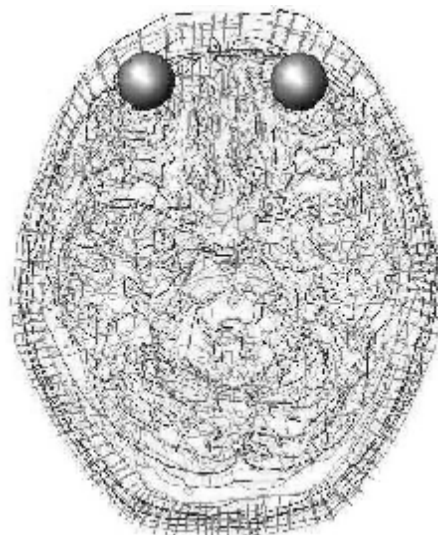
Τα δεδομένα όλων των τομών μετασχηματίστηκαν (Σαββαΐδης, 1997), ώστε να αναφέρονται στο ίδιο σύστημα αναφοράς με σκοπό τη συσχέτιση μεταξύ τους και, κυρίως, τη μελέτη και τον αναλυτικό καθορισμό πιθανών αποκλίσεων από τη φυσιολογική μορφή του εγκεφάλου, γεγονός που δεν είναι εύκολο να γίνει από απλή ανάγνωση της σειράς των εικόνων. Κάθε τομή της ΑΤ αποθηκεύτηκε σε διαφορετικό επίπεδο σχεδίασης, με δεδομένα τόσο τις συντεταγμένες x , y των σημείων ως προς τους άξονες Ox και Oy , όσο και της συντεταγμένης z (ίδια για όλα τα σημεία του ίδιου επιπέδου), ως προς τον άξονα Oz (σχ. 6, 7). Στη συνέχεια εφαρμόστηκε ένα απλό συρμάτινο μοντέλο για την εξωτερική επιφάνεια του κρανίου, το οποίο περικλείει τα γραφικά των τομών (σχ. 8).^{3,4}



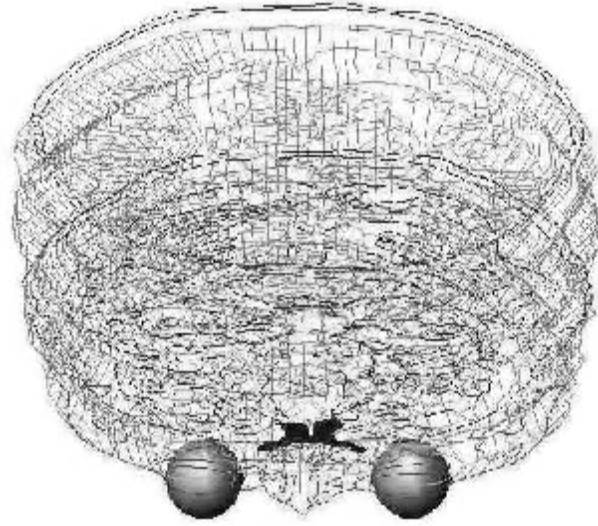
Σχήμα 5. Ενδεικτικές αξονικές τομογραφίες ανθρώπινου εγκεφάλου. Η πρώτη τομή (α) αναφέρεται στο κάτω μέρος του κρανίου και η δεύτερη (β) λίγο ψηλότερα από τη μέση.



Σχήμα 6. Ψηφιοποιημένη μορφή της τομογραφίας (α) του σχήματος 4



Σχήμα 7. Απεικόνιση όλων των επιπέδων σχεδίασης με όλες τις λεπτομέρειες ψηφιοποίησης του εγκεφάλου



Σχήμα 8. Τρισδιάστατη απεικόνιση όλων των επιπέδων σχεδίασης με απεικόνιση και των τμημάτων του εγκεφάλου

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Με την ψηφιοποίηση και τη χρήση των εικόνων της αξονικής τομογραφίας τμημάτων του ανθρώπινου σώματος δίνεται η δυνατότητα εντοπισμού και υπολογισμού αναλυτικών πληροφοριών κάποιων ειδικών σημείων με σκοπό την ενίσχυση των δεδομένων της διάγνωσης. Από τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν και από το παράδειγμα της ψηφιοποίησης του ανθρώπινου εγκεφάλου γίνεται φανερό ότι οι κλασικές μέθοδοι της χαρτογραφίας στην ηλεκτρονική της μορφή, έχουν εφαρμογή και σε ένα τέτοιο θέμα με πολλές προοπτικές και αναμενόμενες ωφέλειες.

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η απεικόνιση μέσω μαγνητικού συντονισμού (MRI) ή μαγνητικός τομογράφος (MT) είναι μια σύγχρονη μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται κυρίως σε ιατρικές εφαρμογές. Με τη μέθοδο του MT είναι δυνατή η λήψη μίας εικόνας υψηλής ευκρίνειας, του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος. Ο MT βασίζεται στην αρχή του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR), μια τεχνική φασματοσκοπίας που δίνει πληροφορίες για της χημικές και φυσικές ιδιότητες των μορίων. Ο λόγος που επικράτησε ο όρος MT ήταν επειδή υπήρχε ο κακός συσχετισμού με τη λέξη «πυρινικός» στα τέλη του 1970. Ο MT ήταν η πρώτη μέθοδος απεικόνισης του εσωτερικού το ανθρώπινου σώματος χωρίς την χρήση ακτινών χ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τον Ιούλιο του 1977, έλαβε χώρα η πρώτη εξέταση MRI σε άνθρωπο. Το επιστημονικό αυτό γεγονός άλλαξε τα μέχρι τότε δεδομένα της σύγχρονης ιατρικής. Η πρώτη εξέταση διήρκεσε 3 ώρες και το αποτέλεσμα ήταν μια χαμηλής ποιότητας, για τα σημερινά δεδομένα, εικόνα. Για να δημιουργηθεί αυτή η εικόνα, ο Dr. Raymond Damadian, φυσικός, καθώς και οι συναδελφού του εργάστηκαν επί επτά χρόνια. Η επιστημονική αυτή ομάδα είχε τότε ονομάσει το πρώτο μηχάνημα MRI «ακαταμάχητο», συμβαδίζοντας με το μέχρι τότε αρνητικό κλίμα που

επικρατούσε στο κλάδο της ιατρικής φυσικής ως προς της πιθανότητες επιτυχημένης χρήσης του MRI πάνω σε άνθρωπο. Σήμερα το «ακαταμάχητο» αυτό μηχάνημα βρίσκεται σε μουσείο, και το MRI αποτελεί την κατεξοχήν μέθοδο ιατρικής απεικόνισης. Πλέον τα MRI μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στις κλινικές, έχουν δυνατότητες λήψης εικόνας σε λίγα μόνο δευτερόλεπτα και με υψηλές αποδόσεις στη ποιότητα της απεικόνισης.

ΒΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Το βασικό σχέδιο του μαγνητικού τομογράφου (MRI) είναι το εξής- ένας κύβος, με διαστάσεις που κυμαίνονται γύρω στα 2m ύψος επί 2m φάρδος επί 3m μήκος. Σημειωτέον ότι η τάση στις καινούριες κατασκευές MRI είναι η ολική σμίκρυνση των διαστάσεων του μηχανήματος. Το εσωτερικό του μηχανήματος αποτελείται από έναν οριζόντιο κεντρικό κυλινδρικό σωλήνα (bore) τοποθετημένου δια μήκος του στατικού μαγνήτη. Σε μια εξέταση MRI, ο ασθενής τοποθετείται μέσα στον κεντρικό οριζόντιο σωλήνα ανάσκελα. Το βάθος εισαγωγής στο κεντρικό και ο προσανατολισμός του ασθενή προκαθορίζεται από το είδος της εξέτασης που θα πραγματοποιηθεί. Ας σημειωθεί ότι ο ασθενής ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό του και το βάθος εισαγωγής, είναι πάντα ανάσκελα. Η εξέταση του ασθενή αρχίζει μόνο όταν η ζητούμενη περιοχή του σώματος που θα σαρωθεί βρίσκεται στο ισόκεντρο του μαγνητικού πεδίου. Ο σαρωτής MRI με την χρήση παλμών ράδιο κυματικών ενεργειών, το MRI μπορεί να ανιχνεύσει πολύ μικρά σημεία στο σώμα του ασθενή. Τα σημεία που ανιχνεύει ο σαρωτής ονομάζονται στοιχεία όγκου (voxels). Τα στοιχεία όγκου έχουν σχήμα κύβου και διάστασεις περίπου 3mm^3 . Το μηχάνημα σαρώνει την ζητούμενη περιοχή από σημείο σε σημείο στέλνοντας της πληροφορίες στο υπολογιστικό τμήμα του μαγνητικού τομογράφου. Ο υπολογιστής διαστρώνει τις πληροφορίες δημιουργώντας εικόνες 2-δ και 3-δ αποτελούμενες από χιλιάδες στοιχεία όγκου. Ο μαγνητικός τομογράφος προσφέρει έναν ασύγκριτο μέσο απεικόνισης του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος. Το επίπεδο λεπτομερειών και ακρίβειας που επιτυγχάνει ο ΜΤ είναι εξαιρετικό απέναντι σε οποιοδήποτε άλλο συμβατικό μηχάνημα απεικόνισης, όπως π.χ. ΥΤ, X-ray, cat scan, κ.α. Ο ΜΤ αποτελεί την κατεξοχήν μέθοδο διάγνωσης αρκετών ασθενειών και τραυματισμών, καθώς έχει την ικανότητα να προσαρμόζει την εξέταση σύμφωνα με τα ιατρικά ερωτήματα που τίθενται κάθε φορά. Για παράδειγμα, ο ΜΤ μπορεί να εξετάσει τους ιστούς του ανθρώπινου σώματος διαγνώσκοντας του υγείς από τους μη. Επίσης επιτρέπει την διεξαγωγή αγγειογραφίας χωρίς την χρήση δεικτών, κάτι που μέχρι την εμφάνιση του ΜΤ ήταν αδύνατον.⁵

ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ

Η ακριβής ελληνική μετάφραση του αγγλικού MRI είναι: απεικόνιση διαμέσου μαγνητικού συντονισμού. Αυτή η σειρά λέξεων υποδεικνύει τα τρία κύρια μέρη που συναποτελούν τον MT και καθορίζουν την λειτουργία του. Είναι ο μαγνήτης, η θεωρία του μαγνητικού συντονισμού και η απεικόνιση.

Αρχικά, για να λειτουργήσει ένας MT χρειάζεται ένα στατικό μαγνητικό πεδίο B_0 . Για τη δημιουργία του στατικού μαγνητικού πεδίου υπάρχουν τρία είδη μαγνητών που χρησιμοποιούνται στη αγορά σήμερα. Σημειωτέον ότι η μονάδες μέτρησης του μαγνήτη είναι το gauss και το tesla ($1 \text{ tesla} = 10,000 \text{ gauss}$). Οι μαγνήτες που χρησιμοποιούνται στους MT σήμερα δεν ανέρχονται τα 2.0-tesla. Μαγνητικά πεδία μεγαλύτερα των 2 tesla δεν έχουν εγκριθεί από της αρμόδιες αρχές για ιατρική χρήση, ενώ η μαγνήτες που χρησιμοποιούνται για έρευνα φθάνουν έως τα 60 tesla. Να σημειωθεί ότι το μαγνητικό πεδίο της Γης είναι 0.5gauss. Βλέπει κανείς λοιπόν πόσο δύναμη μπορεί να έχει ένας μαγνήτης.

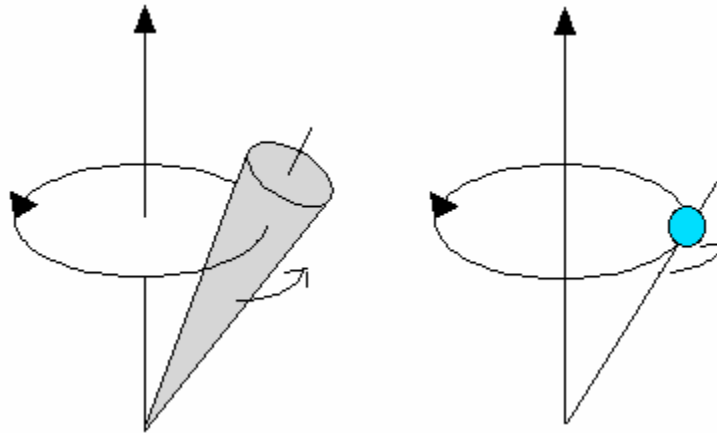
Μαγνήτες Αντίστασης : αποτελούνται από συμβατικό πηνίο, απαιτεί συνεχή τροφοδότηση ρεύματος για την δημιουργία μαγνητικού πεδίου. Εάν κοπεί το ρεύμα ξαφνικά, ο μαγνήτης απενεργοποιείται. Η κατασκευή τους σε σύγκριση με τους υπεραγώγιμους μαγνήτες είναι φθηνή. Το μειονέκτημα αυτού του είδους μαγνήτη είναι ότι έχει ανάγκη μεγάλου ποσού ηλεκτρικού ρεύματος (μέχρι 50kW) λόγω της φυσικής αντίστασης του σύρματος. Η λειτουργία του μαγνήτη πάνω από 0.3 tesla είναι αρκετά ακριβή και υπερβαίνει την αξία του ως ιατρικό εργαλείο.

Μόνιμος Μαγνήτης : το όνομα του και μόνο υποδηλώνει το βασικό του χαρακτηριστικό, δηλαδή ότι δημιουργεί μόνιμο μαγνητικό πεδίο. Το πλεονέκτημα του μόνιμου πεδίου είναι ότι δεν έχει κόστος διατήρησης, η αλλιώς, αφού δεν καταναλώνει ρεύμα είναι πολύ οικονομικό. Έχει όμως ένα σοβαρό μειονέκτημα, είναι πολύ βαρύ και μεγάλο. Στα 0.4 tesla, ένας μόνιμος μαγνήτης ζυγίζει αρκετούς τόνους, για την δημιουργία μεγαλύτερου μαγνητικού πεδίου, ο μαγνήτης θα ζύγιζε τόσο πολύ που θα ήταν σχεδόν αδύνατη η κατασκευή του. Συνεπώς οι μόνιμοι μαγνήτες περιορίζονται σε χαμηλού εντάσεως πεδίων.

Υπεραγώγιμοι μαγνήτες : αυτοί οι μαγνήτες είναι οι πιο ευρέως χρησιμοποιημένοι μαγνήτες. Το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται με τον ίδιο τρόπο που δημιουργείται το πεδίο με μαγνήτη αντίστασης, αλλά με μια σημαντική διαφορά. Το αγώγιμο υλικό του πηνίου υγραίνεται με κρυογόνα, όπως το υγρό ήλιο και το υγρό άζωτο. Τα κρυογόνα μηδενίζουν την αντίσταση του αγώγιμου υλικού (σύρμα), μειώνοντας έτσι την κατανάλωση του ρεύματος. Για αυτό από άποψη λειτουργικών εξόδων, οι υπεραγώγιμοι μαγνήτες αποτελούν καλή λύση. Όμως τα υπεραγώγιμα συστήματα είναι ακόμη πολύ ακριβά, αλλά εύκολα μπορούν να δημιουργήσουν πεδία της τάξης 0.5-2.0 tesla, επιτρέποντας έτσι την λήψη εικόνων υψηλής ποιότητας.

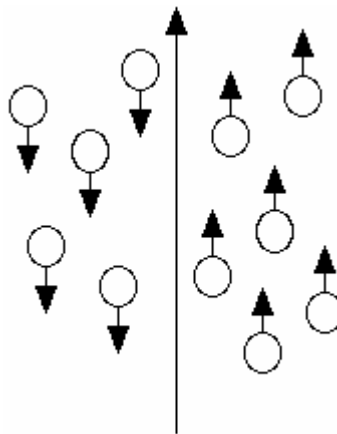
Εκτός από τον κύριο μαγνήτη, ο ΜΤ περιέχει άλλους τρεις μαγνήτες οι οποίοι υπάρχουν για την βαθμίδωση του στατικού μαγνητικού πεδίου B_0 . Οι μαγνήτες βαθμίδωσης είναι πολύ χαμηλότερης έντασης, καθώς κυμαίνονται οι τιμές τους από 180-270 gauss (18-27 millitesla). Εν συντομία, οι μαγνήτες βαθμίδωσης μεταβάλλουν το ομογενές στατικό μαγνητικό πεδίο κατά τους τρεις άξονες ώστε να μπορεί να γίνει η ανίχνευση των διαφορετικών συχνοτήτων συντονισμού. Η πλήρης σημασία των μαγνητών βαθμίδωσης θα εξηγηθεί παρακάτω.

Μαγνητικός Συντονισμός : Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από τρισεκατομμύρια άτομα, το θεμελιώδες δομικό σωματίδιο της ύλης. Τα νουκλεόνια του ατόμου εκτελούν συγχρόνως δυο κινήσεις, η μια κίνηση είναι της περιστροφής γύρω από τον εαυτό του και η δεύτερη είναι μια περιστροφή γύρω από ένα νοητό κατακόρυφο άξονα. Σημειωτέον ότι ο πυρήνας έχει μια μεταβαλλόμενη απόκλιση από τον κατακόρυφο άξονά του. Στον ανθρώπινο οργανισμό κινούνται ελεύθερα δισεκατομμύρια διαφορετικά άτομα σε τυχαίες κατευθύνσεις. Ο μαγνητικός συντονισμός γενικά είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται στα πυρηνικά συστήματα συγκεκριμένων ατόμων που έχουν μη μηδενικό σπιν. Τα πυρηνικά συστήματα παρουσιάζουν σπιν απορροφούν ενέργεια σε συγκεκριμένες συχνοτήτες συντονισμού όταν υποβάλλονται σε μαγνητικά πεδία που είναι συντονισμένα με τις φυσικές συχνότητες του συστήματος. Ο ΜΤ εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες του πυρηνικού συστήματος υδρογόνου. Το υδρογόνο αποτελεί ιδανική επιλογή καθώς είναι το πιο απλό άτομο, περιέχοντας μόνο ένα πρωτόνιο στον πυρήνα του και μεγάλη μαγνητική ροπή. Εξαιτίας της μεγάλης μαγνητικής ροπής, το άτομο το υδρογόνου έχει την τάση να ευθυγραμμίζεται με το εφαρμοσμένο μαγνητικό πεδίο. Το στατικό, ομογενές μαγνητικό πεδίο βρίσκεται κατά μήκος του κεντρικού σωλήνα μέσα στο οποίο τοποθετείται και ο ασθενής. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο ασθενής ξαπλώνει ανάσκελα μέσα στο σαρωτή, τα πρωτόνια του υδρογόνου στο σώμα του θα ευθυγραμμισθούν η προς τη φορά των ποδιών η προς τη φορά του κεφαλιού, ανάλογα με το προσανατολισμό του ασθενή μέσα στο κυλινδρικό σωλήνα. Η μεγαλύτερη πλειοψηφία των πρωτονίων θα αλληλοεξουδετερωθούν-εφόσον υπάρχει μια προς μια αντιστοιχία ως προς τα πρωτόνια που ευθυγραμμίστηκαν προς τη φορά του κεφαλιού και τα πρωτόνια που ευθυγραμμίστηκαν με τη φορά των ποδιών. Από τα εκατομμύρια πρωτόνια που υπάρχουν, είναι ελάχιστα αυτά που δεν αλληλοαναιρούνται. Είναι ακριβώς αυτά τα άτομα, τα άτομα του υδρογόνου που μένουν, και κάνουν εντέλει δυνατόν τη λήψη υψηλής ποιότητας εικόνας.



Νουκλεόνιο σε ιδιοπεριστροφή και περιστροφή γύρω απο κάθετο άξονα

Ο ΜΤ εκπέμπει παλμό ράδιο-συχνότητας χαρακτηριστικής του υδρογόνου. Το μηχάνημα κατευθύνει τον παλμό στην υπό εξέταση περιοχή του σώματος. Ο παλμός κάνει τα πρωτόνια της υπό εξέτασης περιοχής να απορροφήσουν την απαιτούμενη ενέργεια ώστε να μπορούν να εκτελέσουν περιστροφική κίνηση (spin) σε άλλη κατεύθυνση. Αυτός είναι το μέρος του συντονισμού στο MRI. Ο παλμός της ράδιο-συχνότητας αναγκάζει τα πρωτόνια που έχουν μείνει να συντονιστούν και να περιστρέφονται (spin) με τη χαρακτηριστική τους συχνότητα και με συγκεκριμένη κατεύθυνση. Η χαρακτηριστική συχνότητα συντονισμού ονομάζεται Larmor Frequency και είναι το γινόμενο του γυρομαγνητικού λόγου του πυρήνα του υδρογόνου επί τη τιμή του στατικού μαγνητικού πεδίου.

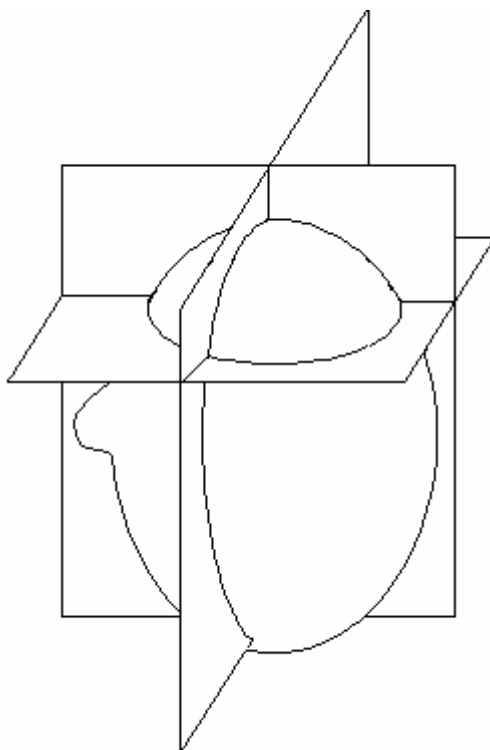


Μαγνητικό πεδίο και συντονισμός νουκλεονίων σε αυτό

Οι παλμοί ράδιο-συχνότητας συνήθως εφαρμόζονται μέσω πηνίου. Ο ΜΤ περιέχει διάφορα πηνία σχεδιασμένα για τις διάφορες περιοχές του σώματος: γόνατα, ώμοι, κεφάλι, λαιμός, κα. Τα πηνία αυτά κατά κανόνα είναι προκατασκευασμένα για τα διάφορα μέρη του σώματος που τυχόν θα απεικονιστούν. Σε αυτό το σημείο θα εισαχθούν και πάλι οι μαγνήτες βαθμίδωσης που είναι ταξινομημένοι μέσα στο κύριο μαγνήτη οι οποίοι αρχίζουν να αναβοσβήνουν γρήγορα και με τέτοιο τρόπο ώστε να μεταβάλλουν το στατικό μαγνητικό πεδίο στην υπό εξέταση περιοχή του σώματος. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν η απεικόνιση πολύ μικρών και συγκεκριμένων περιοχών. Ρυθμίζοντας τους μαγνήτες βαθμίδωσης μπορεί να απομονωθεί και να απεικονισθεί οποιοδήποτε μέρος του σώματος, καθώς και η αλλαγή της διευθέτησης στο χώρο στα τρία επίπεδα.

Όταν παύσει η εκπομπή του παλμού ράδιο-συχνότητας, τα πρωτόνια του υδρογόνου μετά από χαρακτηριστικό χρόνο χαλάρωσης επανέρχεται στη φυσική του κατάσταση ισορροπίας στο μαγνητικό πεδίο. Σε αυτό το στάδιο, το σύστημα πυρήνων του υδρογόνου απελευθερώνει την περίσσεια της ενέργειας που απορρόφησαν από τη ράδιο-συχνότητα σε μόρια του περιβάλλοντος. Κατά τη διάρκεια της απελευθέρωσης ενέργειας, τα πρωτόνια του υδρογόνου εκπέμπουν ένα σήμα, το οποίο το ανιχνεύει πηνίο μέσα στο σύστημα. Στη συνέχεια το πηνίο στέλνει το σήμα του πρωτονίου στο υπολογιστικό τμήμα του μηχανήματος που μετατρέπει τα σήμα μέσω μετασχηματισμού Fourier (transform) σε εικόνα έτοιμη για εμφάνιση.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα : Τα πλεονεκτήματα του ΜΤ είναι αναρίθμητα. Έχει την ικανότητα να εντοπίσει ασθένειες και παθήσεις με μεγάλη ακρίβεια και λεπτομέρεια. Παθήσεις και ασθένειες όπως αρτηριοσκλήρωση, όγκοι, εγκεφαλικές και σπονδυλικές κακώσεις, τενοντίτιδα, κύστη μέχρι και εγκεφαλικά επεισόδια στο αρχικό τους στάδιο. Είναι πολύ δυνατόν να εντοπισθούν οι προαναφερόμενες παθήσεις εγκαίρως χωρίς να αναγκασθεί ο ασθενής να εγχειριστεί. Επιπλέον, η χρήση του ΜΤ δεν είναι επιβλαβής στους ασθενείς . Αντιθέτως, οι πιθανότητες παρενεργειών από την χρήση του ΜΤ είναι ελάχιστες, καθώς δεν εκτίθενται σε βλαβερή ραδιενεργή ακτινοβολία. Επίσης βασικό πλεονέκτημα του ΜΤ είναι ότι μπορεί να δημιουργηθεί εικόνα από τομές σε κάθε ένα από τα τρία επίπεδα, εγκάρσια(z),οβελιαία(x), στεφανιαία(y).



Τα τρία επίπεδα τομών

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και τα μειονεκτήματα του ΜΤ. Αρχικά, άτομα στα οποία έχει τοποθετηθεί βηματοδότης αποκλείονται από μια εξέταση ΜΤ. Ακόμη λόγω του κλειστού χώρου εξέτασης, άτομα με μεγάλο σωματικό όγκο είναι δύσκολο να εξεταστούν από ΜΤ. Επιπλέον, πρόβλημα σε μια εξέταση είναι πιθανόν να αντιμετωπίσουν και τα άτομα τα οποία πάσχουν από κλειστοφοβία.



