

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ

**ΘΕΜΑ: ΙΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ  
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:**

ΚΑΤΣΑΛΗ ΘΕΟΔΩΡΑ  
ΚΑΣΤΑΝΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ  
ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ - ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

Δρ ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ, 2006

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> Εισαγωγή .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> Συστήματα με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία .....	9
2.1 Διαγνωστικά μηχανήματα .....	9
2.2 Ηλεκτροκαρδιογράφημα .....	9
2.2.1 Ορισμός ΗΚΓ .....	9
2.2.2 Χαρακτηριστικά του φυσιολογικού ΗΚΓ .....	9
2.2.2.1 Κύματα εκπόλωσης και επαναπόλωσης .....	10
2.2.2.2 Η συσχέτιση της συστολής των κόλπων και κοιλιών προς τα κύματα του ΗΚΓ....	11
2.2.2.3 Η βαθμονόμηση του ΗΚΓ ως προς την ηλεκτρική τάση και χρόνο.....	12
2.2.3 Μέθοδοι καταγραφής ΗΚΓ – Ο καταγραφέας με γραφίδα.....	13
2.2.3.1 Η ροή ηλεκτρικών ρευμάτων μέσα στο θώρακα γύρω από την καρδιά.....	14
2.2.4 Ηλεκτροκαρδιογραφικές απαγωγές.....	15
2.2.4.1 Προκάρδιες απαγωγές.....	17
2.2.5 Ηλεκτροκαρδιογραφική των καρδιακών αρρυθμιών.....	18
2.2.5.1 Κολποκοιλιακές αποκλίσεις.....	18
2.2.5.2 Πρώιμες συστολές.....	20
2.3 Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα.....	25
2.3.1 Ορισμός ΗΕΓ.....	25
2.3.1.1 Ενδείξεις – χρησιμότητα ΗΕΓ.....	26
2.3.1.2 Η ερμηνεία του ΗΕΓ.....	27
2.3.1.3 Το φυσιολογικό ΗΕΓ.....	28
2.3.1.4 Θέσεις ηλεκτροδίων.....	31
2.3.1.5 Ρυθμοί του ΗΕΓ.....	32
2.3.1.6 Χαρακτηριστικά σε διάφορες καταστάσεις.....	34
2.3.1.7 Ιατρική χρησιμότητα του ΗΕΓ.....	35
2.3.1.8 Τεχνικά προβλήματα.....	35
2.3.1.9 Δυναμικά από την καρδιά και τα μάτια.....	35
2.3.1.10 Ηλεκτρική και μαγνητική παρεμβολή από γειτονικά ρεύματα.....	36
2.3.1.11 Παρεμβολή από πεδία υψηλής ραδιοφωνικής συχνότητας.....	36
2.3.1.12 Μείωση των ανεπιθύμητων παρεμβολών.....	37
2.3.1.13 Συνήθεις παθολογικές δραστηριότητες.....	38
2.3.1.14 ΗΕΓ στην κλινική πράξη.....	39