Επιπρόσθετα, ο εξαιρετικά δυνατός θόρυβος αλλά και η σχετική ακινησία αποτελούν πρόβλημα για τον ασθενή. Τέλος, άτομα στα οποία έχουν τοποθετηθεί ορθοπεδικά πρόσθετα όπως λίμες ή βίδες, πρέπει να τοποθετηθεί ειδικό κάλυμμα στα σημεία τα οποία βρίσκονται αυτά τα μεταλλικά αντικείμενα έτσι ώστε να μην δημιουργούν παρεμβολές στο εκπεμπόμενο μαγνητικό πεδίο. Αξίζει ακόμη να

σημειωθεί ότι ο ΜΤ είναι αρκετά δαπανηρός καθώς επίσης και μια εξέταση από αυτόν.

Παρόλα τα μειονεκτήματα, οι δυνατότητες που προσφέρει ο ΜΤ είναι αρκετές για να τα υπερκαλύψει.⁵



Εξέλιξη του ΜΤ

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το μέλλον του ΜΤ μπορεί να περιοριστεί μόνο από την φαντασία του ανθρώπου αν αναλογιστεί κανείς ότι το στάδιο στο οποίο βρίσκεται σήμερα ο ΜΤ είναι πρώιμο. Είναι ήδη προγραμματισμένοι η δημιουργία μικρότερων μηχανημάτων ΜΤ στα οποία θα μπορούν να τοποθετούνται μικρά τμήματα ανθρωπίνου σώματος (κυρίως για τα άκρα). Επίσης, η απεικόνιση των αρτηριακών και γενικότερα των κυκλοφοριακών λειτουργιών έχει συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση τους από του ερευνητές. Τέλος, γίνονται προσπάθειες έτσι ώστε να διαγνώσκονται νωρίτερα τυχόν εγκεφαλικά επεισόδια ενώ ήδη σε μερικά ινστιτούτα γίνεται προσπάθεια καταγραφής της αναπνευστικής λειτουργίας με την βοήθεια υπερπολωμένου ηλίου.

ΠΥΡΗΝΙΚΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΟΣ



Η πυρηνική μαγνητική τομογραφία (MRI), είναι μια μέθοδος ακριβούς απεικόνισης των εσωτερικών οργάνων του σώματος. Βασίζεται στην ικανότητα να δεσμεύεται το σήμα που εκπέμπουν οι πυρήνες του υδρογόνου, όταν βρεθούν μέσα σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο (περίπου χίλιες φορές μεγαλύτερο από αυτό της Γης).

Η πυρηνική μαγνητική τομογραφία (MRI) βασίζεται στην πυρηνική φυσική στο φαινόμενο του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR). Ως γνωστόν λόγω περιστροφής των πυρήνων με περιττό αριθμό πρωτονίων ή νετρονίων (^1H , ^{31}P , ^{23}Na , ^{13}C κλπ.) συμπεριφέρονται σαν μικροί μαγνήτες με χαρακτηριστική μαγνητική ροπή. Στην φυσική τους κατάσταση περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους και η κατεύθυνση του άξονα κάθε μικρού μαγνήτη είναι τυχαία, με αποτέλεσμα η συνισταμένη μαγνητική ροπή να είναι μηδέν.

Όταν τότε ένας βιολογικός ιστός που περιέχει τέτοιους πυρήνες (με τυχαία μαγνητική ροπή) τοποθετηθεί σε εξωτερικό στατικό μαγνητικό πεδίο, το διάνυσμα της μαγνητικής του ροπής δεν παραμένει στατικό και ευθυγραμμισμένο με την κατεύθυνση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου, αλλά περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του πεδίου αυτού με μια χαρακτηριστική κίνηση που λέγεται μετάπτωση. Η συχνότητα μετάπτωσης, γνωστή σαν συχνότητα Larmor, είναι ανάλογη της έντασης του μαγνητικού πεδίου και διαφέρει από πυρήνα σε πυρήνα δηλαδή αποκτάει κβαντισμένες τιμές, συγκεκριμένες γωνίες με τη φορά του μαγνητικού πεδίου. Σε αυτό το φαινόμενο η ταλάντωση της μαγνητικής ροπής ενός ατόμου, που βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, συντονίζεται με άλλο υψίσυχνο μαγνητικό.

Γνωρίζουμε ότι οι ιστοί είναι πλούσιοι σε νερό, άρα και σε υδρογόνο. Αν λοιπόν βρεθούν μέσα σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο τότε τα άτομα των υδρογόνων διεγείρονται και οι πυρήνες τους προσανατολίζονται σε κανονική διάταξη (όμοια με του μαγνητικού πεδίου - spin πάνω) ή σε αντίθετη κατάσταση με του μαγνητικού πεδίου (διεγερμένη κατάσταση - spin κάτω), ενώ πριν εισαχθούν στο μαγνητικό πεδίο, ο προσανατολισμός τους είναι τυχαίος. Ο πληθυσμός των πυρήνων σε θεμελιώδη κατάσταση είναι ελαφρά ανώτερος (1.4 πυρήνες περισσότεροι ανά

1.000.000 πυρήνες) από αυτούς σε διεγερμένη κατάσταση και από αυτήν την υπεροχή γίνεται η ανακατασκευή της εικόνας.

Η στάθμη με spin προς τα κάτω έχει την μεγαλύτερη ενέργεια και η διαφορά ενέργειας των δύο σταθμών (κάτι σαν υπέρλεπτη υφή) είναι ανάλογη με την ένταση B του μαγνητικού πεδίου. Η μετάπτωση στη στάθμη μεγαλύτερης ενέργειας μπορεί να γίνει με τον γνωστό τρόπο της απορρόφησης ενός φωτονίου, με ενέργεια $hf = \Delta E$, όπου $\Delta E = \eta$ διαφορά ενέργειας μεταξύ των δύο σταθμών (με spin πάνω και spin κάτω).

Τα φωτόνια των ραδιοκυμάτων μέσα στην συσκευή αποκτούν αυτή την συχνότητα (συνήθως για τον πυρήνα του υδρογόνου). Η συχνότητα αυτή είναι η "συχνότητα συντονισμού", και μόλις αυτό το φωτόνιο πέσει στον πυρήνα με spin πάνω, τότε μετατρέπεται ο πυρήνας με spin κάτω (για αυτό λέγεται και διεγερμένος).

Όταν οι πυρήνες απορροφούν την ενέργεια, επανακπέμπουν σήματα και επιστρέφουν στην κανονική τους κατάσταση. Τα σήματα αυτά που επανακπέμπουν εντοπίζονται από πηνία που συνήθως εκπέμπουν τις ραδιοσυχνότητες.

Στην περίπτωση των πυρήνων υδρογόνου, ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα, με μορφή παλμού ραδιοσυχνοτήτων και με συχνότητα ίση με τη χαρακτηριστική συχνότητα μετάπτωσης των πυρήνων υδρογόνου, που σε ένα μαγνητικό πεδίο 1 Tesla (10.000 Gauss) είναι 42,57MHz, ασκεί πρόσθετη δύναμη στον πυρήνα που εκτελεί μεταπτωτική κίνηση. Όταν δηλαδή η συχνότητα της εξωτερικής H/M ακτινοβολίας συντονιστεί με τη συχνότητα μετάπτωσης ενός είδους πυρήνων, (εδώ συντονίζεται με τους πυρήνες υδρογόνου) ασκείται πάνω σε αυτούς πρόσθετη δύναμη (πέραν της δύναμης του στατικού εξωτερικού πεδίου) που αναγκάζει το διάνυσμα ολικής μαγνήτισης να αποκλίνει από την διεύθυνση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου, οπότε αρχίζει να περιστρέφεται με μεταπτωτική κίνηση.

Μετά τη διέγερση αυτή (το τέλος του παλμού), τα άτομα επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση εκπέμποντας ακτινοβολία. Την ακτινοβολία αυτή συλλαμβάνουν ειδικοί δέκτες και την στέλνουν με την μορφή ηλεκτρικών σημάτων σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εκεί αφού επεξεργαστούν τα ηλεκτρικά σήματα, μετατρέπονται σε εικόνα.

Οι ιστοί απεικονίζονται με διαφορετικό τρόπο, γιατί είναι πλούσιοι σε νερό. Έτσι φαίνονται πιο ανοικτοί αυτοί που έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε νερό. Επίσης είναι γνωστό πως το σώμα μας περιέχει 75% νερό, ενώ η κατανομή του νερού και άλλων μικρών μορίων που είναι πλούσια σε υδρογόνο πχ λιπίδια αλλοιώνεται σε αρκετές παθολογικές καταστάσεις.⁶



ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μια αναδρομή στο κείμενο αποδεικνύει την άρρηκτη σχέση μεταξύ φυσικής και της ιατρικής επιστήμης. Με την εφαρμογή και τον συνδυασμό των νόμων της φυσικής έχουμε πλέον τη δημιουργία συσκευών όπως ο ΜΤ, οι οποίες με κέντρο τις ανθρώπινες ανάγκες συμβάλλουν στην αντιμετώπιση και την επίλυση προβλημάτων σε όλους του τομείς της ζωής. Η μαγνητική τομογραφία είναι καλύτερη από την αξονική, αφενός γιατί δεν επιβαρύνεται ο οργανισμός με ακτινοβολίες και αφετέρου γιατί η αναπαραγωγή εικόνων από τα σπλάχνα, μυς και άλλα όργανα είναι σαφώς καλύτερη.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΟΣ



ΟΡΙΣΜΟΣ

Κάθε φορά που ένα δυναμικό δράσης διατρέχει μια μυϊκή ίνα, ένα μικρό μέρος του ηλεκτρικού ρεύματος μεταδίδεται από το μυ μέχρι το δέρμα. Αν συστέλλονται ταυτόχρονα πολλές μυϊκές ίνες, τα ηλεκτρικά δυναμικά αθροίζονται στο δέρμα δίνοντας υψηλές τιμές.

Τοποθετώντας δύο ηλεκτρόδια στην επιφάνεια του δέρματος, πάνω από τον αντίστοιχο μυ ή εισάγοντας βελονοειδή ηλεκτρόδια μέσα στο μυ, είναι δυνατή η ηλεκτρική καταγραφή της διέγερσής του, που καλείται ηλεκτρομυογράφημα. Το ηλεκτρομυογράφημα είναι μια τεχνική καταγραφής των αλλαγών του ηλεκτρικού δυναμικού, είναι το αλγεβρικό άθροισμα όλων των συμπεριλαμβανομένων

δυναμικών δράσης των κινητικών μονάδων ενός μυ, τα οποία μεταδίδονται κατά μήκος των μυϊκών ινών που βρίσκονται μεταξύ των ηλεκτροδίων καταγραφής.

ΤΙ ΕΞΕΤΑΖΕΙ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΗΜΑ

Τα νεύρα είναι οι οδοί τηλεπικοινωνίας του σώματός μας. Με τα νεύρα μεταφέρεται η αίσθηση της αφής και του πόνου από το σώμα μας στον εγκέφαλο. Οι μύες είναι οι κινητήρες του σώματός μας. Μπαίνουν σε λειτουργία με εντολές του εγκεφάλου, που μεταφέρονται από τα νεύρα. Ο εγκέφαλος, τα νεύρα και οι μύες για την επικοινωνία τους χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό. Όπως με το ηλεκτροκαρδιογράφημα εξετάζουμε την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς, έτσι και με το ηλεκτρομυογράφημα εξετάζουμε την ηλεκτρική δραστηριότητα των νεύρων και των μυών. Με το ηλεκτρομυογράφημα διαπιστώνουμε, αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα, που είναι το πρόβλημα και τι βαρύτητα έχει. Για να εξετάσουμε ένα νεύρο δίνουμε ένα ηλεκτρικό ερέθισμα σε διάφορα σημεία του και καταγράφουμε την απάντηση από το ίδιο το νεύρο ή από έναν μυ που ελέγχεται από αυτό το νεύρο. Για να εξετάσουμε ένα μυ τοποθετούμε μια λεπτή βελόνα μιας χρήσεως στο μυ αυτόν και καταγράφουμε την ηλεκτρική του δραστηριότητα σε ηρεμία και σε προσπάθεια. Σχεδόν όλοι οι άνθρωποι, παιδιά και ενήλικες, δεν πονούν κατά την εξέταση, νιώθουν μόνο μια μικρή ενόχληση. Το ηλεκτρομυογράφημα είναι μια ακίνδυνη εξέταση.

Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Η εξέταση διαρκεί ανάλογα με την πολυπλοκότητα από 30 ως 60 λεπτά. Μερικές φορές χρειάζονται 60 με 90 λεπτά. Η ετοιμασία του πορίσματος της εξέτασης διαρκεί γύρω στα 20 λεπτά. Ο ασθενής ή περιμένει να πάρει το πόρισμα της εξέτασης ή το παίρνει την επόμενη μέρα.

ΣΕ ΠΟΙΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟ

Το πολύ συχνό και παραγνωρισμένο σύνδρομο πόνου στα χέρια, το σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα, αναγνωρίζεται με το ηλεκτρομυογράφημα. Σε δυσκοπάθειες της αυχενικής ή οσφυϊκής σπονδυλικής στήλης το ηλεκτρομυογράφημα δίνει σημαντικές πληροφορίες για το ποιες ρίζες έχουν πρόβλημα και πόσο σοβαρό είναι αυτό το πρόβλημα. (Ρίζες = νεύρα που βγαίνουν από την σπονδυλική στήλη) Στους τραυματισμούς και παγιδεύσεις νεύρων το ηλεκτρομυογράφημα είναι απαραίτητο στη διάγνωση, στην πρόγνωση και στην παρακολούθηση. Στον σακχαρώδη διαβήτη ελέγχει την κατάσταση των περιφερικών νεύρων, που δυστυχώς μπορεί να προσβληθούν. Υπάρχουν και σπανιότερες ασθένειες, όπως η βαρεία μυασθένεια και

η οξεία πολυριζονευρίτιδα, που έχουν αποτελεσματική θεραπεία αν διαγνωσθούν. Στη διάγνωση τους είναι αποφασιστικό το ηλεκτρομυογράφημα.

ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Το ηλεκτρομυογράφημα γίνεται με την εμβύθιση ενός ηλεκτροδίου-βελόνας στον μυ και εξέταση της ηλεκτρικής δραστηριότητάς του. Μπορούν να εξετασθούν σχεδόν όλοι οι μύες, στους οποίους φθάνει η βελόνα. Επιλέγονται αυτοί που είναι σχετικοί με το κλινικό πρόβλημα. Συχνά εξεταζόμενοι μύες είναι : δελτοειδής (μασχαλιαίο ν., A56), δικέφαλος βραχιόνιος (μυοδερματικό ν., A56), τρικέφαλος βραχιόνιος (κερκιδικό ν., A678), ίδιος εκτείνων δείκτη (κερκιδικό ν., A78), βραχύς απαγωγός του αντίχειρα (μέσο ν., A8Θ1), 1ος ραχιαίος μεσόστέος (ωλένιο ν., A8Θ1), έξω πλατύς (μηριαίο ν., O34), πρόσθιος κνημιαίος (εν τω βάθει περνιαίο ν., O45), μακρός περνιαίος (επιπόλης περνιαίο ν., O5I1), έσω γαστροκνήμιος (κνημιαίο ν., I12), μέσος γλουτιαίος (άνω γλουτιαίο ν., O5I1). Αξιολογείται η παθολογική αυτόματη δραστηριότητα σε ηρεμία (φυσιολογικά δεν υπάρχει), το διάγραμμα της ηλεκτρικής δραστηριότητας του μυός σε μικρή, μέτρια και μέγιστη προσπάθεια, καθώς και τα χαρακτηριστικά των κινητικών μονάδων. Η βασική ποιοτική διάκριση γίνεται ανάμεσα σε: απουσία παθολογικών ευρημάτων, στοιχεία νευρογενούς βλάβης και στοιχεία μυογενούς βλάβης. Το ηλεκτρόδιο-βελόνα είναι μιας χρήσεως, λεπτό, και δεν πονάει παρά ελάχιστα.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ

Για την καταγραφή του ΗΜΓ είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ένα ή δύο ηλεκτρόδια, συνηθίζεται η χρησιμοποίηση δύο ηλεκτροδίων σε ένα διπολικό μοντέλο θεωρώντας ότι το ρεύμα συγκεντρώνεται σε δύο σημεία κατά μήκος της μυϊκής ίνας.

Όταν χρησιμοποιείται ένα ηλεκτρόδιο, συλλέγεται ένα διφασικό κύμα. Τα περισσότερα ΗΜΓ απαιτούν δύο ηλεκτρόδια καταγραφής πάνω στο μυ ώστε η τάση που καταγράφεται να είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων.

Η λήψη μυοηλεκτρικού σήματος επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτροδίων. Τα ηλεκτρόδια διακρίνονται κατά κανόνα σε δύο τύπους:

I) Επιφανειακά ηλεκτρόδια

II) Ηλεκτρόδια βάρους

I) Τα επιφανειακά ηλεκτρόδια διακρίνονται σε :

- α) Παθητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια
- β) ενεργητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια

α. Παθητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια

Τα παθητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια αποτελούνται από ένα μεταλλικό δίσκο συνήθως αργύρου, έναν αυτοκόλλητο δίσκο και είναι μονωμένα σε όλο τους το μήκος, εκτός από το σημείο επαφής τους. Τοποθετούνται πάνω στο δέρμα, στην περιοχή του αντίστοιχου μυ, με χρήση ηλεκτρολυτικής κρέμας. Τα ηλεκτρόδια αυτά ανιχνεύουν τη μέση δραστηριότητα των επιφανειακών μυών ενώ παράλληλα μεταβάλλοντας τις διαστάσεις του δίσκου τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μυϊκή καταγραφή μυών μικρότερων διαστάσεων.

Για την καταγραφή του ΗΜΓ χρησιμοποιούνται δύο ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στον επιμήκη άξονα του μυός έτσι ώστε η τάση που καταγράφεται να είναι η διαφορά του δυναμικού μεταξύ των ηλεκτροδίων. Εκτός των δύο ηλεκτροδίων χρησιμοποιείται και ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς, που τοποθετείται σε κάποιο ουδέτερο σημείο. Η θέση του ηλεκτροδίου αναφοράς δεν είναι σημαντική αν και υποστηρίζεται η καταγραφή ισχυρότερων ΗΓΜ με την τοποθέτηση του ηλεκτροδίου αναφοράς σε ίση απόσταση από τα δύο επιφανειακά ηλεκτρόδια.

Μέσω των παθητικών ηλεκτροδίων καταγράφεται το αλγεβρικό άθροισμα όλων των δυναμικών δράσης των κινητικών μονάδων που μεταδίδονται κατά μήκος των μυϊκών ινών που βρίσκονται μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων. Η τιμή αυτή εξαρτάται από :

- 1) το μέγεθος των ηλεκτροδίων
- 2) τη μεταξύ του απόσταση
- 3) τη τοποθέτηση ηλεκτροδίων
- 4) μείωση θορύβου των ηλεκτροδίων
- 5) αντίσταση δέρματος

1) Μέγεθος ηλεκτροδίων

Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια που καλύπτει το κάθε ηλεκτρόδιο τόσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια του δυναμικού δράσης, το πλάτος του ΗΜΓ και ο μυϊκός όγκος που παρακολουθείται. Αντίστοιχα, μικρότερο μέγεθος ηλεκτροδίων επιτρέπει την καταγραφή του ΗΜΓ σε ειδικούς μύες. Το μέγεθος των ηλεκτροδίων είναι αντιστρόφως ανάλογο με την αντίστασή τους. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος των ηλεκτροδίων, τόσο μικρότερη είναι η αντίστασή τους.

2) Απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων

Η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων καθορίζει το μυϊκό όγκο που παρακολουθείται. Μεγάλη απόσταση σημαίνει αύξηση του μυϊκού όγκου. Η απόσταση μεταξύ των δύο επιφανειακών ηλεκτροδίων θα πρέπει να είναι ίση με 1cm. Αυτό επιτυγχάνεται αλληλοκαλύπτοντας τους αυτοκόλλητους δίσκους των

ηλεκτροδίων και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μείωση των παρεμβολών από γειτονικούς μύες.

3) Τοποθέτηση ηλεκτροδίων

Τα ηλεκτρόδια θα πρέπει να τοποθετηθούν πάνω στο οπτικό κεντρικό σημείο του μυός που πρόκειται να συσταλεί. Σύμφωνα με τις έρευνες, τοποθετώντας τα ηλεκτρόδια όσο πιο κοντά στο παχύ μέρος του μυός, λαμβάνεται η ισχυρότερη ΗΜΓ απόκριση.

4) Μείωση θορύβου των ηλεκτροδίων

Η εφαρμογή πίεσης στα επιφανειακά ηλεκτρόδια όταν αυτά βρίσκονται σε επαφή με το δέρμα, προκαλεί τάση παρεμβολής η οποία δεν είναι εύκολο να διακριθεί από το πραγματικό σήμα. Η απομάκρυνση τέτοιου θορύβου επιτυγχάνεται με χρήση κατάλληλων φίλτρων.

5) Αντίσταση δέρματος

Όταν χρησιμοποιούνται παθητικά ηλεκτρόδια επιφάνειας είναι απαραίτητη η μείωση της αντίστασης της συνδεσμολογίας ηλεκτροδίων – δέρματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω απομάκρυνσης των νεκρών κυττάρων της επιφάνειας του δέρματος με ελαφρύ τρίψιμο με τραχύ υλικό.

β. Ενεργητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια

Στα ενεργητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια η υψηλή αντίσταση εισόδου του ενισχυτή τοποθετείται πολύ κοντά στην εξεταζόμενη επιφάνεια και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην απαιτείται σχολαστική προετοιμασία του δέρματος ή ηλεκτρολυτική κρέμα. Για το λόγο αυτό αναφέρονται και ως ξηρά ηλεκτρόδια.

II) Ηλεκτρόδια βάθους:

Τα Ηλεκτρόδια βάθους χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση λεπτών κινήσεων και την καταγραφή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας των «εν τω βάθει» μυών. Είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και είναι μονωμένα σε όλο το μήκος τους εκτός από την ακμή τους. Αυτή εισάγεται στο εσωτερικό του μυός για να μετρηθεί η διαφορά δυναμικού του με το εξωκυττάριο υγρό.

BIOΕΝΙΣΧΥΤΕΣ

Συνήθως το πραγματικό μυοηλεκτρικό σήμα είναι πολύ μικρής έντασης και προκειμένου να καταγραφεί και να ανακληθεί στη συνέχεια θα πρέπει να ενισχυθεί. Το ΗΜΓ, σαν άθροισμα πολλών δυναμικών δράσης κινητικών μονάδων, καθώς ενισχύεται δεν θα πρέπει να παραμορφώνεται και θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από θόρυβο και άλλες παρεμβολές. Για την αποφυγή παραμόρφωσης, το ΗΜΓ θα

πρέπει να ενισχύεται γραμμικά σε όλο το εύρος του ενισχυτή και του συστήματος καταγραφής. Αυτό σημαίνει ότι τα μεγάλα σήματα ενισχύονται το ίδιο όσο και τα μικρά σήματα. Θόρυβος μπορεί να προκληθεί από διάφορες πηγές έξω από το μυ και μπορεί να οφείλεται είτε σε βιολογικούς παράγοντες είτε σε διατάξεις του εξοπλισμού. Για παράδειγμα, τα ηλεκτρόδια που τοποθετούνται πάνω στους θωρακικούς μύες καταγράφουν μεταξύ άλλων και ηλεκτροκαρδιογραφικό σήμα, το οποίο μπορεί να αποτελέσει ανεπιθύμητο βιολογικό θόρυβο. Επίσης θόρυβος λόγω εξοπλισμού προέρχεται κυρίως από γραμμές ισχύος, από μηχανήματα ή δημιουργείται από τον ενισχυτή. Οι παρεμβολές γενικά αναφέρονται σε λάθος σήματα, που οφείλονται στα ίδια ηλεκτρόδια ή τα καλώδια. Χρησιμοποιώντας φίλτρα υψηλών συχνοτήτων, καλώδια υψηλής ποιότητας και σταθεροποιώντας προσεκτικά τα ηλεκτρόδια ελαχιστοποιούνται οι παρεμβολές και οι θόρυβοι. Για το λόγο αυτό συχνά χρησιμοποιούνται συστήματα προενισχυτών και ενεργητικά ηλεκτρόδια επιφανείας.

Για την καταγραφή «καθαρού» ΗΜΓ, οι βιο-ενισχυτές θα πρέπει να πληρούν κάποιες συγκεκριμένες προϋποθέσεις, συνήθως χρησιμοποιούνται ενισχυτές εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι:

- Κέρδος ενισχυτή και δυναμικού εύρους
- Αντίσταση εισόδου
- Απόκριση – εύρος συχνοτήτων
- Απόρριψη κοινού σήματος

Κέρδος βιοενισχυτή:

Η ενίσχυση ενός σήματος καθορίζεται από το κέρδος του ενισχυτή που ορίζεται σαν το λόγο της τάσης εξόδου προς την τάση εισόδου

$$Gain = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

Η ακριβής επιλογή του κέρδους εξαρτάται σε κάθε περίπτωση από την ανάλυση του σήματος στην έξοδο. Το ΗΜΓ μπορεί να καταγραφεί με ένα καταγραφέα ακίδας ή με μαγνητική ταινία και μπορεί να αναπαρασταθεί σε παλμογράφο ή ακόμη να μεταβιβαστεί σε έναν υπολογιστή. Σε καμία περίπτωση το ενισχυόμενο σήμα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το εύρος εισόδου που επιτρέπεται για τα όργανα καταγραφής.

Αντίσταση εισόδου:

Καθώς το ρεύμα που παράγεται στο μυ διέρχεται μέσα από την αντίσταση των ηλεκτροδίων, προκαλείται πτώση της τάσης, με αποτέλεσμα η τάση εισόδου του ενισχυτή να είναι μικρότερη από την πραγματική τάση του σήματος.