2.3.1.15 Γνωμάτευση.....	42
2.3.2 Μαγνητική τομογραφία.....	46
2.3.3 Αγγειογραφία.....	50
2.3.4 Μυελογραφία.....	50
2.3.5 Ηχοεγκεφαλογραφία.....	51
2.3.6 Γαμμοεγκεφαλογραφία.....	51
2.3.7 Ηλεκτρομυογραφία.....	51
2.3.8 Ακτινολογικές εξετάσεις.....	61
2.3.9 ENY.....	61
2.3.10 Ηλεκτρομυογραφία.....	62
2.4 Μαγνητοεγκεφαλογραφία.....	62
2.4.1 Ορισμός.....	62
2.4.2 Ανθρώπινος εγκέφαλος.....	63
2.4.3 Συστατικά εγκεφάλου.....	63
2.4.4 Βασικά στοιχεία MEG.....	65
2.4.5 Ανίχνευση μαγνητικών πεδίων.....	70
2.4.6 α) MEG και μαγνητικός τομογράφος.....	71
β) MEG και επιληψία.....	72
γ) MEG και κώφωση και δυσκολία κατανόησης ομιλίας.....	72
δ) MEG και εγκεφαλικά επεισόδια.....	73
2.5 Θεραπευτικά μηχανήματα.....	74
2.5.1 Ορισμός απινιδωτή και χαρακτηριστικά.....	74
2.6 Διαθερμίες.....	77
2.6.1 Ορισμός.....	77
2.6.2 Κύρια χαρακτηριστικά.....	78
2.6.3 Βιολογική επίδραση των διαθερμιών.....	79
2.6.3.1 Φυσιολογική επίδραση των διαθερμιών.....	80
2.6.4 Μέθοδοι εφαρμογών των διαθερμιών.....	81
2.6.5 Διαθερμίες μακρών κυμάτων.....	81
2.6.5.1 Διαθερμίες βραχέων κυμάτων.....	81
2.6.5.1.1 Μέθοδος πεδίων πυκνωτών.....	81
2.6.6 Τεχνικές εφαρμογής.....	83
2.6.7 Προετοιμασία του ασθενή – Προετοιμασία μηχανημάτων και χειρισμού αυτών.....	84
2.6.8 Εφαρμογές βραχέων κυμάτων.....	85

2.6.9 Διαθερμία μικροκυμάτων.....	86
2.6.10 Ενδείξεις και αντενδείξεις διαθερμιών.....	86
2.6.11 Παλμική εκπομπή ρευμάτων.....	87
2.7 Προκλητά δυναμικά.....	88
2.7.1 Ορισμός.....	88
2.7.2 Κατηγορίες προκλητών δυναμικών.....	88
2.7.3 Γενικά χαρακτηριστικά.....	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	91
3.1 Πως λειτουργεί το σύστημα κινητής τηλεφωνίας.....	91
3.2 Επιστημονικά δεδομένα και τα επιχειρήματα των εταιριών της κινητής τηλεφωνίας.....	92
3.3 Βιολογικές επιπτώσεις.....	93
3.3.1 Βλάβες στο DNA, στα έμβρυα και στην αναπαραγωγή.....	94
3.3.2 Βλάβες στον εγκέφαλο.....	95
3.3.3 Άλλες βλάβες.....	96
3.4 Μέτρα προφύλαξης.....	97
3.4.1 Χρήση κινητών τηλεφώνων από τα παιδιά.....	97
3.4.2 Χρήση κινητού τηλεφώνου στο αυτοκίνητο.....	97
3.4.3 Κεραίες κινητής τηλεφωνίας.....	98
3.4.4 Οικιακές συσκευές.....	98
3.4.5 Ασύρματα τηλέφωνα.....	99
3.4.6 Πομποί ραδιοφωνίας και τηλεόρασης.....	99
3.4.7 Βιολογικές βλάβες στα παιδιά.....	100
3.4.8 Εμπόδια των εταιριών κατασκευής των κινητών τηλεφώνων σε ερευνητές.....	101
3.4.8.1 Έμμεση αποδοχή της επικινδυνότητας των κινητών τηλεφώνων από τις εταιρίες κατασκευής τους.....	102
3.4.8.2 Συνένοχες κρατικές υπηρεσίες ελέγχου και οι διεθνείς οργανισμοί.....	104
3.4.8.3 Το απατηλό «ασφαλές» όριο (SAR) έκθεσής μας στην ακτινοβολία των κινητών..	105
Βιβλιογραφία.....	107

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η εισβολή των νέων τεχνολογιών της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών (εξέλιξη που κάθε άλλο παρά ανεπιθύμητη μπορεί να χαρακτηριστεί) σε όλες τις εκφάνσεις της καθημερινής μας ζωής, έχει επιδράσει θετικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του πολίτη, σε πλείστους τομείς. Η υγεία είναι ένας από τους σημαντικότερους, αφενός γιατί ο χώρος αυτός θεωρείται κρίσιμος από κάθε άποψη τόσο σε εθνικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο και, αφετέρου, γιατί τα ωφέλη αφορούν όλους τούς εμπλεκόμενους, όντας ποιοτικά και ποσοτικά μετρήσιμα.