Η συνδεσμολογία ηλεκτροδίων – δέρματος έχει μικρή αντίσταση και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το πάχος δέρματος, ο καθαρισμός του δέρματος πριν την

τοποθέτησης των ηλεκτροδίων, το εμβαδόν των ηλεκτροδίων επιφανείας και η θερμοκρασία της ηλεκτρολυτικής κρέμας.

Απόκριση – Εύρος συχνοτήτων:

Το εύρος συχνοτήτων στο βιοενισχυτή θα πρέπει να είναι κατάλληλο ώστε να ενισχύσει όλες τις συχνότητες που εμφανίζονται στο ΗΜΓ. Τυπικές τιμές εύρους συχνοτήτων είναι: α) ΗΜΓ με επιφανειακά ηλεκτρόδια 5-1000Hz, β) ΗΜΓ με ηλεκτρόδια βάθους : 20-2000 Hz.

Γενικά το εύρος κάθε βιοενισχυτή είναι η διαφορά μεταξύ της ανώτερης συχνότητας αποκοπής f_2 και της χαμηλότερης συχνότητας αποκοπής f_1 .

Απόρριψη κοινού σήματος:

Το ανθρώπινο σώμα είναι καλός αγωγός και λειτουργεί σαν κεραία που συλλέγει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από το περιβάλλοντα χώρο. Η παρεμβολή αυτή μπορεί να είναι μεγάλη και να παρεμποδίζει τη σωστή καταγραφή ενός ΗΜΓ. Χρησιμοποιώντας ένα διαφορικό ενισχυτή εξουδετερώνεται το είδος τέτοιου θορύβου. Ο διαφορικός ενισχυτής λαμβάνει τη διαφορά μεταξύ των σημάτων που φτάνουν στις τελικές απολήξεις του.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΜΓ

Μετά την ενίσχυσή του, το ΗΜΓ οδηγείται στο μέσο καταγραφής. Θα πρέπει να δοθεί προσοχή στο εύρος των συχνοτήτων που μπορούν να καταγραφούν από το μέσο, το οποίο θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το εύρος συχνοτήτων του χρησιμοποιούμενου ενισχυτή. Ως μέσο καταγραφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαγνητόφωνα FM, καταγραφείς χαρτιού, παλμογράφος και ηλεκτρονικοί υπολογιστές.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΗΜΓ

Μετά τη λήψη, ενίσχυση και καταγραφή, το ΗΜΓ μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω.

Αρχικό ΗΜΓ (RAW – EMG)

Η επεξεργασία ενός ΗΜΓ μπορεί να πραγματοποιηθεί: α) στο πεδίο του χρόνου και β) στο πεδίο της συχνότητας

Πλήρως ανορθωμένο ΗΜΓ

Η πλήρης ανόρθωση του ΗΜΓ επιτυγχάνεται μέσω ενός ανορθωτή πλήρους κύματος που παρέχει την απόλυτη τιμή του ΗΜΓ, μέσω θετικής πολικότητας. Η μονάδα μέτρησης του πλάτους του ανορθωμένου σήματος εκφράζεται σε mV.

ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ

Το ανορθωμένο σήμα εμπεριέχει θόρυβο και για το λόγο αυτό θα πρέπει να εξομαλυνθεί. Η εξομάλυνση επιτυγχάνεται είτε: α) μέσω φίλτρων χαμηλών ενισχυτών, που επιτρέπουν τη διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων και αποκόπτουν τη διέλευση υψηλών συχνοτήτων, β) με τη μέθοδο του κινούμενου μέσου όπου κάθε σημείο αντικαθίσταται από το μέσο όρο των γειτονικών του σημείων. Με την είσοδο του πλήρους ανορθωμένου σήματος μέσα από ένα φίλτρο χαμηλών συχνοτήτων, αφαιρείται ο θόρυβος που εμπεριέχεται στην αρχική καμπύλη του ΗΜΓ και προκύπτει ένα νέο σήμα που αναπαριστά με αρκετή πιστότητα το αρχικό ΗΜΓ και καλείται γραμμικό περιβλήμα.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ

Για τη χρονική επεξεργασία ενός ΗΜΓ, υπολογίζεται το ολοκλήρωμα του ΗΜΓ ως εμβαδόν της επιφάνειας που βρίσκεται κάτω από την καμπύλη του πλήρως ανορθωμένου και εξομαλυσμένου ΗΜΓ, σε σχέση με το χρόνο. Το ολοκλήρωμα του ΗΜΓ μπορεί να ελεγχθεί είτε για ολόκληρη τη διάρκεια της συστολής είτε για συγκεκριμένο χρονικό διάστημά της.

ΜΕΣΟ ΗΜΓ

Το μέσο ΗΜΓ προκύπτει από τη διαίρεση του ολοκληρώματος του ΗΜΓ προς το χρόνο συστολής και μετριέται σε mV.

ΡΙΖΑ ΜΕΣΩ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ

Το RMS είναι η τετραγωνική ρίζα του ολοκληρώματος του δυναμικού του ΗΜΓ ως προς το χρόνο.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Μέσω της ανάλυσης στο πεδίο της συχνότητας, ανάλυση Fourier, το μυοηλεκτρικό σήμα μπορεί να εκφραστεί με βάση τις συχνότητες που περιέχει και να περιγραφεί μέσω του φάσματος ισχύος του.

ΗΜΓ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

Εκτός της εκούσιας συστολής, είναι δυνατό να προκληθεί και ακούσια συστολή του μύος με εξωτερική ηλεκτρική διέγερση και να ληφθεί το αντίστοιχο ΗΜΓ.

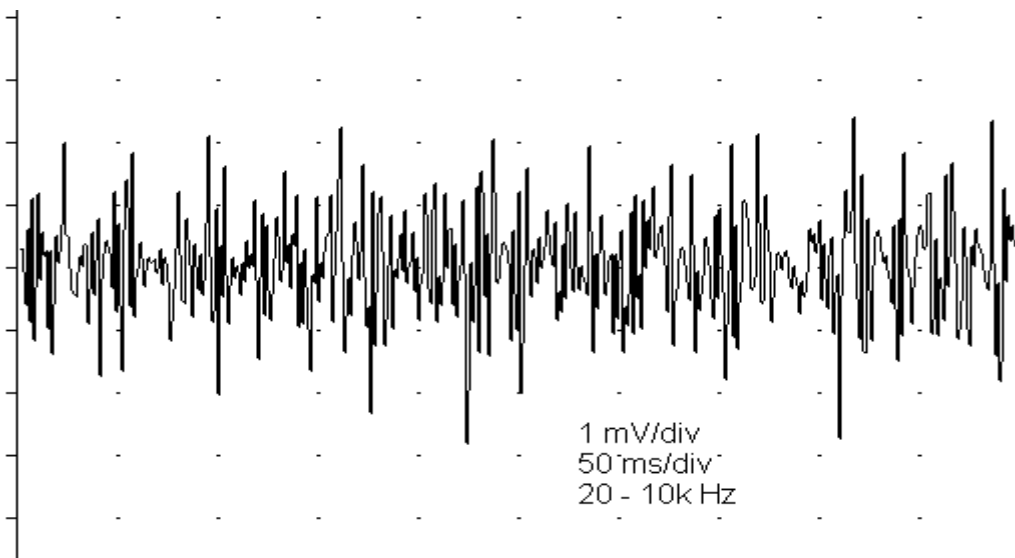
Στην προκλητή αυτή συστολή, η στιγμή και η διάρκεια του ηλεκτρικού ερεθίσματος ελέγχονται από το όργανο (διέγερση) και όλες οι μυϊκές ίνες πυροδοτούνται σχεδόν ταυτόχρονα.

Ηλεκτρικά μπορούν να διεγερθούν και τα αισθητικά νεύρα που φέρνουν πληροφορίες στον εγκέφαλο με αποτέλεσμα τη διέγερση του κινητικού νεύρου μαζί με το αισθητικό. Ο παλμός του κινητικού νεύρου, διατρέχοντας μικρότερη απόσταση, διεγείρει πρώτος το μυ ενώ ακολουθεί ο παλμός που οφείλεται στη διέγερση του αισθητικού νεύρου. Αν το ερέθισμα είναι πολύ έντονο, συνάγεται μόνο μια έντονη απόκριση του μυός που προέρχεται απευθείας από το κινητικό νεύρο.

Τα δύο ερεθίσματα εμφανίζονται ταυτόχρονα. Λόγω της διαφορετικής απόστασης τα ερεθίσματα φθάνουν στα ηλεκτρόδια λήψης σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, δηλαδή με διαφορά 4 msec. Άρα η ταχύτητα αγωγής του παλμού κατά μήκος του κινητικού νεύρου είναι $0,25\text{m}/4 \cdot 10^{-3}\text{s} = 62,5\text{m/sec}$. Η κόπωση των μυών προσδιορίζεται με πολλαπλές διεγέρσεις.⁷

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ ΤΟ ΗΜΓ

Στο ΗΜΓ μπορούμε να δούμε στοιχεία προσβολής της εννεύρωσης του μυός (προσβολή κινητικών νευρώνων πρόσθιων κεράτων, κινητικών ριζών, κινητικών νεύρων) ή στοιχεία προσβολής των μυϊκών ινών (μυοπάθεια, μυοσίτιδα, μυϊκή δυστροφία) και να εκτιμήσουμε την βαρύτητα και τη χρονιότητα της προσβολής.



Ηλεκτρομυογράφημα σε μέγιστη προσπάθεια του πρόσθιου κνημιαίου μυ
Φυσιολογικό πλήρες διάγραμμα. Πριν την μέγιστη προσπάθεια εξετάστηκε η ηλεκτρική δραστηριότητα του μυός σε ηρεμία και δεν αποκαλύφθηκε αυτόματη δραστηριότητα.
Συμπέρασμα: Χωρίς στοιχεία διαταραχής της εννεύρωσης του μυός (εν τω βάθει περνιαίο, ρίζες O4 και O5)

TAXYTHΤΕΣ (Η ΜΕΛΕΤΕΣ) ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ

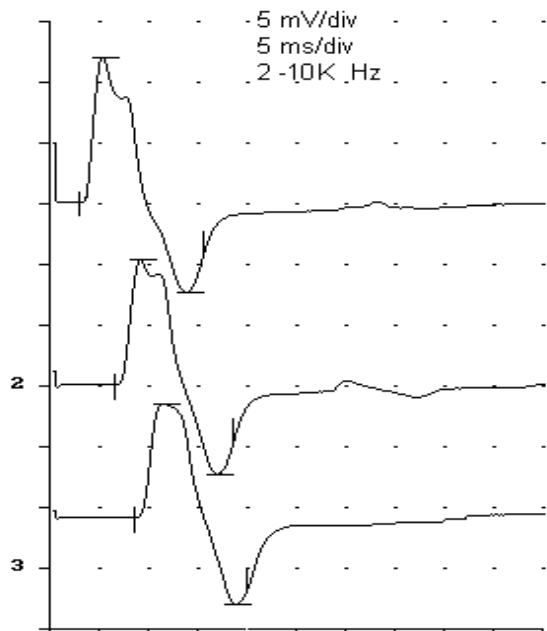
ΠΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα κινητικό νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση με ηλεκτρόδιο επιφανείας* από ένα μυ, που νευρώνεται από το νεύρο. Μπορούν να εξετασθούν σχεδόν όλα τα νεύρα, στα οποία φθάνει ο ερεθιστής και που έχουν μυ από τον οποίο μπορεί να γίνει καταγραφή. Επιλέγονται αυτά που είναι σχετικά με το κλινικό πρόβλημα. Συχνά ελέγχονται τα νεύρα: μέσο, ωλένιο, κερκιδικό, περονιαίο, κνημιαίο, προσωπικό.

* ηλεκτρόδιο που στερεώνεται πάνω στο δέρμα. Όλες οι εξετάσεις, που περιγράφονται παρακάτω, γίνονται συνήθως με τέτοια ηλεκτρόδια.

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ

Μπορούμε να δούμε ελάττωση της ταχύτητας ομότιμα (απομυελινωτική πολυνευροπάθεια), ασύμμετρα ή σε κάποιο σημείο (παγίδευση, πολυνευροπάθεια), ελάττωση εύρους (ρίζοπάθεια, αξονική πολυνευροπάθεια, σοβαρή μυοπάθεια/μυϊκή δυστροφία, νόσος κινητικού νευρώνα) ή διαταραχή της μορφολογίας (παγίδευση, πολυνευροπάθεια).



Μελέτη του κινητικού δυναμικού του ωλενίου νεύρου

Ερεθισμός του ωλενίου νεύρου στον καρπό, περιφερικά και κεντρικά της ωλένιας αύλακας. Ταχύτητα στο αντιβράχιο 60 m/s, περί την ωλένια αύλακα 55 m/s. Χωρίς ελάττωση εύρους στον κεντρικότερο ερεθισμό. Σημαντική εξέταση για την αναζήτηση παγιδευτικής ωλένιας νευροπάθειας.

ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ (Η ΜΕΛΕΤΕΣ) ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ

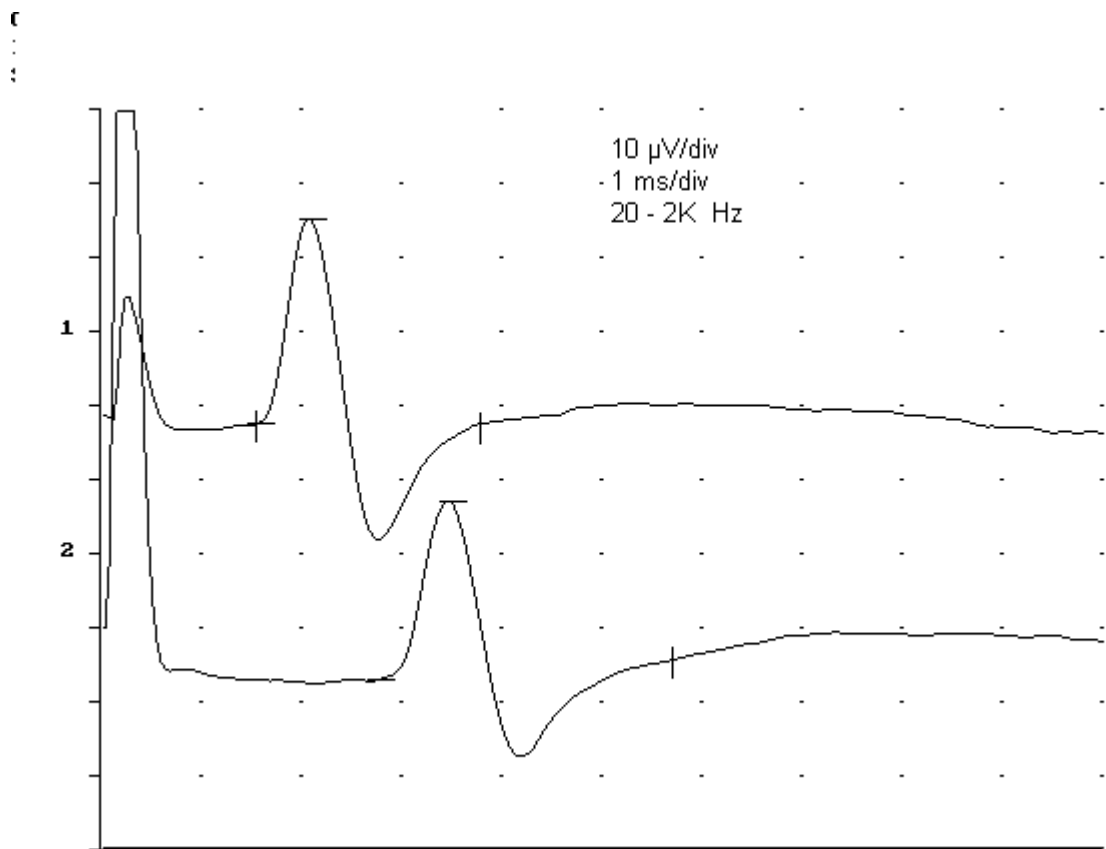
ΠΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα αισθητικό νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση από ένα άλλο σημείο του νεύρου.

Ελέγχονται τα νεύρα : μέσο, ωλένιο, επιπολής κερκιδικό, επιπολής περονιαίο και γαστροκνημιαίο ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα.

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ

Μπορούμε να δούμε ελάττωση της ταχύτητας ή του εύρους. Ιδιαίτερα χρήσιμη εξέταση σε πολυνευροπάθειες και σε παγιδεύσεις νεύρων. Σε αμιγείς ριζοπάθειες (π.χ. σε δισκοκήλη) τα ευρήματα είναι φυσιολογικά, καθώς η προσβολή των αισθητικών ριζών αφήνει ανέπαφο τον πιο περιφερικό αισθητικό νευρώνα, το σώμα του οποίου είναι στο νωτιαίο γάγγλιο. Σε σοβαρή υπαισθησία η απουσία προσβολής των αισθητικών δυναμικών εντοπίζει τη βλάβη κεντρικά του νωτιαίου γαγγλίου (δηλαδή στις ρίζες ή ακόμα κεντρικότερα).



Μελέτη του αισθητικού δυναμικού του μέσου νεύρου

Ερεθισμός του μέσου νεύρου στην παλάμη και στον καρπό με καταγραφή στον 3ο δάκτυλο.

Ταχύτητα περί τον καρπιαίο σωλήνα 58 m/s χωρίς ελάττωση του εύρους (φυσιολογικά ευρήματα). Από τις πιο ευαίσθητες εξετάσεις για σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα.

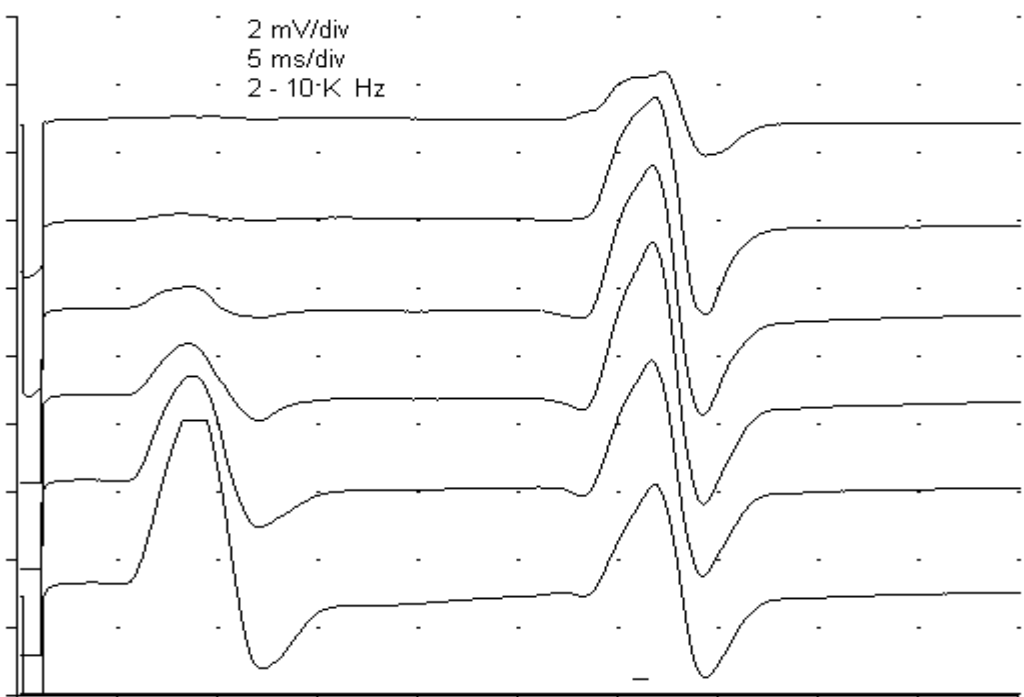
H – ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟ

ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Στα άνω άκρα ερεθίζουμε ηλεκτρικά το μέσο νεύρο στον αγκώνα και καταγράφουμε την απάντηση στον κερκιδικό καμπτήρα του καρπού (H-αντανακλαστικό) που έρχεται αρκετά μετά την πρώτη κινητική απάντηση. Δεν είναι το ίδιο με το F κύμα. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές. Ελέγχει την οδό: αισθητικές ίνες μέσου νεύρου - αισθητική ρίζα A7 - μυελοτόμιο A7 - κινητική ρίζα A7 - κινητικές ίνες μέσου νεύρου. Στα κάτω άκρα ερεθίζουμε ηλεκτρικά το κνημιαίο νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση στον υποκνημίδιο μυ. Ελέγχει την οδό : αισθητικές ίνες κνημιαίου νεύρου - αισθητική ρίζα ΙΙ- μυελοτόμιο ΙΙ- κινητική ρίζα ΙΙ- κινητικές ίνες κνημιαίου νεύρου.

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Μπορούμε να δούμε αύξηση του λανθάνοντα χρόνου του H-αντανακλαστικού ή την απουσία του ως ένδειξη προσβολής του μέσου/κνημιαίου νεύρου, της ρίζας A7/ΙΙ ή μιας διάχυτης πολυνευροπάθειας/πολυριζίτιδας.



H - αντανακλαστικό

Ερεθισμός του κνημιαίου νεύρου στον ιγνυακό βόθρο και καταγραφή από τον υποκνημίδιο μυ. Καθώς αυξάνεται η ένταση του ερεθίσματος αυξάνεται αρχικά το εύρος του H αντανακλαστικού, αργότερα, σε ισχυρότερο ερεθισμό το H ελαττώνεται καθώς το M οδεύει προς το μέγιστο εύρος.

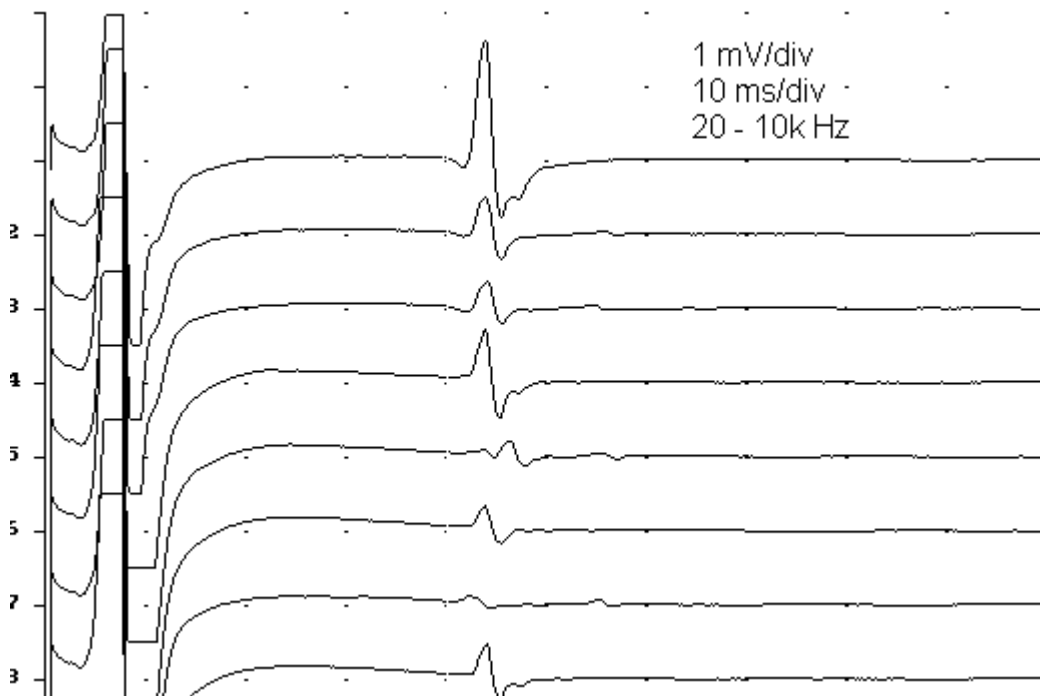
F ΚΥΜΑ

ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση (F κύμα) που έρχεται αρκετά μετά την πρώτη κινητική απάντηση και αποτελεί την αντίδραση του κινητικού νεύρωνα του προσθίου κέρατος του νωτιαίου μυελού. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές. Ελέγχονται τα F κύματα του μέσου, ωλενίου, περνιαίου και κνημιαίου νεύρου ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα.

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Μπορούμε να δούμε αύξηση του λανθάνοντα χρόνου του F κύματος ή την απουσία του ως ένδειξη προσβολής του εξεταζόμενου νεύρου, των εμπλεκομένων ριζών και των κινητικών νεύρων των προσθίων κεράτων. Επειδή το F κύμα χρησιμοποιεί περισσότερες από μια ρίζες (όπως ο μυς από τον οποίο καταγράφεται), σε προσβολή μιας μόνο ρίζας μπορεί να είναι φυσιολογικό. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε αποκάλυψη διαταραχής της αγωγής σε κεντρικά τμήματα των περιφερικών νεύρων και των ριζών όπως συμβαίνει στην πολυριζονευρίτιδα (σύνδρομο Guillain Barré).



F κύμα του περνιαίου νεύρου

Ερεθισμός του περνιαίου νεύρου στην ποδοκνημική και καταγραφή από τον βραχύ εκτείνοντα των δακτύλων. Το φυσιολογικό αυτό F κύμα πιστοποιεί την συνέχεια του περνιαίου νεύρου και την απουσία σοβαρής προσβολής του νεύρου αυτού και των ριζών O5 και II.

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΕΡΕΘΙΣΜΟΥ (ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ Desmedt)

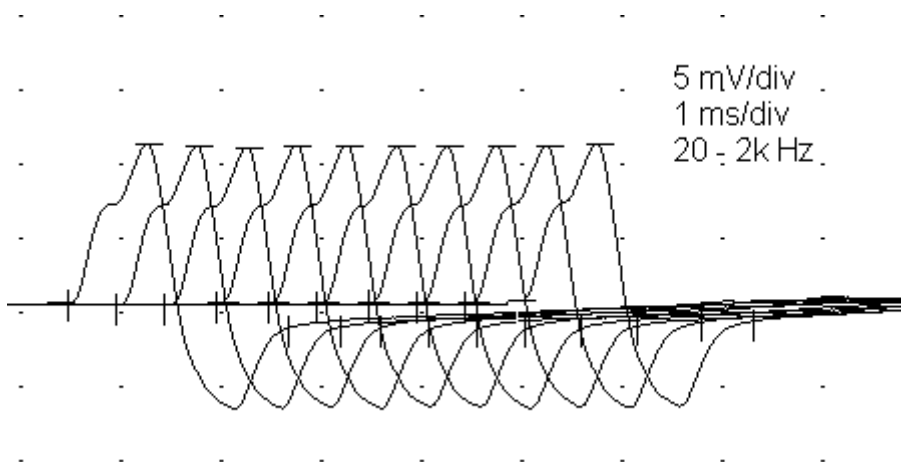
ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα κινητικό νεύρο επανειλημμένως (συνήθως το ωλένιο, το παραπληρωματικό και το προσωπικό) σε συχνότητα 3 Hz σε μια σειρά δέκα ερεθισμάτων και καταγράφουμε δέκα απαντήσεις από τον κατάλληλο μυ (απαγωγό μικρού δακτύλου, τραπεζοειδή και ρινικό). Επαναλαμβάνουμε την εξέταση αμέσως και 2-5 min μετά από άσκηση. Αξιολογούμε την εξέλιξη του εύρους από την 1 η ως την 10 η απάντηση. Σε εύκολη κόπωση της νευρομυϊκής σύναψης όπως π.χ. στη βαρεία μυασθένεια το εύρος συνήθως ελαττώνεται σημαντικά από την 1 η ως την 4 η , 5 η απάντηση και μετά μένει σταθερό ή αυξάνεται ελαφρά. Στο μυασθενικό σύνδρομο Lambert-Eaton παρατηρείται εντυπωσιακή αύξηση του αρχικά χαμηλού εύρους της κινητικής απάντησης μετά από ερεθισμό συχνότητας 30 Hz.

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Στη βαρεία μυασθένεια η δοκιμασία αυτή σε κλινικά αδύναμους μύες είναι συνήθως θετική. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν κλινικά υπάρχει συμμετρική κεντρομελική αδυναμία, αλλά η αιτία της είναι αμφίβολη.

Στο μυασθενικό σύνδρομο Lambert-Eaton η εξέταση είναι πολύ ευαίσθητη και ειδική.



Δοκιμασία επαναλαμβανόμενου ερεθισμού

Απαγωγός του μικρού δακτύλου της χειρός. Δεν παρατηρείται ελάττωση του εύρους στην 4η ή 5η απάντηση. Η νευρομυϊκή σύναψη δεν δείχνει σημεία κόπωσης.

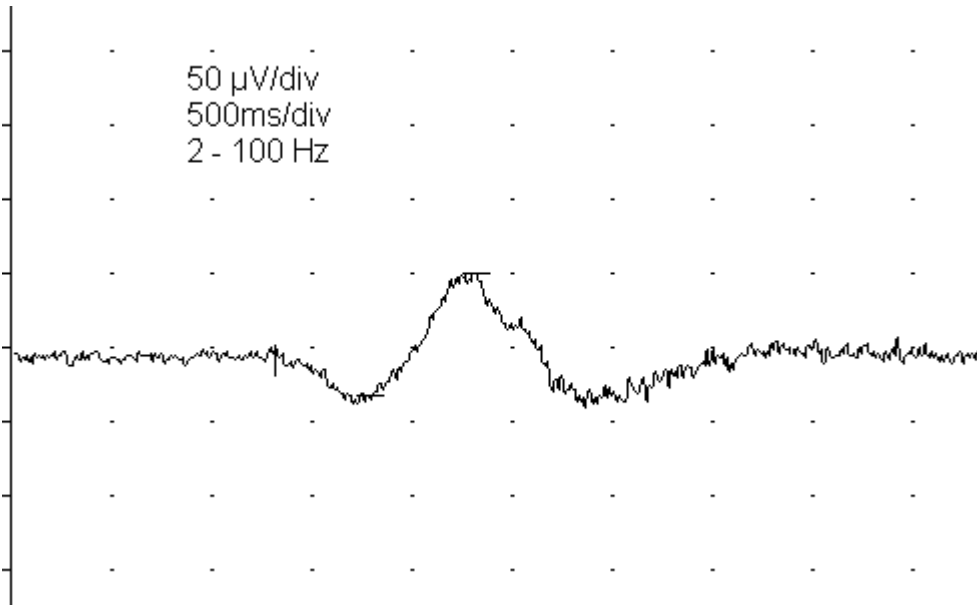
ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΗ ΔΕΡΜΑΤΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ (Sympathetic Skin Response)

ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά κάποιο απομακρυσμένο νεύρο και καταγράφουμε μια διαφορά τάσεως, που εμφανίζεται στο πέλμα ή στη παλάμη. Και ένα άλλο ερέθισμα όπως μια βαθιά αναπνοή μπορεί να προκαλέσει την συμπαθητική δερματική απάντηση. Αξιολογούμε μόνο την παρουσία/απουσία της, καθώς ο λανθάνων χρόνος και το εύρος δεν έχουν κλινική σημασία.

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Ελέγχει τις συμπαθητικές ίνες γενικότερα και είναι μερικώς χρήσιμο στη διάγνωση προσβολής του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Σε πολυνευροπάθεια, που προσβάλλει και τις μικρές ίνες, χωρίς γενικότερη προσβολή του αυτόνομου νευρικού συστήματος, η συμπαθητική απάντηση μπορεί να απουσιάζει.



Συμπαθητική δερματική απάντηση

Παράγεται η συμπαθητική δερματική απάντηση. Το γεγονός αυτό σημαίνει συνέχεια του συμπαθητικού νευρικού συστήματος και διατήρηση της λειτουργίας των συμπαθητικών ινών των περιφερικών νεύρων

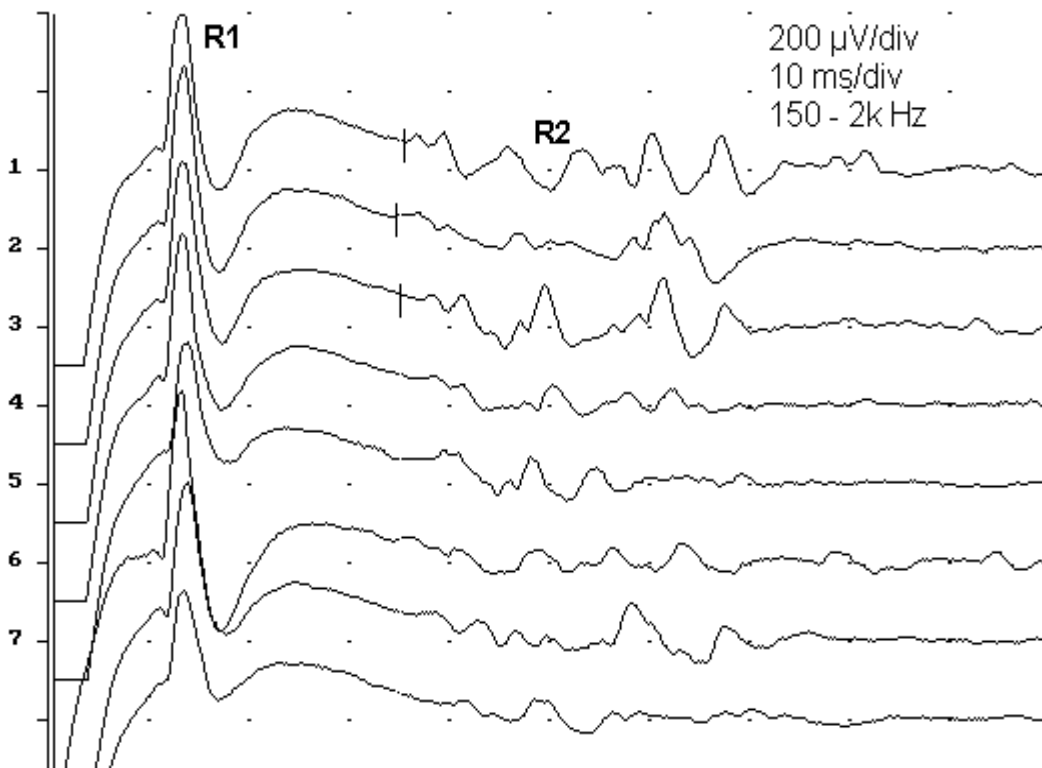
BLINK REXLEX

ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά τον υπερκόγχιο κλάδο του τριδύμου και καταγράφουμε την πρώτη απάντηση R1 από τον σύστοιχο σφιγκτήρα των βλεφάρων και την δεύτερη απάντηση R2 σύστοιχα και αντίστοιχα με ηλεκτρόδια επιφανείας. Ελέγχει την οδό : τρίδυμο - εγκεφαλικό στέλεχος - προσωπικό νεύρο. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές.

ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Είναι χρήσιμο για την πιστοποίηση και εντόπιση βλαβών κατά μήκος της εξεταζόμενης οδού π.χ. σε περιφερική πάρεση προσωπικού νεύρου.



Blink reflex

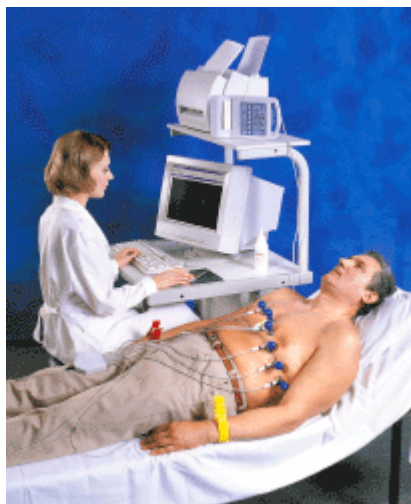
Ερεθισμός δεξιά. Βλέπουμε την ομόπλευρη καταγραφή. Οι χρόνοι της πρώτης (11,5 ms) και δεύτερης απάντησης(36 ms) είναι φυσιολογικοί. Χωρίς ένδειξη βλάβης του δεξιού τριδύμου (οφθαλμικός κλάδος) και του προσωπικού νεύρου.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Κλινικά η ηλεκτρομυογραφία χρησιμοποιείται για την έρευνα των συνθηκών του νευρομυϊκού περιφερειακού συστήματος και σε τμηματικό επίπεδο που είναι υπεύθυνο για το συγχρονισμό της κάθε κινητικής μονάδας στις διάφορες μορφές κινητικής αντίδρασης. Παίρνοντας υπόψη ότι οι διάφορες κλινικές μορφές κινητικών μεταβολών μπορεί να οφείλονται και σε μια πρωτοπαθή βλάβη του κεντρικού και περιφερικού νευρικού συστήματος και σε δευτερογενείς αλλοιώσεις που συνδέονται με διάφορες οργανικής φύσης ασθένειες. Η εξέταση με το ηλεκτρομυογράφημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και στις ψυχογενείς μορφές και σε μορφές που οφείλονται σε ορμονικές καρδιαγγειακές και νευρολογικές διαταραχές. Στις μυογενείς αλλοιώσεις της κινητικής λειτουργίας η εικόνα του ηλεκτρομυογραφήματος χαρακτηρίζεται από διακυμάνσεις υψηλής συχνότητας και ασύγχρονες από σμίκρυνση της διάρκειας τους, από μείωση της «περιοχής» και του «αριθμού» των ινών της κάθε κινητικής μονάδας



ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑ (ΗΚΓ)



ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται από ένα έπαρμα (κύμα) P, ένα «σύμπλεγμα» QRS και ένα έπαρμα (κύμα) T. Το έπαρμα P προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση (συστολή) των κόλπων, ενώ το σύμπλεγμα QRS προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση (συστολή) των κοιλιών, δηλαδή, κατά την επέκταση της εκπόλωσης στο μυοκάρδιο των κοιλιών. Το σύμπλεγμα QRS συνήθως αποτελείται από τρία διαφορετικά επάρματα, το έπαρμα Q, το έπαρμα R και το έπαρμα S. Το έπαρμα T προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την ανάνηψη των κοιλιών από την κατάσταση της εκπόλωσης. Η διεργασία αυτή επιτελείται στο μυοκάρδιο των κοιλιών 0,25 ως 0,35 sec μετά την εκπόλωση, αυτό δε το έπαρμα χαρακτηρίζεται ως έπαρμα επαναπόλωσης. Δηλαδή, το ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται τόσο από επάρματα εκπόλωσης, όσο και από επάρματα επαναπόλωσης.

Το κάνουν “για καλό και για κακό” όσοι είναι πάνω από 40 ετών. Επίσης, όσοι έχουν πόνο στο στήθος ή ταχυπαλμία ή παίρνουν φάρμακα που πρέπει να ξέρουν πόσο επηρεάζουν τους παλμούς τους. Τέλος, το κάνουν και όσοι έχουν βηματοδότη, για να ελέγξουν κατά πόσον αυτός δίνει το σωστό “τέμπο”.

Οι κανονικές σφύξεις είναι από 60-100 παλμοί το λεπτό, σε σταθερό ρυθμό. Τυχόν ανώμαλες ενδείξεις μπορεί να παραπέμπουν σε τουλάχιστον 12 διαφορετικές παθήσεις, που πρέπει να διερευνηθούν με άλλες μεθόδους.

ΟΡΙΣΜΟΣ (ΗΚΓ)

Κατά την επέκταση του επάρματος της καρδιακής διέγερσης στα διάφορα τμήματα αυτής, ηλεκτρικά ρεύματα διατρέχουν τους ιστούς γύρω από αυτή, ένα μικρό δε μέρος από αυτά φτάνει μέχρι την επιφάνεια του σώματος. Εάν τοποθετηθούν ηλεκτρόδια πάνω στο δέρμα από τη μια και την άλλη πλευρά της καρδιάς, καθίσταται δυνατή η καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών που παράγονται από αυτή. Η καμπύλη που λαμβάνεται με αυτόν τον τρόπο ονομάζεται ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Φυσιολογικά το πρώτο ηλεκτρικό δυναμικό της καρδιάς παράγεται στον φλεβόκομβο. Αυτό διαχέεται μετά στους κόλπους και γίνεται η συστολή αυτών. Μετά περνά τον κολποκοιλιακό κόμβο και διαχέεται στις κοιλίες, μέσω του αριστερού και δεξιού σκέλους του His, και γίνεται η συστολή των κοιλιών.

Το ΗΚΓ καταγράφει τα ανωτέρω ηλεκτρικά δυναμικά, όπως φθάνουν στην επιφάνεια του σώματος, καθώς ταξιδεύουν από τον φλεβόκομβο στις κοιλίες.⁸



Χαρακτηριστικά του φυσιολογικού ηλεκτροκαρδιογραφήματος



Το φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται από ένα έπαρμα (κύμα) P, ένα «σύμπλεγμα» QRS και ένα έπαρμα T. Το έπαρμα P προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση των κόλπων πριν από τη συστολή τους, ενώ το σύμπλεγμα QRS προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση των κοιλιών πριν από τη συστολή τους,

δηλαδή, κατά την επέκταση της εκπόλωσης στο μυοκάρδιο των κοιλιών. Το σύμπλεγμα QRS συνήθως αποτελείται από τρία διαφορετικά επάρματα, το έπαρμα Q, το έπαρμα R και το έπαρμα S. Κατά συνέπεια, τόσο το έπαρμα P, όσο και τα επάρματα που αποτελούν το σύμπλεγμα QRS, είναι επάρματα εκπόλωσης. Το έπαρμα T προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την ανάνηψη των κοιλιών από την κατάσταση της εκπόλωσης. Η διεργασία αυτή επιτελείται στο μυοκάρδιο των κοιλιών 0,25 ως 0,35 sec μετά την εκπόλωση, αυτό δε το έπαρμα χαρακτηρίζεται ως έπαρμα επαναπόλωσης. Δηλαδή, το ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελείται τόσο από επάρματα εκπόλωσης, όσο και από επάρματα επαναπόλωσης. Επειδή η διάκριση μεταξύ των κυμάτων εκπόλωσης και επαναπόλωσης θεωρείται πολύ σημαντική στην ηλεκτροκαρδιογραφία, η περαιτέρω διευκρίνιση εδώ κρίνεται απαραίτητη

Το ΗΚΓ γίνεται με ειδικό μηχάνημα που ονομάζεται ηλεκτροκαρδιογράφος. Ο ηλεκτροκαρδιογράφος είναι ένα ευαίσθητο βολτόμετρο που καταγράφει μέσω ηλεκτροδίων τις διαφορές δυναμικού στην επιφάνεια του σώματος που προκύπτουν κατά την λειτουργία της καρδιάς.

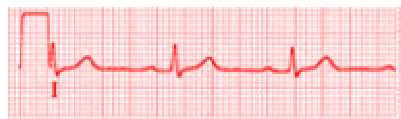
Αποτελείται από μια κεντρική μονάδα και ένα καλώδιο με 10 ηλεκτρόδια τα οποία συνδέονται στο σώμα του εξεταζόμενου. Τα 4 πρώτα συνδέονται από ένα στα χέρια και στα ποδιά και τα υπόλοιπα 6 μπροστά στο θώρακα.⁹

Ηλεκτροκαρδιογραφικό χαρτί

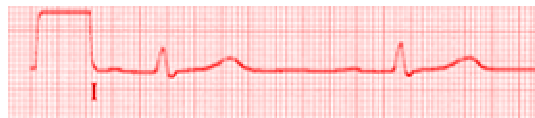
Το ηλεκτροκαρδιογράφημα καταγράφεται από την ακίδα του ηλεκτροκαρδιογράφου πάνω σε ένα μιλιμετρέ χαρτί με ταχύτητα καταγραφής συνήθως 25mm/sec. Μερικές φορές η καταγραφή μπορεί να γίνει με μεγαλύτερες ή μικρότερες ταχύτητες.



Ταχύτητα = 25 mm/sec

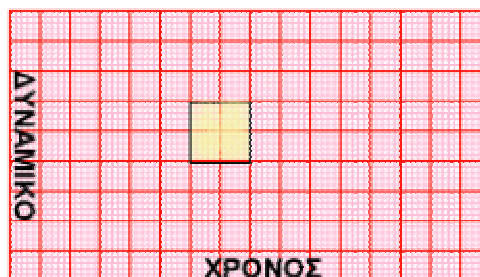


Ταχύτητα = 50 mm/sec
Ευαισθησία 1mV = 10 mm



Ταχύτητα = 100 mm/sec

Οριζόντια το ηλεκτροκαρδιογραφικό χαρτί αντιστοιχεί σε χρόνο, ενώ κάθετα σε δυναμικό.



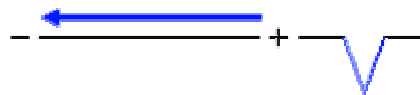
Το ΗΚΓ καταγράφεται σε ειδικό χαρτί. Αποτελείται από 12 απαγωγές. Οι πρώτες 6 ονομάζονται απαγωγές των ακρών (ή κλασικές) διότι καταγράφουν τα ηλεκτρικά δυναμικά που φθάνουν στα άκρα. Συμβολίζονται κατά σειρά με I, II, III, aVR, aVL, aVF. Οι υπόλοιπες 6 καταγράφουν τα ηλεκτρικά δυναμικά από την πρόσθια επιφάνεια του θώρακος και ονομάζονται προκάρδιες απαγωγές. Συμβολίζονται δε ως V1, V2, V3, V4, V5, V6.



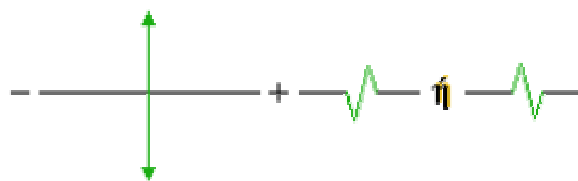
1. Όταν το κύμα εκπόλωσης οδεύει από το αρνητικό προς το θετικό ηλεκτρόδιο του ηλεκτροκαρδιογράφου, η γραφίδα κινείται προς τα πάνω και καταγράφει θετική απόκλιση.



2. Όταν το κύμα της εκπόλωσης οδεύει από το θετικό προς το αρνητικό ηλεκτρόδιο, η κίνηση της γραφίδας είναι προς τα κάτω.



3. Όταν το κύμα εκπόλωσης επεκτείνεται κάθετα προς μια απαγωγή θα καταγραφεί διφασική απόκλιση.



Οι φυσιολογικές ηλεκτρικές τάσεις στο ηλεκτροκαρδιογράφημα

Η ηλεκτρική τάση των κυμάτων στο φυσιολογικό ΗΚΓ εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στην επιφάνεια του σώματος. Όταν το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετείται αμέσως πάνω από την καρδιά, και το δεύτερο ηλεκτρόδιο τοποθετείται σε κάποιο άλλο σημείο του σώματος, η ηλεκτρική τάση του συμπλέγματος QRS μπορεί να φτάνει τα 3 ή 4 mV. Αλλά ακόμη και αυτή η τάση είναι πολύ μικρή, σε σύγκριση με το μονοφασικό δυναμικό ενέργειας των 110 mV,

όπως καταγράφεται, με άμεσο τρόπο, από την κυτταρική μεμβράνη μυϊκής ίνας του μυοκαρδίου. Όταν το ΗΚΓ καταγράφεται με ηλεκτρόδια τοποθετημένα στα δυο άνω άκρα, είτε σε ένα άνω και σε ένα κάτω άκρο, η ηλεκτρική τάση του συμπλέγματος QRS είναι συνήθως 1 mV από την κορυφή του επάρματος R μέχρι το κάτω μέρος του επάρματος S. Εξάλλου η ηλεκτρική τάση του επάρματος P είναι 0,1 ως 0,3 mV και του επάρματος T από 0,2 ως 0,3 mV.

Το διάστημα P-Q ή P-R: Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του επάρματος P και της αρχής του συμπλέγματος QRS είναι ο χρόνος που παρέρχεται από την έναρξη της συστολής των κόλπων, μέχρι την έναρξη της συστολής των κοιλιών. Το χρονικό αυτό διάστημα ονομάζεται διάστημα P-Q. Το φυσιολογικό διάστημα P-Q είναι περίπου 0,16 sec. Αυτό το διάστημα σε μερικές περιπτώσεις ονομάζεται διάστημα P-R γιατί το Q συχνά απουσιάζει.

Το διάστημα Q-T: Η συστολή των κοιλιών πρακτικά διαρκεί από την αρχή του επάρματος Q μέχρι το τέλος του επάρματος T. Το χρονικό αυτό διάστημα ονομάζεται διάστημα Q-T και η φυσιολογική του διάρκεια είναι 0,35 sec.

Η συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας από το ΗΚΓ: Η συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας μπορεί να καθορισθεί εύκολα από το ηλεκτροκαρδιογράφημα, γιατί το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ δυο διαδοχικών καρδιακών παλμών είναι το αντίστροφο της καρδιακής συχνότητας. Εάν το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ δυο διαδοχικών καρδιακών παλμών, όπως καθορίζεται με τις γραμμές βαθμονόμησης, είναι 1 sec, η καρδιακή συχνότητα είναι 60 καρδιακοί παλμοί το λεπτό. Το φυσιολογικό χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ δυο συμπλεγμάτων QRS είναι περίπου 0,83 sec. Αυτό σημαίνει ότι η καρδιακή συχνότητα σ' αυτή την περίπτωση, είναι 72 καρδιακοί παλμοί το λεπτό.

Πως ερμηνεύεται ένα ΗΚΓ

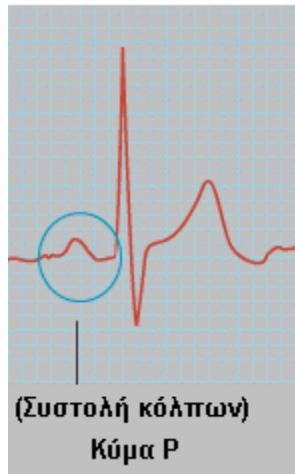
Η διέγερση των κυττάρων της καρδιάς καλείται εκπόλωση και η επαναφορά τους σε κατάσταση ηρεμίας επαναπόλωση.

Το πολωμένο (διεγερμένο) κύτταρο είναι φορτισμένο θετικά στο εξωτερικό του και αρνητικά στο εσωτερικό του.

Το εκπολωμένο κύτταρο είναι φορτισμένο αρνητικά στο εξωτερικό του και θετικά στο εσωτερικό του.

Η πρώτη διέγερση του καρδιακού κύκλου, όπως αναφέρθηκε, παράγεται στον φλεβόκομβο.

Από εκεί διαχέεται στους δύο κόλπους, που παριστάνεται στο ηλεκτροκαρδιογράφημα σαν **κύμα P** και μετά φθάνει στο δεμάτιο του His.

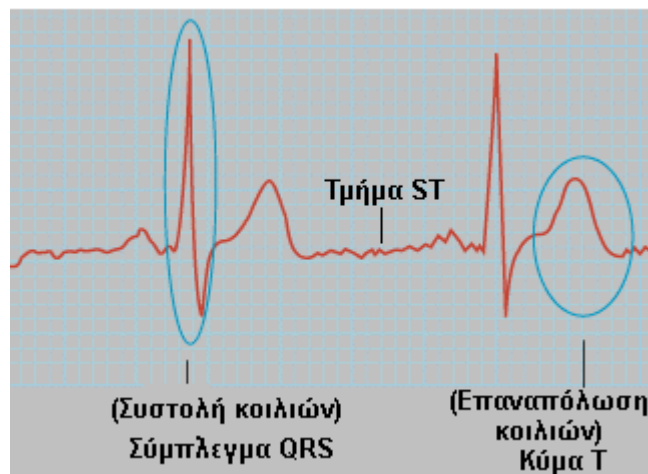


Ακολούθως απλώνεται ταχέως, σε όλη την υπενδοκάρδια στοιβάδα και από εκεί στην υπεπικάρδια στοιβάδα των κοιλιών.

Η πορεία της διέγερσης στις κοιλίες παριστάνεται σαν **σύμπλεγμα QRS**.

Η πορεία της αναπόλωσης στις κοιλίες αντιστοιχεί στο **κύμα T**.

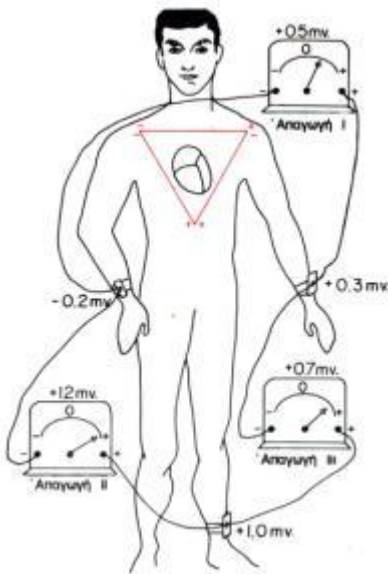
Όταν έχει συμπληρωθεί η διέγερση των κοιλιών, αλλά δεν έχει αρχίσει η αναπόλωσή τους, εγγράφεται ισοηλεκτρική γραμμή, το **τμήμα ST**.



Ηλεκτροκαρδιογραφικές απαγωγές

Οι τρεις διπολικές απαγωγές των άκρων

Με τον όρο «διπολικές» εννοείται ότι το ΗΚΓ καταγράφεται από δύο ειδικά ηλεκτρόδια, τοποθετημένα στο σώμα, και σ' αυτή την περίπτωση στα άκρα. Έτσι, η «απαγωγή» δεν συνίσταται από ένα απλό καλώδιο, με το οποίο συνδέεται το σώμα με το καταγραφικό όργανο, αλλά από δύο καλώδια και από τα ηλεκτρόδιά τους, για να σχηματίζεται ένα πλήρες ηλεκτρικό κύκλωμα με τον ηλεκτροκαρδιογράφο.



Απαγωγή I

Κατά την καταγραφή με την απαγωγή I, το αρνητικό ηλεκτρόδιο του ηλεκτροκαρδιογράφου τοποθετείται στο δεξιό άνω άκρο και το θετικό ηλεκτρόδιο στο αριστερό άνω άκρο. Κατά συνέπεια, όταν το σημείο στον θώρακα όπου το δεξιό άνω άκρο συνδέεται με το σώμα είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το σημείο στο οποίο το αριστερό άνω άκρο συνδέεται με τον θώρακα, ο ηλεκτροκαρδιογράφος καταγράφει θετικό έπαρμα - δηλαδή έπαρμα πάνω από την ισοηλεκτρική γραμμή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Εξάλλου, όταν η πολικότητα μεταβάλλεται, το καταγραφόμενο έπαρμα είναι αρνητικό, δηλαδή κάτω από την ισοηλεκτρική γραμμή.

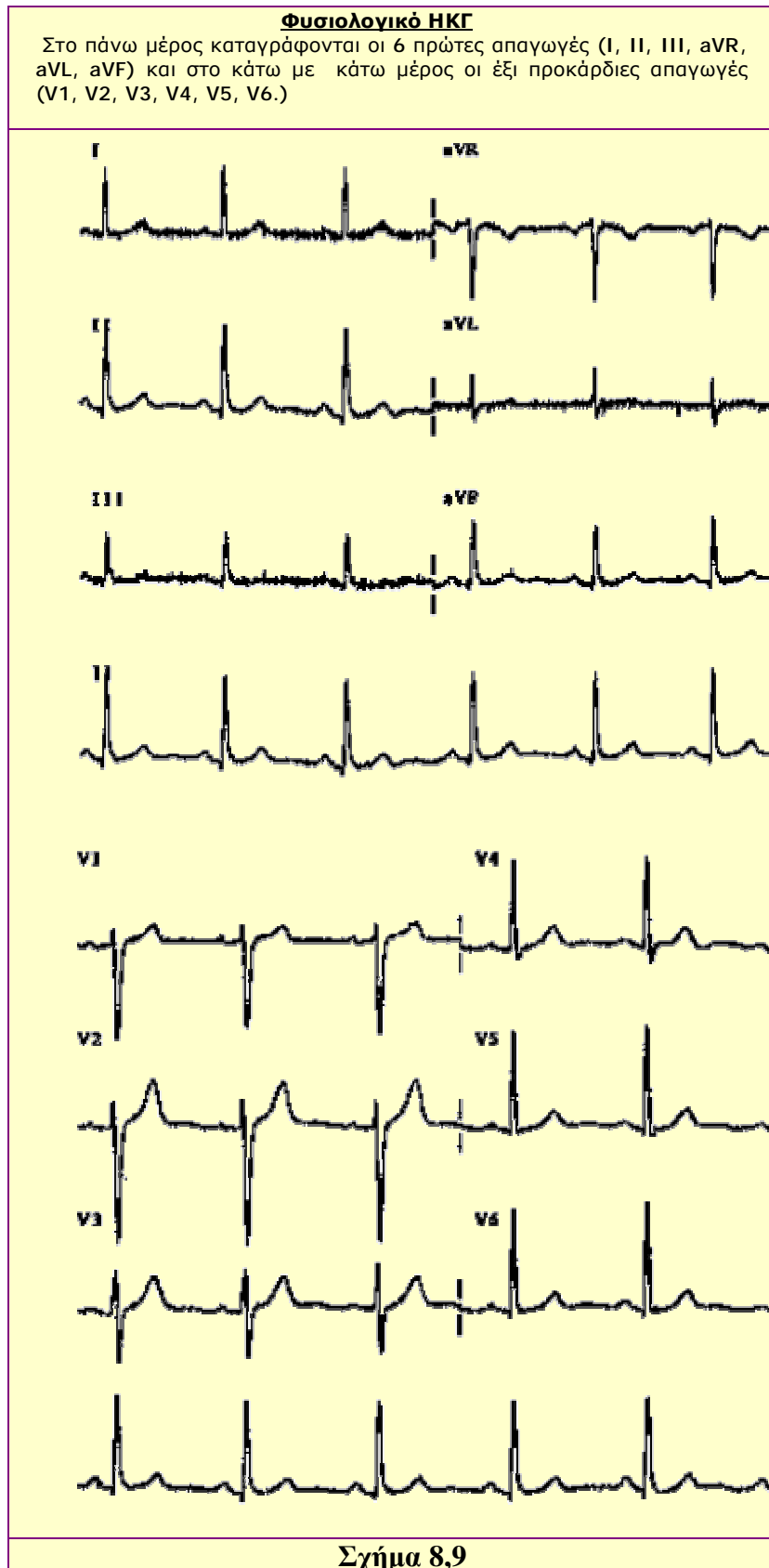
Απαγωγή II

Κατά την καταγραφή με την απαγωγή II, το αρνητικό ηλεκτρόδιο του ηλεκτροκαρδιογράφου τοποθετείται στο δεξιό άνω άκρο και το θετικό ηλεκτρόδιο στο αριστερό κάτω άκρο. Κατά συνέπεια, όταν το δεξιό άνω άκρο είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο, ο ηλεκτροκαρδιογράφος καταγράφει θετικό έπαρμα.

Απαγωγή III

Κατά την καταγραφή με την απαγωγή III, το αρνητικό ηλεκτρόδιο του ηλεκτροκαρδιογράφου τοποθετείται στο αριστερό άνω άκρο, και το θετικό ηλεκτρόδιο στο αριστερό κάτω άκρο. Αυτό σημαίνει ότι ο ηλεκτροκαρδιογράφος καταγράφει θετικό έπαρμα όταν το αριστερό άνω άκρο είναι ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο. Με προσεκτικές μετρήσεις, για οποιαδήποτε

στιγμή, το άθροισμα των δυναμικών στις απαγωγές I και III είναι ίσο με το δυναμικό στην απαγωγή II, σύμφωνα με το νόμο του Einthoven.



Επειδή τα ΗΚΓ που λαμβάνονται με όλες τις διπολικές απαγωγές είναι όμοια μεταξύ τους, δεν έχει μεγάλη σημασία ποια απαγωγή χρησιμοποιείται, όταν επιδιώκεται η διάγνωση των διάφορων αρρυθμιών της καρδιάς, γιατί η διάγνωση των αρρυθμιών εξαρτάται, κατά κύριο λόγο, από τις χρονικές αλληλοσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων κυμάτων του καρδιακού παλμού. Από την άλλη μεριά, όταν απαιτείται η διάγνωση βλάβης στο μυοκάρδιο των κοιλιών ή των κόλπων, είτε στο σύστημα αγωγής των διεγέρσεων, ενδιαφέρει πάρα πολύ η απαγωγή που χρησιμοποιείται, γιατί οι ανωμαλίες που εμφανίζονται στο μυοκάρδιο μεταβάλλουν τη μορφή του ΗΚΓ κατά τρόπο σημαντικό σε ορισμένες απαγωγές, χωρίς να επηρεάζονται άλλες απαγωγές.

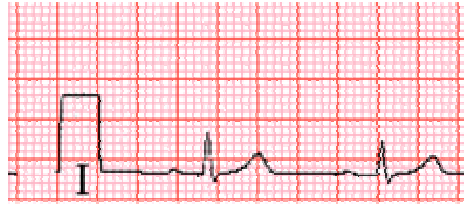
Ένα άλλο σύστημα απαγωγών σε ευρεία χρήση είναι η «ενισχυμένη μονοπολική απαγωγή άκρου». Στην απαγωγή αυτού του τύπου, δύο άκρα συνδέονται, με την παρεμβολή ηλεκτρικών αντιστάσεων, με τον αρνητικό πόλο του ηλεκτροκαρδιογράφου, ενώ το τρίτο άκρο συνδέεται με τον θετικό πόλο. Όταν το θετικό ηλεκτρόδιο συνδέεται με δεξιό άνω άκρο, η απαγωγή ονομάζεται aVR, όταν συνδέεται με το αριστερό άνω άκρο, ονομάζεται απαγωγή aVL και όταν συνδέεται με το αριστερό κάτω άκρο, ονομάζεται απαγωγή aVF.

Τα φυσιολογικά ΗΚΓ που λαμβάνονται με τις ενισχυμένες μονοπολικές απαγωγές των άκρων είναι όμοια με εκείνα των κλασσικών διπολικών απαγωγών των άκρων, εκτός από την απαγωγή aVR, στην οποία το ΗΚΓ είναι ανεστραμμένο.

Προκάρδιες (θωρακικές) απαγωγές

Το ΗΚΓ λαμβάνεται με το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετημένο στην πρόσθια επιφάνεια του θώρακα, σε έξι ξεχωριστά σημεία. Αυτό το ηλεκτρόδιο συνδέεται με τον θετικό πόλο του ΗΚΓ, ενώ το αρνητικό ηλεκτρόδιο, που ονομάζεται αδιάφορο ηλεκτρόδιο, συνδέεται συνήθως, με την παρεμβολή ηλεκτρικών αντιστάσεων, με το δεξιό και αριστερό άνω άκρο, καθώς και με το αριστερό κάτω άκρο, όπως απεικονίζεται στο σχήμα. Συνήθως λαμβάνονται έξι διαφορετικές πρότυπες απαγωγές από το πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα, με τη διαδοχική τοποθέτηση του θωρακικού ηλεκτροδίου στα έξι σημεία που σημειώνονται στο διάγραμμα. Τα ΗΚΓ που λαμβάνονται με τη μέθοδο που απεικονίζεται στο σχήμα 8, φέρονται ως απαγωγές V1, V2, V3, V4, V5 και V6.

Στο σχήμα 9 απεικονίζονται τα ΗΚΓ φυσιολογικής καρδιάς, όπως καταγράφονται από τις έξι προκάρδιες απαγωγές. Επειδή οι διάφορες επιφάνειες της καρδιάς είναι πολύ κοντά στο θωρακικό τοίχωμα, με την κάθε μια προκάρδια απαγωγή καταγράφεται, κατά κύριο λόγο, το ηλεκτρικό δυναμικό του μυοκαρδίου, που βρίσκεται αμέσως κάτω από το ηλεκτρόδιο. Για αυτό το λόγο, σχετικά μικρές ανωμαλίες στις κοιλίες, και ιδιαίτερα στο πρόσθιο κοιλιακό τοίχωμα, συχνά προκαλούν εκσεσημασμένες αλλοιώσεις στα ΗΚΓ που λαμβάνονται με τις προκάρδιες απαγωγές.



1 mV = 10mm

Ταχύτητα Καταγραφής = 25 mm/sec

Στις απαγωγές V1 και V2, το σύμπλεγμα QRS της φυσιολογικής καρδιάς είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος του αρνητικό, γιατί στις απαγωγές αυτές το προκάρδιο ηλεκτρόδιο είναι πλησιέστερα στη βάση παρά στην κορυφή της καρδιάς, προς την οποία βάση είναι η κατεύθυνση της ηλεκτραρνητικότητας κατά τη διάρκεια του μεγαλύτερου μέρους της διεργασίας της εκπόλωσης των κοιλιών. Αντίθετα, το σύμπλεγμα QRS στις απαγωγές V4, V5 και V6 είναι, κατά το μεγαλύτερο μέρος του θετικό, γιατί το θωρακικό ηλεκτρόδιο σ' αυτές τις απαγωγές είναι πλησιέστερα προς την κορυφή της καρδιάς, προς την κατεύθυνση της οποίας παρατηρείται ηλεκτροθετικότητα κατά το μεγαλύτερο μέρος της διάρκειας της διεργασίας εκπόλωσης των κοιλιών. **10.**

Ρύθμιση Ηλεκτροκαρδιογράφου

Πριν από κάθε καταγραφή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος πρέπει να γίνεται ρύθμιση της ευαισθησίας του ηλεκτροκαρδιογράφου.

Με την βοήθεια ενός κουμπιού που βρίσκεται ενσωματωμένο στον ηλεκτροκαρδιογράφο απελευθερώνεται ηλεκτρικό ρεύμα 1mV που στις συνήθεις καταγραφές πρέπει να παράγει θετική απόκλιση της ακίδας ίση με 10mm (2 μεγάλα τετράγωνα).

Σπανιότερα χρησιμοποιείται μεγαλύτερη ή μικρότερη ευαισθησία.

Ποια η χρησιμότητα του ΗΚΓ

Κύρια χρησιμοποιείται στη:

- Διάγνωση αρρυθμιών
- Διάγνωση ισχαιμίας και εμφράγματος καρδιάς
- Διάγνωση υπερτροφίας των κοιλοτήτων της καρδιάς
- Διάγνωση μεταβολικών διαταραχών

ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑ



ΟΡΙΣΜΟΣ

Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (Η.Ε.Γ.) είναι η καταγραφή, μέτρηση και η μελέτη της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου. Η κλασική καταγραφή γίνεται σε ειδικό χαρτί, το οποίο κινείται κάτω από ειδικές γραφίδες. Αυτές, είναι συνδεδεμένες σε γαλβανόμετρα τα οποία "διαβάζουν" τα ηλεκτρικά σήματα από τα ηλεκτρόδια που βρίσκονται στο τριχωτό μέρος της κεφαλής. Αυτά τα ηλεκτρόδια δε στέλνουν ηλεκτρισμό στον άνθρωπο. Απλώς λαμβάνουν (απάγουν) ηλεκτρικά σήματα, τα οποία κατά τρόπο τελείως φυσικό παράγονται από τον εγκέφαλο. Ο αριθμός των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται ποικίλει από τρεις που χρησιμοποιούνται στα περισσότερα προγράμματα νευροανάδρασης, έως 256 σε ορισμένα ερευνητικά εργαστήρια. Σήμερα, οι καταγραφές αυτές γίνονται, κυρίως, μέσω υπολογιστών.. Η λειτουργία του ηλεκτροεγκεφαλογράφου (ΗΕΓ) στηρίζεται στην καταγραφή των διαφορών δυναμικού, οι οποίες παρουσιάζονται πάνω στην εξωτερική δερματική επιφάνεια του ανθρώπινου κρανίου, ως αποτέλεσμα της λειτουργίας του εγκεφάλου. Τα μετρούμενα ηλεκτρικά σήματα είναι ασθενή, από περίπου $1\mu V$ ως $100\mu V$. Εξαρχής λοιπόν υπάρχει η απαίτηση της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ενίσχυσης των υπό εξέταση σημάτων, και μόνο αυτών, καθώς και της πυκνότερης κάλυψης του κεφαλιού με απαγωγά ηλεκτρόδια. Κατ' αυτόν τον τρόπο αναμένεται ότι θα έχουμε μια ουσιαστική απεικόνιση - αντανάκλαση της εγκεφαλικής δραστηριότητας που θέλουμε να μελετήσουμε.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Ο Δρ Hans Berger, ένας αυστριακός ψυχίατρος, ήταν ο πρώτος που κατέγραψε το ανθρώπινο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. Μετά το 1897, και αφ' ότου ολοκλήρωσε το διδακτορικό του στο πανεπιστήμιο της Ιένας, ο Berger, ενημερώθηκε για την εργασία του Richard Caton. Μέχρι το 1910, διεξήγαγε διάφορα πειράματα με ζώα, τα οποία όμως ήταν αναποτελεσματικά. Μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο αποφάσισε να αναζητήσει το ΗΕΓ στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Στις αρχές της δεκαετίας του '20, ο Berger πέτυχε τα πρώτα αποτελέσματά του σε υποκείμενα που είχαν κρανία με διάκενο κάτω από το δέρμα εξαιτίας της έλλειψης κάποιου οστού. Έκανε τις καταγραφές σε κινούμενο φωτογραφικό χαρτί με ένα κυματιστό σημείο φωτός (wavy spot of light). Κατ' αυτόν τον τρόπο ο Berger εντόπισε τα συμμετρικά κύματα με, περίπου, 10 κύκλους ανά δευτερόλεπτον, τα οποία και ονόμασε άλφα, από το πρώτο γράμμα του ελληνικού αλφαβήτου, επειδή ήταν η πρώτη μορφή κύματος που απομόνωσε στο ανθρώπινο ΗΕΓ.



Δρ. Hans Berger

Το 1929, ο Berger δημοσίευσε ένα έγγραφο, το οποίο βασίστηκε στην έρευνα που είχε επιτελέσει πέντε έτη νωρίτερα, χρησιμοποιώντας ως υποκείμενο τον υιόν του Klaus. Προέβη σε 73 καταγραφές, οι οποίες απετέλεσαν τα πρώτα ανθρώπινα δημοσιευμένα ΗΕΓ. Ο Berger αντελήφθη ότι οι καλύτερες καταγραφές είχαν γίνει με ένα ηλεκτρόδιο στην ινιακή χώρα (το χαμηλότερο οπίσθιο τμήμα του κρανίου) και ένα άλλο στο μέτωπο (το οποίο λειτουργεί ως σημείον αναφοράς). Επί πέντε έτη, ο προσεκτικός Berger πραγματοποιούσε πολλές καταγραφές στον εαυτό του, καθώς και σε πολλά άλλα υποκείμενα. Θέλοντας να εξαλείψει την πιθανότητα δημιουργίας αρμονικών, λόγω της κυκλοφορίας του αίματος, πραγματοποίησε πολλές καταγραφές, διεξάγοντας ταυτόχρονα ηλεκτροκαρδιογραφήματα και μετρώντας την πίεση του αίματος στο κεφάλι. Επίσης, για να εξαλείψει την πιθανότητα δημιουργίας των κυμάτων στο δέρμα, πραγματοποίησε ορισμένα πειράματα όπου εισήγαγε ακριβώς κάτω από το δέρμα, ηλεκτρόδια με ειδική μόνωση.¹¹

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΟΥ

Το πρώτο στάδιο στην εξαγωγή των σημάτων του ΗΕΓ αποτελούν τα ηλεκτρόδια, οι αισθητήρες του συστήματος, οι οποίοι μετατρέπουν το ρεύμα ιόντων μέσα στο ανθρώπινο σώμα σε ρεύμα ηλεκτρονίων μέσα στα καλώδια, τα οποία μετά οδηγούν αυτό το ρεύμα σε επόμενα στάδια επεξεργασίας. Η επαφή τους με το δέρμα γίνεται μέσω μιας κολλώδους ουσίας ή μέσω ενός μικρού δακτυλιδιού, που από τη μια μεριά προσκολλάται στο δέρμα και από την άλλη στο κυρίως ηλεκτρόδιο

Στα σημεία στα οποία θα τοποθετηθούν τα ηλεκτρόδια, το δέρμα πρέπει να καθαριστεί καλά με οινόπνευμα για να επιτύχουμε χαμηλή αντίσταση επαφής, κάτω των 5kΩ. Το ηλεκτρόδιο λοιπόν έρχεται σε απ' ευθείας επαφή με τον υποκείμενο ηλεκτρολύτη που χρησιμοποιείται. Έτσι είναι δυνατή η κίνηση ιόντων μέσω του «συνόρου» ηλεκτροδίου - ηλεκτρολύτη μέχρι να επέλθει ισορροπία. Η ισορροπία αυτή είναι συνάρτηση της ιοντικής συγκέντρωσης που υπάρχει στις δύο πλευρές του συνόρου. Δημιουργούνται τελικά δύο φορτισμένα στρώματα στις δύο πλευρές του συνόρου, ένα στη μεταλλική επιφάνεια και ένα πάνω στις υγρές ουσίες γύρω από το ηλεκτρόδιο, εμφανίζοντας έτσι μια διαφορά δυναμικού η οποία εμποδίζει τη συνέχιση της κίνησης των ιόντων, αλλά είναι ταυτοχρόνως ευαίσθητη στις μεταβολές των συγκεντρώσεων των ιόντων. Όταν μέσα στον εγκέφαλο υπάρξει σήμα, δηλ. ροή ιόντων, αυτό θα προκαλέσει μεταβολή της ιοντικής συγκέντρωσης και αυτόματα μεταβολή της διαφοράς δυναμικού των στρωμάτων, άρα και ροή ηλεκτρονίων από την πλευρά του αγωγίμου ηλεκτροδίου. Είναι επιθυμητό η τάση στο «σύννορο» να επηρεάζεται μόνο από ιοντικά ρεύματα του ανθρώπινου κεφαλιού και όχι από θερμοκρασιακές μεταβολές ή μηχανικές μετακινήσεις των ηλεκτροδίων. Αυτό επιτυγχάνεται όταν προσδίδουμε μεγαλύτερη ευχέρεια κινήσεων στα ιόντα της συνοριακής περιοχής. Την απαίτηση αυτή ικανοποιούν ηλεκτρόδια αποτελούμενα από το συνδυασμό ενός μετάλλου με το αντίστοιχο άλας του. Ένα από τα συνηθέστερα ηλεκτρόδια είναι αυτό που κατασκευάζεται από άργυρο (Ag) και χλωριούχο άργυρο (AgCl) και χρησιμοποιείται με ηλεκτρολύτη που περιέχει κυρίως ανιόντα χλωρίου (Cl⁻).

Η ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑ

Για την επιλογή των θέσεων του κάθε ηλεκτροδίου πάνω στο κεφάλι έχουν δημιουργηθεί διάφορα πρότυπα, το δημοφιλέστερο εκ των οποίων είναι το Διεθνές Σύστημα 10-20. Η ονομασία του συστήματος οφείλεται στην επιλογή του 20% της αποστάσεως μεταξύ των δύο αυτιών ως την απόσταση ανάμεσα σε δύο οποιαδήποτε ηλεκτρόδια και επίσης στην επιλογή του 10% της αποστάσεως μεταξύ των δύο αυτιών ως την απόσταση από το αυτί στο κοντινότερο προς αυτό ηλεκτρόδιό του. Κατ' αυτόν τον τρόπο οι θέσεις των ηλεκτροδίων προσαρμόζονται ανάλογα με τις διαστάσεις του κρανίου του εξεταζόμενου. **12.**



ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ

Το κάθε σήμα το οποίο ενισχύεται στον ΗΕΓ είναι η διαφορά μεταξύ των δυναμικών που ανά πάσα στιγμή παρουσιάζουν δύο ηλεκτρόδια μεταξύ τους. Ηλεκτρόδια τα οποία βρίσκονται «πάνω» από εγκεφαλικές περιοχές, οι οποίες ενδεχομένως θα παρουσιάσουν δραστηριότητα, λέγεται ότι αντιστοιχούν σε ενεργά σημεία. Αντίθετα, ηλεκτρόδια τοποθετημένα πάνω από περιοχές που θεωρείται ότι δεν έχουν σχέση με εγκεφαλική λειτουργία, λέγεται ότι αντιστοιχούν σε ανενεργά σημεία. Τέτοια σημεία είναι το αυτί, ή τα ενωμένα με αγωγίμο δρόμο δύο αυτιά, σημεία του λαιμού κ.ά. Όταν το μετρούμενο σήμα προκύπτει ως διαφορά δυναμικού δύο ηλεκτροδίων ενεργών περιοχών, τότε, σύμφωνα με την ορολογία του ΗΕΓ, έχουμε «διπολική» μέτρηση. Διπολικές μετρήσεις για 15 ως 30 ηλεκτρόδια είναι η κοινή μεθοδολογία σε κλινικές νευρολογικές εξετάσεις ΗΕΓ. Αυτή η μέθοδος προσφέρει το πλεονέκτημα ότι απορρίπτει τυχόν παράσιτα τα οποία είναι κοινά στα δύο ηλεκτρόδια. Στην περίπτωση της ψυχοφυσιολογικής έρευνας όμως, συνήθως το μετρούμενο σήμα προκύπτει ως διαφορά δυναμικού ενός ηλεκτροδίου ενεργής περιοχής και ενός ηλεκτροδίου ανενεργής περιοχής, οπότε έχουμε «μονοπολική» μέτρηση. Το ηλεκτρόδιο ανενεργής περιοχής είναι κοινό για όλες τις μετρήσεις και αποτελεί το σημείο αναφοράς, το οποίο κανονικά δεν θα πρέπει να επηρεάζεται από εγκεφαλικά ρεύματα. Επιζητούμε κατ' αυτόν τον τρόπο να έχουμε μια ολοκληρωμένη και ταυτόχρονη, από όλα τα ηλεκτρόδια ενεργών περιοχών, πληροφόρηση σχετικά με κάθε εγκεφαλικό ρεύμα ιόντων το οποίο φτάνει στην εξωτερική δερματική επιφάνεια του κεφαλιού.

Οι διαφορές δυναμικού που επιλέγουμε εντέλει να μετρήσουμε, οδηγούνται στο τμήμα της ενισχυτικής διάταξης του ΗΕΓ, η οποία περιέχει και διατάξεις φιλτραρίσματος. Εκεί κάθε ανιχνευόμενο σήμα ενισχύεται ώστε να μπορεί να

μετρηθεί με ευχέρεια. Συντελεστές ενίσχυσης της τάξης του 10^5 είναι συνηθισμένοι. Η πρώτη βαθμίδα ενίσχυσης, οι προενισχυτές, πρέπει να αποτελείται από ενισχυτές χαμηλού θορύβου. Συγκεκριμένα, αν σκοπεύουμε να μετρήσουμε σήματα της τάξης του $1\mu\text{V}$ πρέπει η προενισχυτική διάταξη να έχει επίπεδο εσωτερικού θορύβου τουλάχιστον μια τάξη μεγέθους μικρότερη, άρα της τάξης των εκατοντάδων nV . Επιπλέον, χρησιμοποιούνται κυκλώματα με συνδυασμούς διαφορικών ενισχυτών, ώστε ο λόγος απόρριψης κοινού σήματος (common mode rejection ratio - CMRR) να είναι στο επίπεδο των 120 db. Κατόπιν τα αναλογικά σήματα είτε οδηγούνται σε καταγραφική συσκευή και αποτυπώνονται σε χαρτί, σε συμβατικά συστήματα ΗΕΓ, είτε, όπως συνηθίζεται στα πιο εξελιγμένα συστήματα, μέσω συσκευής πολυπλεξίας οδηγούνται στον μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό σήμα (A/D), όπου ως ψηφιακά πλέον σήματα καταμετρώνται σε ηλεκτρονικό βολτόμετρο. Στη συνέχεια, ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής λαμβάνει τα ψηφιακά δεδομένα των μετρήσεων, οπότε υπάρχει η δυνατότητα για ψηφιακή επεξεργασία και απεικόνιση του σήματος, είτε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (εντός γραμμής - on line), είτε σε υστερότερο χρόνο εφόσον αποθηκευτεί το σήμα στο δίσκο του υπολογιστή (εκτός γραμμής - off line).

Σε σύγχρονα συστήματα πολλές φορές οι λειτουργίες της πολύπλεξης, αναλογικοψηφιακής μετατροπής και μέτρησης εκτελούνται από ειδικές κάρτες ανάκτησης σήματος (Data Acquisition) εγκατεστημένες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, σε συνδυασμό με το αντίστοιχο λογισμικό ελέγχου της κάρτας και ψηφιακής επεξεργασίας του σήματος. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μπορεί να ελέγχει και μια συσκευή χορήγησης ερεθισμών. Στην περίπτωση αυτή μπορούν να υλοποιηθούν ολοκληρωμένες κλινικές και εργαστηριακές μετρήσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν ελεγχόμενες δοκιμασίες προς τον εξεταζόμενο με χορήγηση συγκεκριμένων ήχων, λέξεων, αριθμών, εικόνων κ.λπ. Είναι τότε δυνατός ο συγχρονισμός της χορήγησης των ερεθισμών με την καταγραφή των δυναμικών που προκύπτουν ως αποτέλεσμα του ερεθισμού

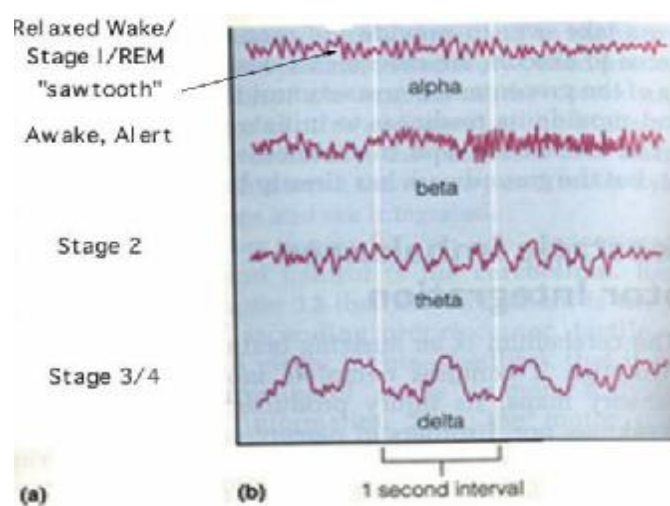
Τελειώνοντας θα πρέπει να τονίσουμε ότι για τη σωστή λειτουργία κάθε συσκευής μέτρησης βιοσημάτων, αλλά ακόμη περισσότερο για την περίπτωση του ΗΕΓ όπου τα μετρούμενα σήματα είναι της τάξεως των μV , η γείωση όλων των τμημάτων του συστήματος θα πρέπει να είναι κοινή για να μην δημιουργούνται βρόχοι μεταξύ διαφορετικών γειώσεων που εισάγουν σφάλματα. **13.**

Ρυθμός	Περιοχή Συχνοτήτων	Πλάτος (σε μV)
Δέλτα	0,5-3,5	Εως 100-200
Θήτα	4-7,5	< 30
Άλφα	8-12	30-50
Αργός Βήτα	13-19	< 20
Ταχύς Βήτα	20-30	< 20

Οι κυριότεροι ρυθμοί

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η μελέτη του ΗΕΓ βασίζεται στη διάκριση, στις καταγραφές δυναμικού ως συνάρτηση του χρόνου, της ύπαρξης ή μη συγκεκριμένων κυματομορφών, των λεγόμενων ρυθμών, κύριο χαρακτηριστικό των οποίων είναι οι συχνότητες των αρμονικών από τις οποίες αποτελούνται, δηλαδή το φασματικό τους περιεχόμενο. Η κατηγοριοποίηση με βάση τη συχνότητα είναι φυσικά προσεγγιστική. Δεν πρέπει να λησμονούμε ότι ο μεγαλύτερος όγκος της έρευνας στο ΗΕΓ είχε επιτελεστεί όταν δεν ήταν διαδεδομένη η χρήση ψηφιακών υπολογιστών και οι παρατηρήσεις βασίζονταν στις καταγραφές των δυναμικών πάνω στο βαθμονομημένο καταγραφικό χαρτί. Καθώς η τεχνολογία επιτρέπει ακριβέστερη διερεύνηση των σημάτων, οι κατηγορίες καθορίζονται σαφέστερα. Οι κυριότεροι ρυθμοί είναι οι άλφα, βήτα, θήτα και δέλτα.

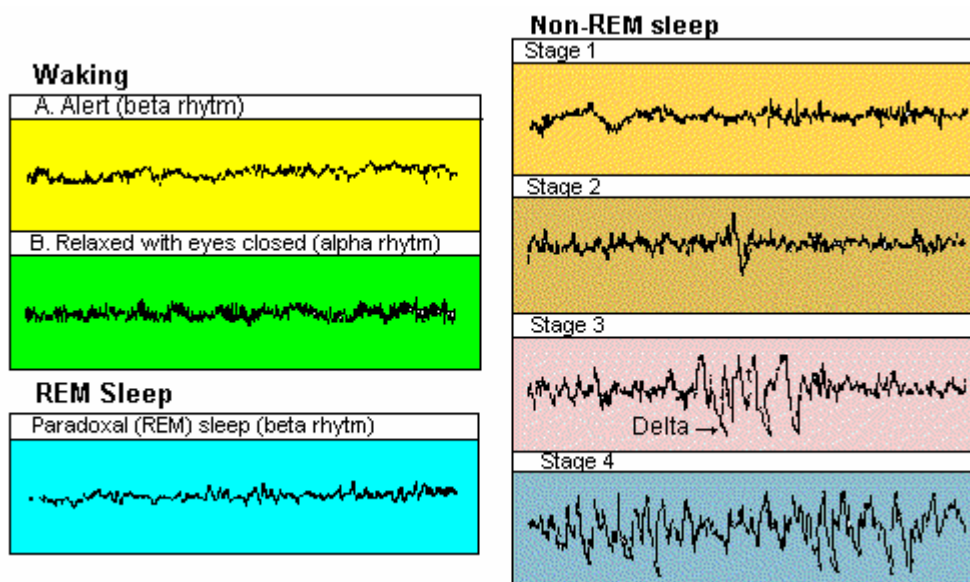


Η εμφάνιση των ρυθμών έχει συνδυαστεί με διάφορα επίπεδα εγρήγορσης, χαλάρωσης, ύπνου κλπ. Για παράδειγμα, ο α ρυθμός εμφανίζεται σε περίπου 75% των ενηλίκων. Το κλείσιμο (αντίστοιχα άνοιγμα) των ματιών προκαλεί αύξηση

(αντίστοιχα μείωση) του α ρυθμού. Αντίθετα, μείωση της δραστηριότητας α έχει συσχετισθεί με αισθητηριακό ερεθισμό ή πνευματική δραστηριότητα. Ο ρυθμός αυτός πήρε το όνομα α γιατί ήταν ο πρώτος ο οποίος μελετήθηκε, ήδη από τον Berger. Ο β ρυθμός, ο δεύτερος ο οποίος μελετήθηκε, είναι ο κυρίαρχος ρυθμός που εμφανίζεται κατά τη φάση πλήρους εγρήγορσης ενός φυσιολογικού ατόμου. Ο ρυθμός δέλτα συσχετίζεται με τον ύπνο στον φυσιολογικό άνθρωπο και είναι επίσης κύριος ρυθμός στα νεογέννητα έως το δεύτερο έτος της ηλικίας. Ο ρυθμός θήτα φαίνεται να συνδέεται με μηχανισμούς καταστολής, είτε στην είσοδο σε φάση χαλάρωσης, είτε σε συνδυασμό με τον β ρυθμό σε φάσεις αυξημένης προσοχής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση του ΗΕΓ στη Νευρολογία είναι ευρύτατη, καθώς αποτελεί μια μέθοδο φθηνή, ανώδυνη και απλή στην εφαρμογή της. Από τη μελέτη του ΗΕΓ μπορούν να εξαχθούν εξαιρετικά χρήσιμα συμπεράσματα για τη σωστή εξέλιξη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος ενός ανθρώπου από τη γέννησή του έως την ενηλικίωση. Επίσης, το ΗΕΓ μπορεί να δώσει χρήσιμα στοιχεία στην περίπτωση εγκεφαλοπαθειών (π.χ. νόσο Jacobs - Kreutzfeldt, Alzheimer), τόσο για τη βαρύτητα της νόσου, όσο και για την υποβοήθηση της διάγνωσης και της πρόγνωσης. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η μελέτη του ΗΕΓ στην περίπτωση της επιληψίας, όπου εμφανίζονται «αιχμές» και «βραχεία κύματα» (spikes and short waves - SSW) υψηλής συχνότητας, με διάρκεια από 20-70msec και 70-200msec αντιστοίχως. Η εντόπιση αυτών των ανωμαλιών στο καταγραφόμενο σήμα διευκολύνεται σήμερα πολύ με τη χρήση ψηφιακών τεχνικών επεξεργασίας. Το ΗΕΓ μελετάται ακόμη στις περιπτώσεις κρανιοεγκεφαλικών κακώσεων, κώματος κ.ά. Τέλος, το ΗΕΓ αποτελεί το κύριο μέσο στη μελέτη του ύπνου.¹⁴



ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ DOPPLER



ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Το διακρανιακό υπερηχογράφημα (transcranial Doppler και εν συντομία TCD), είναι μία συσκευή υπερήχων, που για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε από τον Aaslid και τους συναδέλφους του το 1982, για να μετρήσουν αναίμακτα την ταχύτητα της αιματικής ροής στις μεγάλες αρτηρίες του κύκλου του Willis, σε ανέπαφο κρανίο.

Η συσκευή αυτή παράγει ένα φάσμα (κώνο) υπερήχων, που μεταφέρεται στο αγγείο μέσω του διαμεταφορέα (transducer), που τοποθετείται πάνω στο δέρμα της περιοχής ενδιαφέροντος. Ο χειριστής μπορεί να μεταβάλλει τη διάρκεια, το μήκος και το εύρος αυτού του φάσματος και να στοχεύσει με αυτό ένα αγγείο. Όταν το φάσμα των υπερήχων (ultrasound beam) φθάσει στα κινούμενα ερυθρά αιμοσφαίρια ενός αγγείου, ένα τμήμα του σήματος (του φάσματος) αυτού διαχέεται ή και αντανακλάται. Το σήμα που διαχέεται εξαρτάται από την ταχύτητα και τη θέση των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο αγγείο και καταλήγει σε μια μεταβολή στη συχνότητα του φάσματος (Φιγούρα 1).

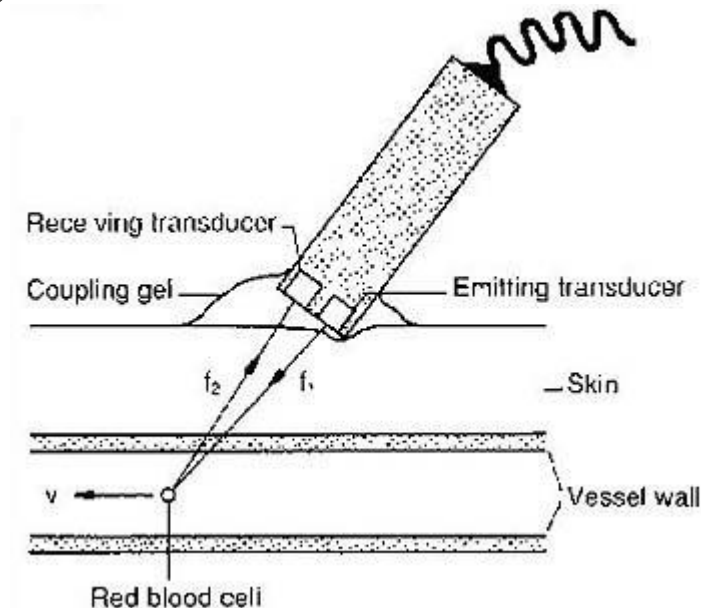
Αυτό το φαινόμενο, που περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Christian Andreas Doppler, αναφέρεται ως διαφορά συχνότητας (Doppler shift). Αυτή η

διαφορά συχνότητας επιτρέπει την εκτίμηση της αιμοδυναμικής κατάστασης με την ακρόαση του επιστρεφόμενου ακουστικού σήματος.

Με τη χρήση παλμικού κύματος συχνότητας 2 MHz οι υπέρηχοι διαπερνούν το κρανίο και η διαφορά συχνότητας (frequency shift) των υπερήχων που επιστρέφουν μετريέται με την εξής ισότητα:

$$fD = 2 f_0 v \cos\theta / (c - \cos\theta)$$

όπου fD είναι η διαφορά συχνότητας υπερήχων, f_0 είναι η συχνότητα που εκπέμπεται, v είναι η ταχύτητα διαχύσεως, και θ είναι η γωνία προσπτώσεως των υπερήχων. Η μέση ταχύτητα του ήχου στους μαλακούς ιστούς είναι 1540 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, με μηδενική γωνία προσπτώσεως των υπερήχων για όλες τις αρτηρίες ($\cos 0^\circ = 1$).



Εικόνα 1.

Το διακρανιακό υπερηχογράφημα μπορεί να εντοπίσει το βάθος και την κατεύθυνση της αιματικής ροής, σε σχέση με την πηγή παραγωγής (transducer) και την κατεύθυνση των υπερήχων. Το βάθος διερεύνησης καθορίζεται μηχανικά με τη μεταβολή της συχνότητας παραγωγής επαναλαμβανόμενων παλμικών κυμάτων της συσκευής (pulse repetition frequency).

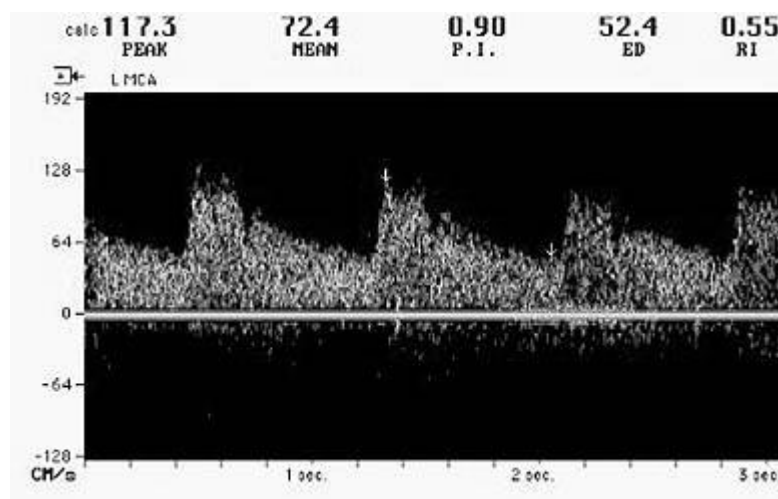
Μετά την εκπομπή των υπερήχων, η συσκευή (το TCD) περιμένει τους υπερήχους να επιστρέψουν από το βάθος που έχει προεπιλεγεί. Ο υπολογισμός του χρόνου επιστροφής (το round-trip των υπερήχων) γίνεται με τη χρήση της μέσης ταχύτητας του ήχου στους μαλακούς ιστούς. Αυτός ο κύκλος επαναλαμβάνεται πολλές φορές ανά δευτερόλεπτο και επιτρέπει την ανάλυση σε

πραγματικό χρόνο, με τη χρησιμοποίηση της μεθόδου Fast Fourier Transform (FFT).

Το 1979, οι γιατροί William Stern και Robert Barnes για πρώτη φορά χρησιμοποίησαν τη μέθοδο αυτή (FFT), για να αναλύσουν τη μεταβολή στη συχνότητα του επιστρεφόμενου ακουστικού σήματος. Με τη μέθοδο αυτή το σήμα είναι οπτικό, έχει κυματοειδή μορφή και προσφέρει επιπλέον πληροφορίες, όπως κατεύθυνση της ροής, φυσιολογική ή ανώμαλη ροή (turbulent flow) και ταχύτητα της ροής (ανάλυση φάσματος ή spectral analysis). Καθεμιά κουκκίδα του φάσματος αυτού αναπαριστά ένα ερυθρό αιμοσφαίριο και αυτή η κυματομορφή είναι ουσιαστικά ένας χάρτης της ταχύτητας των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αγγείου (Φιγούρα 2).

Η κυματομορφή αυτή επίσης αντιπροσωπεύει την ταχύτητα της αιματικής ροής σε κάθε φάση του καρδιακού κύκλου. Καθεμιά αύξηση και ομαλοποίηση του κύματος μέχρι την επόμενη αύξηση, αναπαριστά ένα καρδιακό κύκλο. Η αύξηση (peak) αντιπροσωπεύει τη συστολική φάση του καρδιακού κύκλου και η χαμηλότερη ομαλοποίηση του σήματος τη διαστολική φάση.

Η κατεύθυνση της ροής εξαρτάται από τη γωνία προσπτώσεως των υπερήχων στην αρτηρία. Όταν η αιματική ροή έχει κατεύθυνση προς την πηγή των υπερήχων (ή τον transducer) και η γωνία προσπτώσεως είναι μικρότερη από 90° , αυξάνει η συχνότητα του επιστρεφόμενου σήματος σε σχέση με τη συχνότητα του σήματος παραγωγής. Εάν η ροή απομακρύνεται από την πηγή των υπερήχων (η γωνία προσπτώσεως είναι μεγαλύτερη από 90°), τότε το σήμα που επιστρέφει έχει μικρότερη συχνότητα, σε σχέση με τη συχνότητα του σήματος παραγωγής. Όταν η γωνία προσπτώσεως είναι 90° , τότε δεν παράγεται ανιχνεύσιμη διαφορά συχνότητας.



Εικόνα 2.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

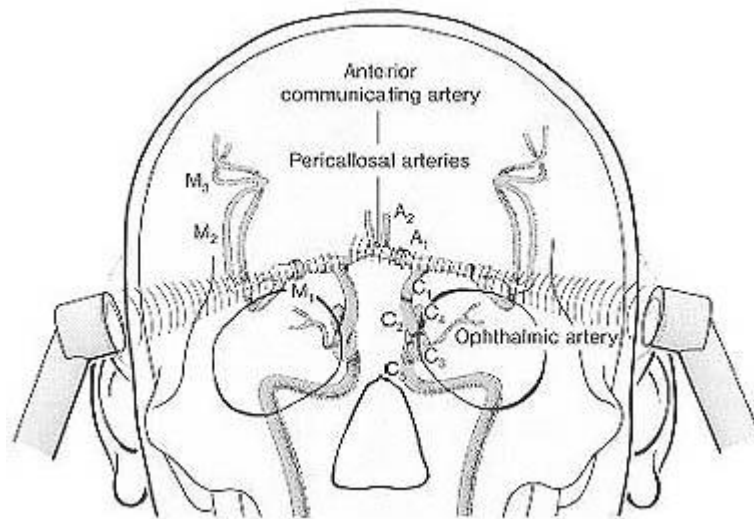
Οι αρτηρίες του κύκλου του Willis έχουν συγκεκριμένο βάθος μέσα στο κρανίο. Με τη ρύθμιση του όγκου του δείγματος (sample volume) και του βάθους της απεικόνισης από τη συσκευή, ο χειριστής μπορεί να εντοπίσει κάποιο συγκεκριμένο αγγείο. Στην ενέργεια αυτή, η κατεύθυνση της ροής, η ταχύτητα ροής, η κυματομορφή και το ακουστικό σήμα θα βοηθήσουν στον εντοπισμό του συγκεκριμένου αγγείου.

Για την εκτέλεση του διακρανιακού υπερηχογραφήματος (TCD), χρησιμοποιούμε τρεις προσεγγίσεις, γνωστές ως «υπερηχογραφικά παράθυρα»: το κροταφικό, το υπνιακό και το διαβολβικό (ή διοφθάλμιο) παράθυρο.

Διαμέσου του κροταφικού παράθυρου μπορούμε να εκτιμήσουμε τις εξής αρτηρίες: Μέση εγκεφαλική (MCA), πρόσθια εγκεφαλική (ACA), οπίσθια εγκεφαλική (PCA) και το τελικό τμήμα της έσω καρωτίδος (ICA), στο ύψος του διαχωρισμού της στη μέση και πρόσθια εγκεφαλική (Φιγούρα 3).

Διαμέσου του υπνιακού παράθυρου μπορούμε να απεικονίσουμε το τελικό τμήμα των σπονδυλικών αρτηριών και τη βασική αρτηρία, σε όλο το μήκος της.

Διαμέσου του διαβολβικού παράθυρου μπορούμε να απεικονίσουμε την οφθαλμική αρτηρία (OA) και το σιφώνιο της έσω καρωτίδος. Ειδικά για το «παράθυρο» αυτό, η ενέργεια της συσκευής θα πρέπει να ελαττωθεί στο ελάχιστο δυνατό (10-20%), προκειμένου να λάβουμε το καλύτερο σήμα, όπως προτείνει το Αμερικάνικο Ινστιτούτο Υπερήχων στην Ιατρική (AIUM).



Εικόνα 3.

Οι συσκευές TCD παρέχουν διάφορες πληροφορίες για τη μέτρηση των αποτελεσμάτων. Η κυματομορφή αναλύεται και μετριέται η μέση ταχύτητα ροής (mean flow velocity) και η αντίσταση του αγγείου, που εκφράζεται σαν ο δείκτης αντίστασης (pulsatility index) και περιγράφει τη σχέση της κυματομορφής

μεταξύ του υψηλότερου σημείου κατά τη συστολή (peak systole) και του χαμηλότερου κατά το τέλος της διαστολής (end diastole).

ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Η Αμερικάνικη Ακαδημία Νευρολογίας το 1990, δημοσίευσε μια αναφορά, όπου δήλωνε ότι, το TCD έχει αναγνωρισμένη αξία στην αξιολόγηση των ασθενών με ενδοκράνια αρτηριακή στένωση, υπαραχνοειδή αιμορραγία, παράπλευρη κυκλοφορία και εγκεφαλικό θάνατο. Τελευταία, μια ομάδα διεθνών, ειδικών στους υπερήχους, επανεκτίμησε τη διεθνή βιβλιογραφία, που είχε ανακοινωθεί μέχρι το 1998 και βαθμολόγησε τις κλινικές εφαρμογές του TCD, με βάση τη δύναμη και την ποιότητα των δημοσιευμένων στοιχείων.

Έτσι, για τη Sickle Cell disease το TCD έχει την ισχυρότερη ένδειξη (strength type A) και (quality class I), για την ισχαιμική εγκεφαλική αγγειακή νόσο και την υπαραχνοειδή αιμορραγία καθιερωμένη αξία (strength type B/quality class II), για τις αρτηριοφλεβικές αγγειακές ανωμαλίες και τον εγκεφαλικό κυκλοφοριακό θάνατο καθιερωμένη αξία (strength type C/quality class III).

Για τις ημικρανίες, τη θρόμβωση ενδοεγκεφαλικών φλεβών, τη μηνιγγίτιδα και την παρακολούθηση των αγγείων κατά τη διάρκεια χειρουργείου, η χρήση του TCD είναι αμφιβόλου αξίας.

Ποια είναι τα φυσιολογικά ευρήματα στο TCD και ποιές παραμέτρους χρησιμοποιούμε.

Θα πρέπει να απεικονισθούν όλα τα αγγεία του κύκλου του Willis και να έχουν φυσιολογική κατεύθυνση ροής. Η διαφορά στην ταχύτητα ροής μεταξύ των ομολόγων αρτηριών δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 30%. Φυσιολογικά, οι ταχύτητες στο TCD είναι: MCA > ACA > ICA > PCA > BA > VA. Η ανώτερη φυσιολογική ταχύτητα στην MCA είναι 80 cm/sec στους ενήλικους και 170 cm/sec. στα παιδιά. Όλες οι αρτηρίες σε φυσιολογικές συνθήκες και σε εισπνεόμενο οξυγόνο δωματίου, έχουν χαμηλή αντίσταση ή P.I. (pulsatility index: 0.6-1.1) εκτός από την οφθαλμική αρτηρία, που έχει P.I. \geq 1.2.

Η μέση ταχύτητα ροής (MFV), ο δείκτης αντίστασης (P.I.), το σχήμα της κυματομορφής, η κατεύθυνση ροής, το βάθος της απεικόνισης, η γωνία προσπτώσεως των υπερήχων και το ακουστικό σήμα, αποτελούν τα πιο σημαντικά κριτήρια που βοηθούν στη «μετάφραση» των αποτελεσμάτων. Είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε τις φυσιολογικές παραμέτρους, που ως γνωστόν αλλάζουν με την ηλικία και επιπλέον ο χειριστής θα πρέπει να έχει εμπειρία στο διακρανιακό υπερηχογράφημα (TCD).

ΤΟ TCD ΣΤΟ ΟΞΥ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ

Το διακρανιακό υπερηχογράφημα ενδείκνυται στους ασθενείς με ισχαιμική εγκεφαλική νόσο, που περιλαμβάνει οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο (TIA) ή και ασυμπτωματικούς αρρώστους υψηλού κινδύνου για εγκεφαλικό, γιατί μπορεί να ανιχνεύσει:

- Αρτηριακή απόφραξη.
- Στένωση ενδοκράνιας αρτηρίας.
- Παράπλευρη κυκλοφορία.
- Παρουσία μικροεμβολικών σημάτων (MES).

Στο οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, που συνέβη μέσα σε λιγότερο από 12 ώρες, με τη χρήση του TCD είναι εφικτή η απάντηση στα παρακάτω ερωτήματα για την ανακάλυψη του πιθανού παθογενετικού μηχανισμού για την ανίχνευση της αρτηριακής απόφραξης ή στένωσης και καταγραφή της αποκατάστασης της κυκλοφορίας στο αγγείο αυτό.

Στη διάρκεια των πρώτων 6 ωρών μετά το εγκεφαλικό, περίπου 70% των ασθενών έχουν παρουσία απόφραξης κάποιας αρτηρίας στο TCD, ενώ μέσα στο πρώτο 24ωρο, μόνο το 25% των ασθενών αυτών έχει εμμένουσα απόφραξη (η αρτηρία παραμένει αποφραγμένη στο TCD).

Στους ασθενείς που δεν παρουσιάζουν συμπτωματολογία ισχαιμικής εγκεφαλοπάθειας αλλά έχουν αυξημένο κίνδυνο, η διενέργεια του TCD θα βοηθήσει στην ανακάλυψη στένωσης καρωτίδας $\geq 80\%$ ή και πλήρη απόφραξη της, που προκαλεί αιμοδυναμικές μεταβολές στα αγγεία του κύκλου του Willis. Επίσης, το TCD θα μπορέσει να βοηθήσει στην επεξήγηση άλλων εξετάσεων, όπως στην αμφοτερόπλευρη απόφραξη καρωτίδων στο υπερηχογράφημα καρωτίδων, στην περίπτωση απουσίας ροής ή flow gap στη μαγνητική τομογραφία, κ.λπ. (Φιγούρα 4).

ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Για τη διάγνωση αρτηριακής απόφραξης ή στένωσης, παράπλευρης κυκλοφορίας και μικροεμβολικών σημάτων στο TCD, τα διάφορα κριτήρια που χρησιμοποιούνται είναι:

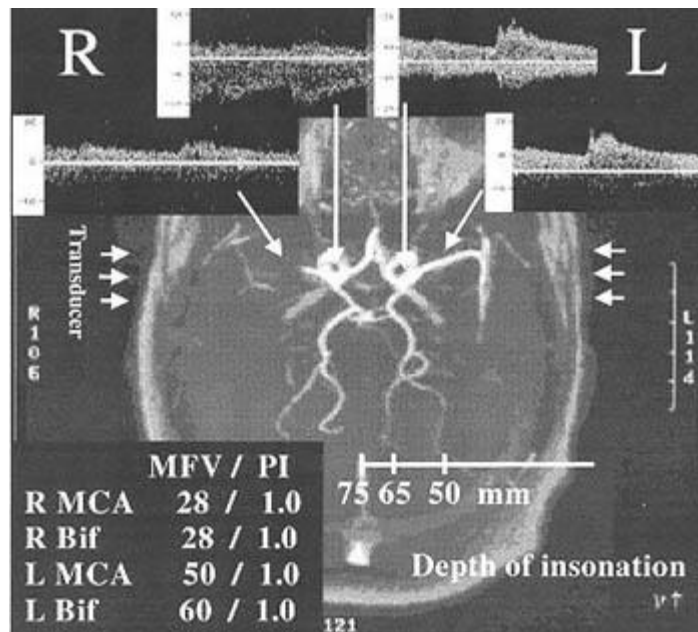
Στην απόφραξη σε κάποια από τις μεγάλες εγκεφαλικές αρτηρίες, τα ευρήματα στο TCD θα είναι:

A. Απουσία ροής ή παρουσία ανώμαλης κυματομορφής, διαμέσου του υπερηχογραφικού παράθυρου.

B. Επιβεβαίωση του ευρήματος από την απέναντι πλευρά, από το άλλο κροταφικό παράθυρο (όταν πρόκειται για τις MCA, ACA, PCA).

Γ. Ύπαρξη παρακαμπτήριου ροής (flow diversion) στην ομόλογη ACA ή και PCA όπου η ταχύτητά τους θα είναι μεγαλύτερη από την MCA.

Δ. Πιθανά αύξηση της ταχύτητας στις αρτηρίες της απέναντι πλευράς, σε ταχύτητες μεγαλύτερες από τις αναμενόμενες για την ηλικία του ασθενούς (compensatory velocity increase).



Εικόνα 4.

Ε. Πιθανά αύξηση της αντίστασης ($P.I. > 1.7$) στο υπό εξέταση αγγείο, σε βάθος εγγύτερο (πριν από την απόφραξη).

Στη στένωση αντίστοιχα, θα υπάρχει η παρουσία χαρακτηριστικού σήματος στο TCD (ανώμαλη κυματομορφή με υψηλή ταχύτητα), σε συγκεκριμένο βάθος και ύπαρξη παρακαμπτήριας ροής σε ομόλογο αγγείο (Εικόνα 5).

Τέλος, με τη δυνατότητα της συνεχούς καταγραφής κυματομορφών στο TCD, είναι δυνατό να ελεγχθούν οι ασθενείς, για την ανακάλυψη πιθανών εμβολογόνων εστιών, ιδιαίτερα όταν παρουσιάζουν κολπική μαρμαρυγή, υπάρχουν γνωστές ελκωτικές πλάκες στις καρωτίδες ή έχουν patent foramen ovale (PFO). Επίσης, με τη συνεχή καταγραφή υπάρχει η δυνατότητα προσδιορισμού του χρόνου αποκατάστασης της κυκλοφορίας στο αγγείο, μετά από απόφραξή του.

Η χρησιμοποίηση του TCD στα επείγοντα περιστατικά με ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο σε «έμπειρα χέρια» γίνεται πολύτιμο εργαλείο, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που ο χρόνος για πιθανή θρομβόλυση πιέζει και η δυνατότητα για επείγουσα αγγειογραφία είναι περιορισμένη.



Εικόνα 5.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν λίγες μόνον αναφορές σχετικές με το ρόλο του TCD στο οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Σε μια μελέτη με 320 ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, το TCD είχε ευαισθησία 83%, ειδικότητα 94.4%, θετική προγνωστική αξία (PPV) 83% και αρνητική προγνωστική αξία (NPV) 94.4%, όταν συγκρίθηκε με την αγγειογραφία, ενώ η συνολική του ακρίβεια ήταν 94%. Αυτό σημαίνει ότι, για κάθε 100 ασθενείς, εάν το TCD είναι αρνητικό (φυσιολογικό), στους 94 η αγγειογραφία να είναι αρνητική.

Στην PROACT (PROlyse in Acute Cerebral Thromboembolism) trial, σε 105 ασθενείς με πιθανή απόφραξη της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας (MCA) διενεργήθηκε αγγειογραφία, που έδειξε ότι, δεν υπήρχε απόφραξη στην MCA στο 56% (σε 59 ασθενείς).

Υπάρχουν όμως διαφορές στην απεικόνιση των αγγείων και στην ακρίβεια ανακάλυψης απόφραξης σ' αυτά. Έτσι, η διάγνωση της απόφραξης της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας στο TCD έχει ευαισθησία 94%, ενώ της βασικής αρτηρίας μόνον 60%, όπως αναφέρεται στην ίδια μελέτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Το διακρανιακό υπερηχογράφημα είναι ένα μη επεμβατικό, φτηνό, φορητό, με δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης και ακριβές "εργαλείο", ιδιαίτε ρα στα χέρια έμπειρων γιατρών ή και τεχνικών. Στην αντιμετώπιση του ασθενή με οξύ αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, χρειαζόμαστε επειγόντως πληροφορίες σχετικές

με την εντόπιση του αποφραγμένου αγγείου, την κατάσταση της παράπλευρης κυκλοφορίας, την ύπαρξη πιθανής συνοδού απόφραξης καρωτίδας, κ.λπ.

Το TCD μπορεί να βοηθήσει στη διάγνωση, αντιμετώπιση και περαιτέρω θεραπεία του ασθενή με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ιδιαίτερα όταν η δυνατότητα για επεμβατικές μεθόδους (π.χ. αγγειογραφία) είναι περιορισμένη. Στα κέντρα με εκπαιδευμένους έμπειρους γιατρούς ή τεχνικούς, που χρησιμοποιούν τα ίδια και συγκεκριμένα κριτήρια για κάθε παθολογική κατάσταση, υπάρχει η δυνατότητα επανάληψης και διατήρησης υψηλής ακρίβειας αποτελεσμάτων με το TCD.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι συσκευές TCD που παράγονται, είναι πιο φτηνές, πιο ελαφριές, πιο μικρές και έχουν περισσότερες δυνατότητες. Όλο και περισσότεροι γιατροί (κυρίως νευρολόγοι) στο εξωτερικό, μαθαίνουν τη χρήση του, για να έχουν τη δυνατότητα να εκτιμούν τα περιστατικά τους στο επείγον εξωτερικό ιατρείο και να παίρνουν αποφάσεις γρήγορα, ιδίως όταν πρέπει να χορηγήσουν θρομβόλυση στον ασθενή και ο χρόνος πιέζει.

Πιθανά, μέσα στα επόμενα δύο χρόνια να κυκλοφορήσουν στην αγορά φορητοί TCD στο μέγεθος κινητού τηλεφώνου και με αρκετές δυνατότητες, συγκρινόμενοι με τα σημερινά μοντέλα. Θα μπορούν τότε να αποτελούν απαραίτητο «αξεσουάρ» των γιατρών, όπως τ' ακουστικά.

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΑΠΙΝΙΔΩΤΗΣ



ΟΡΙΣΜΟΣ

Αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής (AED) είναι μια συσκευή που αναλύει τον καρδιακό ρυθμό και αν διαγνώσει κάποιο πρόβλημα το οποίο χρίζει απινίδωσης ,τότε προχωράει στην απινίδωση για να επαναφέρει τον καρδιακό ρυθμό στην σωστή συχνότητα του. Επειδή είναι ιδιαίτερα μικρά σε μέγεθος και πολύ εύκολα και απλά στην χρήση τους έχουν τοποθετηθεί σε πολλά σημεία όπως ξενοδοχεία, υπουργεία, συνεδριακοί και εκθεσιακοί χώροι, γήπεδα, χώροι συναυλιών, πλοία όλων των τύπων (κρουαζιερόπλοια, yachts , ιστιοπλοϊκά, εμπορικά) χώροι αθλοπαιδιών, χιονοδρομικά κέντρα, σχολεία, γυμναστήρια, εργοστάσια, ιδιωτικές εταιρίες περιπολικά αστυνομίας, πυροσβεστικά οχήματα ναυαγοσώστες με αποκλειστικό στόχο να μεγαλώσει ο αριθμός ευκαιριών για να σωτηρία των ατόμων που έχουν υποστεί ανακοπή καρδιάς.

Πως δουλεύει ένας αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής

Ένα πρόγραμμα το οποίο λειτουργεί με την φιλοσοφία ενός κλασικού καρδιογράφου αναλύει το καρδιακό ρυθμό μέσω των αυτοκόλλητων ηλεκτρόδιων που έχουμε κολλήσει στον ασθενή. Αφού γίνει η ανάλυση τότε ο αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής να ειδοποιεί αν χρειάζεται θεραπευτική απινίδωση η όχι. Αν χρειάζεται τότε ο αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής δίνει ένα ηλεκτρικό ερέθισμα μέσω των ηλεκτρόδιων στο στήθος του ασθενούς .

Η αναγκαιότητα του αυτόματου εξωτερικού απινιδωτή

Οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές μπορούν να επαναφέρουν τον σωστό καρδιακό ρυθμό σε ένα ασθενή-θύμα ο οποίος έχει υποστεί είτε ανακοπή καρδιάς είτε ξαφνικό θάνατο. Οι καινούργιοι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές δίνουν την δυνατότητα σε πολύ περισσότερες ανάλογες περιπτώσεις να μπορεί να δοθεί η σωτήρια απινίδωση μέσα σε ελάχιστο χρόνο και να επέλθει η σωτηρία του ασθενούς. Όταν ένας ασθενής πάθει ανακοπή καρδιάς οι πιθανότητες να επιβιώσει μειώνονται κατά 10% για κάθε λεπτό που περνάει χωρίς θεραπευτική απινίδωση

Τον αυτόματο εξωτερικό απινίδωση μπορεί να τον χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε πολίτης έχει παρακολουθήσει ειδικά εκπαιδευτικά σεμινάρια

ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗΣ (δηλαδή χρήση του αυτομάτου εξωτερικού απινιδωτή και τεχνητής αναπνοής) και από ηλικίες 12 και πάνω. Οι περισσότεροι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές είναι σχεδιασμένοι για να χρησιμοποιούνται σε έκτακτες περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει άμεση ιατρική βοήθεια.

Εύλογα δημιουργείται το ερώτημα κατά πόσο μπορεί ένας αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής να επαναφέρει έναν ασθενή στον σωστό καρδιακό ρυθμό «ΠΑΝΤΑ». Σε ένα ποσοστό 92+% σύμφωνα με κλινικές μελέτες που έχουν γίνει μπορεί ένας ασθενής να επανέλθει στον σωστό καρδιακό ρυθμό αλλά χρειάζεται η άμεση φροντίδα από εξειδικευμένο προσωπικό και χορήγηση ειδικών φαρμάκων, για αυτό και σε κάθε περιστατικό πρέπει να ειδοποιείται αμέσως το 166 (Ε.Κ.Α.Β.) για την άμεση διακομιδή του ασθενούς στο νοσοκομείο όπου θα παρακολουθείτε πλέον από εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό.

Οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές θα πρέπει να υπάρχουν σε αεροπλάνα ή σε άλλους δημόσιους χώρους. Σε κάθε περίπτωση είναι αναγκαίοι οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές επειδή κάθε δευτερόλεπτο που περνάει είναι κρίσιμο για τον ασθενή που έχει υποστεί ανακοπή καρδιάς. Επίσης σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό ο χρήστης του αυτομάτου εξωτερικού απινιδωτή να παραδίνει ταυτόχρονα και τεχνητή αναπνοή (CPR). Σχεδόν όλα τα αεροπλάνα πλέον είναι εξοπλισμένα με αυτομάτους εξωτερικούς απινιδωτές.

Καθημερινά πολλοί συνάνθρωποι μας χάνουν την ζωή τους από ξαφνική ανακοπή καρδιάς σε πολλούς δημόσιους αλλά και ιδιωτικούς χώρους, και ο μόνος αποτελεσματικός τρόπος αυτήν την στιγμή είναι να υπάρχει ένας αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής έτοιμος προς χρήση.

Η διαφορά ενός αυτομάτου εξωτερικού απινιδωτή και ενός απινιδωτή που χρησιμοποιείται στα νοσοκομεία

Στα νοσοκομεία οι απινιδωτές που χρησιμοποιούνται είναι χειροκίνητοι και όχι αυτόματοι (δηλαδή δεν μπορούν να κάνουν ανάλυση του καρδιακού ρυθμού) είναι πολύ μεγαλύτεροι σε μέγεθος βαρύτεροι ενώ είναι φτιαγμένοι για να χρησιμοποιούνται μόνο από ιατρικό προσωπικό. Επίσης οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές ενσωματώνουν και λειτουργούν με βάση την τελευταία ιατρική τεχνολογία με βάση την αντιμετώπιση της ξαφνικής ανακοπής καρδιάς. Επιπλέον μπορεί ο οποιοσδήποτε να αγοράσει έναν αυτόματο εξωτερικό απινιδωτή. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση μπορεί ο οποιοσδήποτε να αγοράσει έναν αυτόματο εξωτερικό απινιδωτή αρκεί να έχει γνώσεις καρδιοαναπνευστικής αναζωογόνησης παρακολουθώντας το ανάλογο σεμινάριο που πιστοποιεί και επίσημα την δυνατότητα χρήσης από τον κάτοχό του. Τελος χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί

όλοι οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές δεν είναι ίδιοι. Παρουσιάζουν αρκετές και σε μερικές περιπτώσεις σημαντικές διαφορές ανάλογα με την χρήση που προορίζονται. Και είναι καλό να γίνεται προσεκτική έρευνα πριν την αγορά ενός αυτόματου εξωτερικού απινιδωτή. Υπάρχουν περιπτώσεις που ένας αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής λόγω περιορισμένων δυνατοτήτων δεν μπορεί να επέμβει λόγω περιορισμένων δυνατοτήτων και να αποβεί μοιραίο για την υγεία του ασθενούς. Για αυτό καλό είναι να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις δυνατότητες του.

Δεν υπάρχει περιορισμός στην ηλικία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής. Κάποιες εταιρίες έχουν την δυνατότητα να επέμβουν σε όλα τα περιστατικά ακόμα και σε περιστατικά με μικρά παιδιά ηλικία 1-2 ετών. Κάποιοι άλλοι όμως αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές δεν έχουν την δυνατότητα να επέμβουν σε μικρές ηλικίες.

Ξαφνική ανακοπή καρδιάς

Η Ξαφνική ανακοπή καρδιάς είναι γνωστή και ως κοιλιακή μαρμαρυγή (ventricular fibrillation VT) και είναι μια δυσλειτουργία της καρδιάς η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τον θάνατο του ασθενούς. Δυστυχώς μπορεί να συμβεί στον οποιονδήποτε ανεξαρτήτου φύλου και ηλικίας και χωρίς προειδοποίηση. Ενώ πολύ μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχουν άτομα τα οποία έχουν καρδιακά προβλήματα ή έχουν κάνει εγχειρήσεις bypass , μπαλονάκι, stent , αγγειοπλαστική, κ.α. καθώς επίσης και άτομα με ύποπτο κληρονομικό παρελθόν .

Δυστυχώς δεν υπάρχουν καθόλου ένδειξης ή συμπτώματα. Το μόνο το οποίο μπορεί να θεωρηθεί σαν ένδειξη ή συμπτώματα είναι η ίδια η ξαφνική ανακοπή καρδιάς. Περισσότερο από 1,000,000 άνθρωποι χάνουν την ζωή τους καθημερινά στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αυτός ο τραγικός αριθμός αυξάνεται συνεχώς λόγω του «δυτικού τρόπου ζωής (καθιστική ζωή, κάπνισμα, διατροφή, κ.α.)». Για αυτό λοιπόν είναι τόσο σημαντικό να μπορεί να αντιμετωπισθεί άμεσα ένα περιστατικό ανακοπής καρδιάς με έναν αυτόματο εξωτερικό απινιδωτή.

Επισης δεν μπορεί να προκαλέσει κάποιο πρόβλημα ένας αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής σε κάποιον υγιή η σε κάποιον ασθενή Αν ένας αυτόματος εξωτερικός απινιδωτής ανιχνεύσει κανονικό καρδιακό ρυθμό σε καμία περίπτωση δεν επεμβαίνει και πέφτει σε αδράνεια. Για τυχόν αστοχία ή λάθος οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές έχει ειδικές δικλίδες ασφαλείας και σε κάθε περίπτωση «κλειδώνει την λειτουργία του» .19.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές είναι φτιαγμένοι έτσι ώστε να λειτουργούν σε κάθε περιβάλλον και με όλες τις συνθήκες. Καλό είναι όμως να είμαστε σίγουροι για τις προδιαγραφές του αυτόματου εξωτερικού απινιδωτή.

ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΟΣ ΑΠΙΝΙΔΩΤΗΣ

ΟΡΙΣΜΟΣ

Απινιδωτής είναι η συσκευή που χρησιμοποιείται για τον ηλεκτρικό απινιδισμό της καρδιάς με ηλεκτρικό σόκ. Ο ηλεκτρικός απινιδισμός, κατά κανόνα εξωτερικός(με κλειστό θώρακα), γίνεται με την εφαρμογή εναλλασσόμενου ή συνεχούς ρεύματος ορισμένης τάσης, μορφής και διάρκειας διά μέσου δύο αποπλατυσμένων ηλεκτροδίων που τοποθετούνται στα δύο πλάγια του θώρακα. Με την εκπόλωση όλων των ιών του μυοκαρδίου πάυει η εκτοπη παραγωγή διεγέρσεων και αποκαθίσταται ο φυσιολογικός φλεβοκομβικός ρυθμός της καρδιάς.

Με το ηλεκτρικό shock επιτυγχάνεται εκπόλωση της πλειονότητας των καρδιακών κυττάρων, εκμηδενίζονται προϋπάρχουσες διαφορές στη λειτουργική κατάσταση του μυοκαρδίου και καταστέλλεται η αυξημένη δραστηριότητα του έκτοπου βηματοδότη που ευθύνεται για την αρρυθμία. Το ηλεκτρικό shock αποτελεί την κατ'εξοχήν ένδειξη για την ανάταξη της κοιλιακής μαρμαρυγής και του κοιλιακού περυγισμού. Επίσης συνιστάται για την επείγουσα θεραπεία υπερκοιλιακής ή πιο συχνά, κοιλιακής ταχυκαρδίας, η οποία δεν υποχωρεί στη συνήθη αντιαρρυθμική αγωγή ή συνοδεύεται από σοβαρή αιμοδυναμική επιβάρυνση του ασθενούς. Επιπλέον, το ηλεκτρικό shock συχνά χρησιμοποιείται για την ανάταξη σε φλεβοκομβικό ρυθμό του περυγισμού και σπανιότερα της μαρμαρυγής των κόλπων.

Ηλεκτρικό shock με συγχρονισμό ή χωρίς συγχρονισμό.



Ο καρδιομετατροπέας είναι συγχρονισμένος με το έπαρμα R του ηλεκτροκαρδιογραφήματος και αυτό σημαίνει ότι το ηλεκτρικό shock γίνεται 0,02-0,04 δευτερόλεπτα μετά την κορυφή του R. Έτσι αποτρέπεται η πιθανότητα να πέσει η ηλεκτρική δόση στην ευάλωτη περίοδο των κοιλιών, που αντιστοιχεί στο ανιόν σκέλος του επάρματος T, και να προκληθεί κοιλιακή ταχυκαρδία ή μαρμαρυγή. Το συγχρονισμένο ηλεκτρικό shock συνιστάται για την ανάταξη υπερκοιλιακής ταχυκαρδίας, κολπικού πτερυγισμού και κοιλιακής ταχυκαρδίας.

Ο απινιδωτής δεν είναι συγχρονισμένος με το έπαρμα R του ηλεκτροκαρδιογραφήματος και το ηλεκτρικό shock γίνεται σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Χρησιμοποιείται για την ανάταξη της μαρμαρυγής και του πτερυγισμού των κοιλιών.

ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Η χορήγηση ηλεκτρικού shock συνήθως έχει ελαφρές ή μηδαμινές παρενέργειες. Συνηθέστερη είναι η πρόκληση ελαφρού βαθμού δερματικού εγκαύματος και για λίγα λεπτά η εμφάνιση κοιλιακών συστολών. Συχνά παρατηρείται κοιλιακή παύση για αρκετά δευτερόλεπτα με το ηλεκτρικό shock, ιδιαίτερα σε ασθενείς με σύνδρομο νοσούντος φλεβοκόμβου ή μαρμαρυγής των κόλπων, και όταν η ηλεκτρική εκκένωση είναι μεγάλης ενέργειας. Σπάνιες είναι οι σοβαρές επιπλοκές, όπως η κοιλιακή μαρμαρυγή, η περιφερική εμβολή, η βλάβη της γεννήτριας εμφυτευμένου τεχνητού βηματοδότη και η βλάβη του κοιλιακού μυοκαρδίου.

Επίσης συνιστάται να γίνεται διοισοφάγειο υπερηχοκαρδιογράφημα για τον έλεγχο τυχόν υπέρξεως θρόμβου εντός του αριστερού κόλπου. Εάν υπάρχει θρόμβος, τότε ενδείκνυται αντιπηκτική αγωγή 1-2 εβδομάδες πριν από την προσπάθεια ηλεκτρικής ανάταξης χρόνιας κολπικής μαρμαρυγής, ιδιαίτερα σε ασθενή με στένωση της μιτροειδούς, με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας θρόμβων στους κόλπους και του κινδύνου εμβολής κατά την ανάταξη με την επαναλειτουργία του κολπικού μυοκαρδίου.

Η κοιλιακή μαρμαρυγή από ηλεκτρικό shock παρατηρείται κυρίως σε ασθενείς με τοξικό δακτυλιδισμό και σοβαρή υποκαλιαιμία, οπότε εμφανίζεται όχι τη στιγμή του shock, αλλά λίγο αργότερα, μετά από λίγα λεπτά ή ώρες. Για την αποφυγή αυτής της επιπλοκής θα πρέπει πρώτα να διορθώνεται η υποκαλιαιμία και να αναβάλλεται η ηλεκτρική ανάταξη μισ αρρυθμίας εάν ο ασθενής έχει στάθμη διγοξίνης στο αίμα πάνω από τα επιτρεπτά όρια.

ΔΟΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σε καρδιομετατροπή, δηλαδή σε ανάταξη υπερκοιλιακής ταχυκαρδίας, πτερυγισμού ή μαρμαρυγής των κόλπων και κοιλιακής ταχυκαρδίας, η αποτελεσματική δόση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μικρότερη απ' όσο απαιτείται για την απινίδωση,

δηλαδή την ανάταξη της μαρμαρυγής των κοιλιών. Σε καρδιομετατροπή η αρχική δόση πρέπει να είναι μικρής ενέργειας, 25-30 joules, και, αν αυτή δεν είναι αποτελεσματική, δίδεται δεύτερο shock διπλάσιας ενέργειας από το προηγούμενο, μέχρι του ορίου των 400 Joules. Ο πτερυγισμός των κόλπων ανατάσσεται ευκολότερα από κάθε άλλη αρρυθμία με shock μικρής ενέργειας. Επίσης πολύ μικρή ενέργεια, π.χ. 10 joules, χρησιμοποιείται ως αρχική δόση σε ασθενή με τεχνητό βηματοδότη της καρδιάς ή σε ασθενή με δακτυλιδισμό. Πριν από την ανάπτυξη της αρρυθμίας απαιτείται συνεργασία με αναισθησιολόγο για τη χορήγηση ελαφράς αναισθησίας, ώστε το ηλεκτρικό shock να είναι ανώδυνο.

Κατά την απινίδωση το ηλεκτρικό shock πρέπει να γίνεται ταχύτατα χωρίς καθυστέρηση και βέβαια χωρίς αναισθησία, γιατί επί κοιλιακής μαρμαρυγής ή κοιλιακού πτερυγισμού ο ασθενής δεν έχει αισθήσεις.

ΑΛΛΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΑΝΑΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΑΡΡΥΘΜΙΩΝ

ΕΜΦΥΤΕΥΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΑΠΙΝΙΔΩΤΗ

Σε ασθενείς με επεισόδια κοιλιακής μαρμαρυγής, τα οποία ανατάσσονται με ηλεκτρικό shock και δεν προλαμβάνονται με φαρμακευτική θεραπεία, συνιστάται η υποδόρια εμφύτευση ενός μικρού απινιδωτή, μεγέθους ίσου με το μέγεθος που είχε τα πρώτα χρόνια η γεννήτρια ενός βηματοδότη, με τον οποίο παρακολουθείται ο καρδιακός ρυθμός και γίνεται αυτόματα ανάταξη τη κοιλιακής ταχυκαρδίας ή μαρμαρυγής.

Η εμφύτευση ενός απινιδωτικού συστήματος γίνεται συνήθως διαφλέβια και η γεννήτρια τοποθετείται στο θωρακικό τοίχωμα.

Τα πιο πολλά συστήματα αποτελούνται από ένα διαφλέβιο ηλεκτρόδιο ή και δύο όταν διαθέτουν δυνατότητα διεστιακής βηματοδότησης. Η εξάπλωση της χρήσης των εμφυτεύσιμων απινιδωτών έχει αλλάξει ριζικά στην αντιμετώπιση των κοιλιακών ταχυαρρυθμιών. Η αρρυθμική θνητότητα εξαλείφεται σχεδόν απόλυτα, ό,τι δηλαδή έχει γίνει παλαιότερα με τους βηματοδότες και τον βραδυαρρυθμικό αιφνίδιο θάνατο. Η ολική πρόγνωση, όμως, κι' εδώ εξαρτάται από τη βαρύτητα της υποκείμενης οργανικής καρδιοπάθειας, κάτι που θα πρέπει να συνεκτιμάται πάντοτε στην καθημερινή κλινική πράξη.

ΑΝΑΤΑΞΗ ΤΑΧΥΚΑΡΔΙΑΣ ΜΕ ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

Μπορεί να γίνει θεραπευτική αντιμετώπιση επίμονης υπερκοιλιακής ή κοιλιακής ταχυκαρδίας με υπερκέραση της συχνότητας της ταχυκαρδίας. Δηλαδή με ταχεία

τεχνητή βηματοδότηση της καρδιάς, σε συχνότητα μεγαλύτερη της έκτοπης ταχυκαρδίας, επικρατεί ο τεχνητός ρυθμός, ο οποίος μετά προοδευτική ελάττωση της συχνότητας διακόπτεται και συνήθως επακολουθεί φυσιολογικός ρυθμός. Επίσης, θεραπευτικό αποτέλεσμα συχνά λαμβάνεται και με χορήγηση ενός ή περισσοτέρων τεχνητών ηλεκτρικών ερεθισμάτων, με τα οποία διακόπτεται ο μηχανισμός επανεισόδου της ταχυκαρδίας και αποκαθίσταται ο φυσιολογικός ρυθμός. Σε υποτροπιάζουσα έκτοπη ταχυκαρδία σταθερότερο θεραπευτικό αποτέλεσμα λαμβάνεται συχνά με εμφύτευση μόνιμου αντιταχυκαρδικού βηματοδότη, ο οποίος πυροδοτείται σε κάθε υποτροπή της ταχυκαρδίας.¹⁹

ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

Η σπιρομέτρηση είναι η μέτρηση της βίαιης εκπνοής. Ο ασθενής κάνει την μεγαλύτερη δυνατή εισπνοή, γεμίζοντας τους πνευμονές του στην ολική πνευμονική χωρητικότητα (TLC) και έπειτα εκπνέει βίαια μέσα σε μια συσκευή η οποία λέγεται σπιρόμετρο. Το σπιρόμετρο μετρά όγκο και χρόνο, και από αυτά μπορούν να υπολογιστούν αρκετοί σημαντικοί παράγοντες:

Η ταχέως εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (FVC): ο μέγιστος όγκος αέρα τον οποίο μπορεί να εκπνεύσει ο ασθενής σε μια μόνο εκπνοή.

Ο ταχέως εκπνεόμενος όγκος αέρα στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV1): ο όγκος αέρα ο οποίος εκπνέεται στο πρώτο δευτερόλεπτο.

Ο λόγος FEV1/FVC: το ποσοστό του FVC που εκπνέεται στο πρώτο δευτερόλεπτο.

Η τελευταία παράμετρος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στον χαρακτηρισμό της απόφραξης των αεραγωγών.

Είναι μια βοηθητική συσκευή για άτομα που πάσχουν από παθήσεις των πνευμόνων και άλλα αναπνευστικά προβλήματα. Καταγράφονται οι αναπνευστικοί όγκοι των πνευμόνων PEF/FEV και άλλες παράμετροι σπιρομετρίας και στη συνέχεια ο ασθενής, μέσω του ακουστικού του τηλεφώνου ή του H/Y, αποστέλλει τις μετρήσεις στον ιατρικό του φάκελο.²²



Εικόνα. Σπιρόμετρο

ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ



ΟΡΙΣΜΟΣ

Διαγνωστική μέθοδος, η οποία επιτρέπει την λήψη σε φωτοευαίσθητη επιφάνεια της εικόνας ενός οργάνου του σώματος υστέρα από ένεση ραδιενεργού ουσίας, που καθιλώνεται εκλεκτικά στο όργανο αυτό. Εκτός από τις πληροφορίες που παρέχει, η ερευνητική αυτή μέθοδος έχει το πλεονέκτημα να είναι τελείως ατραυματική, αφού για τον ασθενή ισοδυναμεί με ενδοφλέβιο ένεση.

Με το σπινθηρογράφημα μυοκαρδίου ελέγχεται η αιμάτωση του μυοκαρδίου και έμμεσα εξάγονται συμπεράσματα για την κατάσταση των στεφανιαίων αγγείων.

ΤΕΧΝΙΚΗ

Πριν την λήψη του σπινθηρογράφηματος ο άρρωστος υπόκειται σε δοκιμασία κόπωσης είτε με την κλασσική τεχνική σε κυλιόμενο τάπητα ή με φάρμακα εάν υπάρχουν ειδικοί λόγοι όπως άρρωστοι που για οποιοδήποτε λόγο, δεν μπορούν να υποβληθούν σε σωματική άσκηση η κόπωση.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας υπάρχει συνεχής παρακολούθηση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος και συχνή μέτρηση της αρτηριακής πίεσεως.

Η δοκιμασία διακόπτεται για τους ίδιους λόγους όπως όταν δεν συνοδεύεται από σπινθηρογράφημα, δηλαδή όταν ο ασθενής φθάσει στο μέγιστο της ασκήσεως ή όταν εμφανίσει συμπτώματα ή / και ηλεκτροκαρδιογραφικές

μεταβολές που δεν επιτρέπουν τη συνέχιση της ασκήσεως, χορηγείται μια μικρή ποσότητα ραδιενεργού ουσίας, συνήθως θάλλιο 201 ή τεχνητό, ενδοφλεβίως. Πολλοί ασθενείς ανησυχούν σχετικά με τη χορηγούμενη ραδιενεργό ουσία. Θα πρέπει να γίνει γνωστό ότι οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται για διαγνωστικούς λόγους είναι μικρές και ασφαλείς και ότι όλα τα εργαστήρια υποχρεούνται να μετρούν προσεκτικά τις χορηγούμενες δόσεις.²⁰.

Μετά τη χορήγηση του ραδιοϊσοτόπου, ο ασθενής ξαπλώνει σε ειδικό κρεβάτι κάτω από μια γ-κάμερα. Η κάμερα έχει μία έως τρεις κεφαλές που περιστρέφονται γύρω από το θώρακα του ασθενούς και συλλαμβάνει τους σπινθηρισμούς της ραδιενεργού ουσίας που προέρχονται από την καρδιά. Με ειδική επεξεργασία καταγράφονται οι εικόνες της καρδιάς.



Το θάλλιο με το αίμα, πηγαίνει στις στεφανιαίες αρτηρίες (είναι τα αγγεία που αιματώνουν την καρδιά) και προσλαμβάνεται από τα μυοκαρδιακά κύτταρα.

Η λήψη της πρώτης ομάδας εικόνων γίνεται αμέσως μετά τη δοκιμασία κόπωσης. Η πρώτη ομάδα εικόνων δείχνει την αιμάτωση της καρδιάς κατά την άσκηση. Η λήψη εικόνων επαναλαμβάνεται μετά 2,30 ως 4 ώρες. Η δεύτερη ομάδα εικόνων δείχνει την αιμάτωση της καρδιάς σε κατάσταση ηρεμίας.

Όταν μια περιοχή της καρδιάς δεν αιματώνεται καλά, προσλαμβάνει λιγότερο θάλλιο και φαίνεται σαν ελλειμματική περιοχή σε σύγκριση με μια άλλη περιοχή η οποία αιματώνεται φυσιολογικά και ως εκ τούτου δεν απεικονίζεται έλλειμμα.

Οι εικόνες που λαμβάνονται στο τέλος της κόπωσης δείχνουν την αιμάτωση της καρδιάς κατά την άσκηση. Μια δεύτερη σειρά εικόνων λαμβάνονται 4-24 ώρες μετά την κόπωση και δείχνουν την αιμάτωση της καρδιάς στην ηρεμία. Οι εικόνες αυτές συγκρίνονται με αυτές της κόπωσης.

Πως αξιολογείται η εξέταση

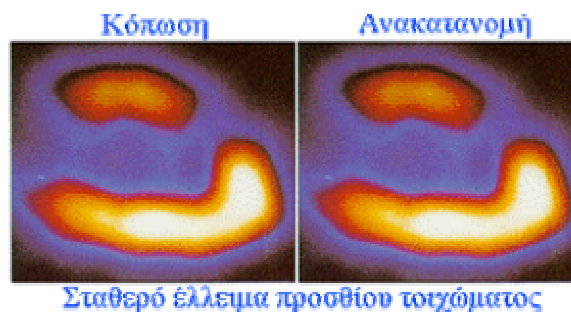
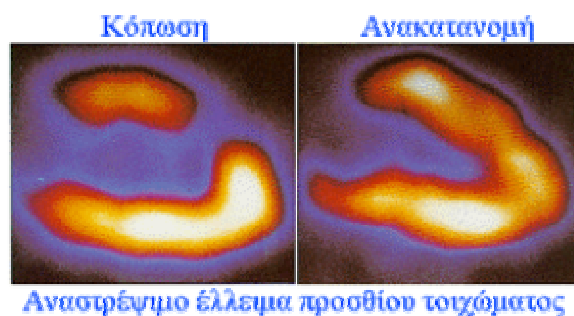
Αν οι εικόνες της κόπωσης και της ηρεμίας δεν δείχνουν έλλειμμα, τότε η αιμάτωση του μυοκαρδίου είναι φυσιολογική και συμπεραίνεται ότι δεν υπάρχει στένωση ή απόφραξη των στεφανιαίων αρτηριών.

Αν οι εικόνες της κόπωσης δείχνουν έλλειμμα και της ηρεμίας δεν δείχνουν (Αναστρέψιμα πλήρως ή μερικώς) ελλείμματα), τότε η αιμάτωση του

μυοκαρδίου είναι παθολογική στην κόπωση και συμπεραίνεται ότι υπάρχει στένωση ή απόφραξη των στεφανιαίων αρτηριών.

Αν οι εικόνες της κόπωσης και της ηρεμίας δείχνουν έλλειμμα (σταθερά ελλείμματα), η αιμάτωση του μυοκαρδίου απουσιάζει, και συμπεραίνεται ότι υπάρχει στένωση ή απόφραξη των στεφανιαίων αρτηριών η οποία έχει προκαλέσει νέκρωση (παλαιό έμφραγμα) του μυοκαρδίου.

Άλλα παθολογικά ευρήματα που μπορούν να παρατηρηθούν είναι η αυξημένη πνευμονική πρόσληψη TL-201 (σημείο καρδιακής ανεπάρκειας) και η παροδική ισχαιμική διάταξη της αριστερής κοιλίας.²¹



Το σπινθηρογράφημα στην στεφανιαία νόσο

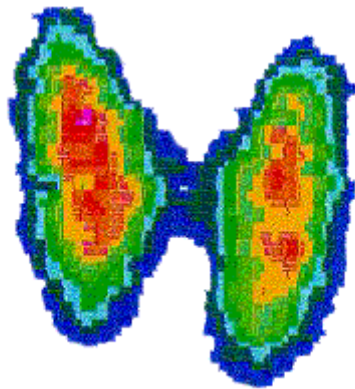
Παρατηρούνται περιοχές που δεν προσλαμβάνουν θάλλιο, όπως το φυσιολογικό μυοκάρδιο. Ανάλογα με την χρονική συμπεριφορά τους τα ελλείμματα χωρίζονται σε:

- Σταθερά ελλείμματα που αντιστοιχούν σε εμφραγματικές περιοχές.
- Αναστρέψιμα (πλήρως ή μερικώς) ελλείμματα που αντιστοιχούν σε ισχαιμικές περιοχές του μυοκαρδίου. Άλλα παθολογικά ευρήματα που μπορούν να παρατηρηθούν είναι η αυξημένη πνευμονική πρόσληψη TL-201 και η παροδική ισχαιμική διάταξη της αριστερής κοιλίας.

Ισοτοπική κοιλιογραφία

Δίδεται ενδοφλέβια ραδιενεργό τεχνητό. Καθώς αυτό ανακατεύεται με το αίμα και περνά από τις καρδιακές κοιλότητες, λαμβάνονται με την γ-κάμερα εικόνες των κοιλοτήτων της καρδιάς στην συστολή και διαστολή και συγκρίνονται μεταξύ τους.

Έτσι υπολογίζεται το κλάσμα εξώθησης που είναι από ένας από τους καλύτερους δείκτες λειτουργικότητας της καρδιάς



**Γραμμικό σπινθηρογράφημα θυρεοειδούς
με γραμμικό σπινθηρογράφο.**



**Γραμμικό σπινθηρογράφημα θυρεοειδούς
με γ-κάμερα.**

ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΟΥΡΩΝ



Εικόνα. Αναλυτής ούρων απολύτου ακριβείας

Η λεπτομέρεια και η ακρίβεια στις μετρήσεις που διεξάγει η συσκευή είναι υψηλότερες από συνήθεις εργαστηριακές αναλύσεις.²² Η χρήση της απαιτεί την παρουσία εξειδικευμένου χρήστη. Μπορεί να διεξάγει ταυτόχρονα 10 μετρήσεις. Οι παράμετροι που μετρώνται είναι:

pH
κετονικά σώματα
πυοσφαίρια (λευκοκυτ. Εστεράση)
νιτρικά,
Αιμοσφαιρίνη
γλυκόζη
ειδικό βάρος
χολερυθρίνη
ουροχολινογόνο.

Για την λειτουργία της χρησιμοποιείται ταινία test (strip) του είδους BLD μόνον. Οι μετρήσεις μεταφέρονται μόνο μέσω Η/Υ και Διαδικτύου στο Κέντρο καταγραφής μετρήσεων.

ΒΙΟΧΗΜΙΚΟΣ ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΑΙΜΑΤΟΣ



Αυτόματος βιοχημικός αναλυτής, ο οποίος βασίζει τη λειτουργία του στη μέθοδο της ξηράς χημείας. Η συσκευή διαθέτει ενσωματωμένη λειτουργία "φυγοκέντρου" μιας διαδικασίας απαραίτητης για τις εξετάσεις που διεξάγει. Το μόνο που πρέπει να κάνει ο χειριστής είναι να τοποθετήσει μια μικρή ποσότητα αίματος του ασθενή στην ειδική κάψουλα. Η ρύθμιση της συσκευής για την μέτρηση που πρόκειται να διεξάγει γίνεται αυτόματα με την χρήση ειδικής ηλεκτρονικής κάρτας. Τα απολύτου ακριβείας αποτελέσματα των μετρήσεων μπορούν να μεταφερθούν μέσω του Η/Υ και του Διαδικτύου στο κέντρο καταγραφής μετρήσεων.²².

Η συσκευή μπορεί να διεξάγει ταυτόχρονα ένα πλήθος αιματολογικών αναλύσεων με την χρήση test strips. Οι αναλύσεις που πραγματοποιούνται είναι οι εξής:

Γλυκόζη (GLU)
Ουρία (BUN)
Ουρικό Οξύ (UA)
Αιμοσφαιρίνη (Hb)
Τριγλυκερίδια (TG)
Χοληστερίνη (CHO)
Χοληστερίνη - HDL (CHO-HDL)
Χολερυθρίνη (T. Bil)
Τρανσαμινάση GOT (AST/GOT)
Τρανσαμινάση GPT (ALT/GPT)
Κρετινική Φωσφοκινάση (CPK)
Gamma - GT (γ-GT)
Αλκαλική Φωσφατάση (ALP)
Κρεατινίνη (CREA)
K+
Αμυλάση

ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΑΛΥΤΗΣ



Ο αιματολογικός αναλυτής λειτουργεί με δυο μεθόδους ανάλυσης ολικού αίματος και προαιραιωμένου αίματος (prediluted mode). Στην πρώτη περίπτωση το αίμα που βρίσκεται μέσα είναι έτοιμο προς ανάλυση ενώ στην δεύτερη περίπτωση το δείγμα πρέπει να αραιωθεί 1/26 πριν την ανάλυση. Η ταχύτητα μέτρησης είναι 60 δείγματα την ώρα.²².

Ο εν λόγω αναλυτής είναι 18 παραμέτρων, καθώς επίσης και 3 ιστογραμμάτων. Αναλυτικά οι παράμετροι είναι οι εξής:

Λευκά αιμοσφαίρια	WBC
Ερυθρά αιμοσφαίρια	RBC
Αιμοσφαιρίνη	Hb
Αιματοκρίτης	HCT
Μέσος όγκος ερυθρών	MCV
Μέση πυκνότητα Hb	MCH
Μέση περιεκτικότητα Hb	MCHC
Αιμοπετάλια	PTL
Λεμφοκύτταρα %	LYM%
Μεσαίου μεγέθους % MID%	MID%
Ουδετερόφυλα % NEUT %	NEUT%
Λεμφοκύτταρα αριθμός LYMe	LYMe
Μεσαίου μεγέθους αριθμός	MIDε
Εύρος κατανομής ερυθρών	PDW-CV
Εύρος κατανομής αιμοπεταλίων	PDW
Μέσος όγκος αιμοπεταλίων	MPV
Αριθμός μεγάλων αιμοπεταλίων	P-C-CR

ΖΥΓΟΣ

Αποτελεί μια εύκολη στην χρήση της συσκευή η οποία καταγράφει με απόλυτη ακρίβεια το βάρος των διαφόρων εργαστηριακών δειγμάτων.**22.**



ΣΤΗΘΟΣΚΟΠΙΟ

Το πρώτο στηθοσκόπιο που κατασκευάστηκε από τον Ρ. Λεννέκ το 1816 δεν ήταν παρά ένας ξύλινος κύλινδρος με ειδικά διαμορφωμένα άκρα, που παρεμβалλόταν μεταξύ του αυτιού του γιατρού και του θώρακα του ασθενούς.(μονό στηθοσκόπιο).

Τα σύγχρονα στηθοσκόπια αποτελούνται από ένα κωδονικό άκρο, από το οποίο ξεκινάει ελαστικός σωλήνας που μεταφέρει τους ήχους και στα δύο αυτιά του εξεταστή (διπλά στηθοσκόπια) απομονώνοντας τους από εξωτερικούς θορύβους.**22.**



Εικόνα .Στηθοσκόπιο

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η αυξανόμενη γνώση των παθολογικών εξεργασιών και η εισαγωγή νέων μορφών θεραπείας αύξησαν σημαντικά την εφαρμογή εργαστηριακών τεχνικών για την παρακολούθηση της πορείας των νόσων, παράλληλα δε και την ανάπτυξη οργάνων που επιτρέπουν την ταχεία και ακριβή εκτέλεση τους. Η εισαγωγή του αυτοματισμού στην ιατρική τεχνολογία τείνει να αυξήσει το πεδίο των εφαρμογών και την πολυπλοκότητα της ιατρικής τεχνολογίας, αυξάνοντας την σπουδαιότητα της για την κλινική ιατρική. Παράλληλα δίνει όλο και μεγαλύτερες δυνατότητες για την διάγνωση και την αντιμετώπιση των διαφορών ασθενειών.

Ελπίζω μέσα από την εργασία μου να σας γνωστοποιήσα τον τρόπο λειτουργίας καθώς και την χρησιμότητα ορισμένων από τα πιο ευρέως διαδεδομένα ιατρικά μηχανήματα που παρατηρούνται σε παρά πολλούς τομείς της σύγχρονης ιατρικής, τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γκουντέλας Β., (1993). Analyze – Το τρίτο μάτι. CAD/CAM & Graphics, τεύχος 5, σελ. 80-83.
2. Kappelman J., Ryan T., Zylstra M., (1999). The digital library as a platform for studying anatomical form and function, D-Lib Magazine, Vol. 5, No. 9.
3. Σαββαΐδης Π., (1997). Το πρόγραμμα MetaΣΧ για μετασχηματισμούς συντεταγμένων, Έκδοση Γ. Οικονομίδης ΕΠΕ, Θεσσαλονίκη.
4. Velthuisen R., Clarke L., Phuphanics S., Hall O., Bensaid A., Arrington J., Greenberg H., Sildiger M., (1995). Unsupervised measurement of brain tumor volume on MR images. Journal of MRI, vol. 5, pp. 594-605.
5. Μιχαήλ Ι. Μαζωνάκης.
Πανεπιστήμιο Κρήτης .Σχολή Θετικών Επιστημών-Υγείας. Τμήμα Ιατρικής.
6. Εφαρμογή Σύγχρονων Μεθόδων Ανασύνθεσης και επεξεργασίας εικόνων στην Υπολογιστική και Μαγνητική Τομογραφία
Mcgraw-Hill. Dictionary of Scientific and Technical Terms. 4th edition
7. Brown K. Prognostic value of thallium-201 myocardial perfusion imaging. A diagnosis tool comes of age. Circulation 1991, 83:363–381.
8. Καρδιολογία, Π.Κ. Τούτουζα, 1999 , 21 Ιουλίου 1999
Πηγή: Ελληνικό Ίδρυμα Καρδιολογίας, Περιοδικό 'Στους ρυθμούς της καρδιάς'.
9. Watchers Fj., Soufer R., Zaret Bl. Nuclear Cardiology. In: Braunwald E (ed) Heart Disease. 5th ed. WB Saunders Co, Philadelphia, 1997:273–316.
10. Maddahi J. Myocardial perfusion imaging for the detection and evaluation of coronary artery disease. In: Skorton DJ, Scherbert HR, Wolf GL, Brundage BH (eds) Cardiac Imaging. WB Saunders Co, Philadelphia, 1996:971–994.
11. Φυσιολογία εγκεφάλου και ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
Δημήτρης Κουτσούρης. Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Ερρίκος Βεντούρας. Δρ. Βιοϊατρικής Τεχνολογίας. Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Αθήνας
12. Annequin D, Tourniaire B, Massiou H. Migraine and headache in childhood and adolescence. Pediatr Clin N Am 2000, 47:617-631.

13. Ramelli GP, Sturzenegger M, Donati F, Karbowski K. EEG findings during basilar migraine attacks in children. *Electroen Clin Neuro* 1998, 107:374-378.
14. Lewis DW, Ashwal S, Dahl G, Dorbad D, Hirtz D, Prensky A, et al. Practice parameter: evaluation of children and adolescents with recurrent headaches: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. *Neurology* 2002, 59:490-498.
15. Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg.* 1982; 57:769-774.
16. Otis SM, Ringelstein EB. The transcranial Doppler examination: Principles and applications of transcranial Doppler sonography. In Tegeler CH, Babikian VL, Gomez CR: *Neurosonology*. St Louis: Mosby, 1996, pages 140-155.
17. Kontos HA. Validity of cerebral arterial blood flow calculations from velocity measurements. *Stroke* 1989; 20:1-3.
18. Adams RJ, McKie V, Nichols F, et al. The use of transcranial ultrasonography to predict stroke in sickle cell disease. *N Engl J Med* 1992;326:605-610.
19. Ιωάννα Σουφλήρη .Το ΒΗΜΑ, 07/10/2001 , Σελ.: Α63
Κωδικός άρθρου: B13384A631.ID: 239563.
20. Little Wc, Downes Tr, Applagate Rj. The underlying coronary lesion in myocardial infarction: implications for coronary angiography. *Clin Cardiol* 1991, 14:868–874.
21. Bodenheimer MM, Wachters FJT, Schwartz RG, Brown M. Prognostic significance of a fixed thallium defect one to six months after onset of acute myocardial infarction or unstable angina. *Am J Cardiol* 1994, 74:1196–1200
22. Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος-Λαρούς-Μπριτάνικα.(1996), Εκδοτικός οργανισμός Πάπυρος.