Η εποχή που η Πληροφορική εθεωρείτο η εξέλιξη της μηχανογράφησης (μ' άλλα λόγια, μια διαχειριστική αναγκαιότητα) μάλλον έχει παρέλθει ανεπιστρεπτί. Από την απλή οργάνωση των διαδικασιών, έχουμε περάσει σε μια άλλη εποχή, που οι νέες τεχνολογίες έχουν πλέον ενσωματωθεί και δρουν ως καταλύτης στην παροχή υπηρεσιών υγείας, ιδιαίτερα αν δρουν συνολικά κι όχι αποσπασματικά, ανοίγοντας νέους δρόμους για όλους: ενοποιούν, αυτοματοποιούν και επιταχύνουν διαδικασίες, μειώνουν χρόνους και κόστη, αναβαθμίζουν την ποιότητα των συνθηκών εργασίας άρα και των παρεχομένων νοσηλευτικών υπηρεσιών, προσφέρουν πρωτόφαντες δυνατότητες στους εμπλεκόμενους και διευκολύνουν κάθε προσαρμογή ή βελτίωση. Σ' ένα χώρο έντασης υιοθέτηση κάθε καινοτομίας είναι πλέον καθεστώς, οι Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών αποτελούν την καλύτερη απάντηση σε πάρα πολλά ερωτήματα.

Η νοσηλευτική είναι επιστήμη και τέχνη είναι σύνθεση επιστημονικής γνώσης, τεχνικής εφαρμογής και ανθρωπιστικής συμπεριφοράς. Είναι γνωστό ότι το κύρος της Νοσηλευτικής μέχρι σχετικά πρόσφατα βασιζόταν στην παράδοση γι' αυτό και η νοσηλευτική παρέμεινε στατική ως επάγγελμα υγείας. Η εικόνα και ο ρόλος του νοσηλευτή, παρότι κάθε φορά επηρεάζεται από τις κοινωνικές, οικονομικές και πολιτιστικές καταστάσεις, ωστόσο υπάρχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά που έχουν αναχθεί σε ιδίωμα των νοσηλευτών. Το νοσηλευτικό επάγγελμα επιφυλάσσεται κυρίως για το γυναικείο φύλο. Ο νοσηλευτής χαρακτηρίζεται ως άτομο όχι ιδιαίτερα ευφυές και που το επάγγελμα του δεν προαπαιτεί υψηλό βαθμό εκπαίδευσης, σε αντίθεση με τον ιατρό, που θεωρείται ευφυής και που το επάγγελμα του απαιτεί υψηλό Βαθμό εκπαίδευσης. Ο νοσηλευτής δεν διαθέτει ηγετικά προσόντα, όπως αυτονομία σκέψης, αυτοπεποίθηση και ανάληψη κλινικών πρωτοβουλιών, αλλά τουναντίον χρειάζεται κάποιον να τον καθοδηγεί και να του ορίζει τι

πρέπει κάθε φορά να κάνει. Ο νοσηλευτής είναι υποτακτικός, υπάκουος και σιωπηρός, όπως επίσης είναι υπεύθυνος για τις δύσκολες, επαναληπτικές και ψυχολογικά φορτισμένες καταστάσεις στην κλινική πραγματικότητα. Επιπλέον, ο καλός νοσηλευτής είναι αυτός που κάνει τη δουλειά του με αυταπάρνηση, ανιδιοτέλεια και αλτρουισμό, αλλά μένει αφανής και δίχως να επιζητεί την ηθική και υλική ανταμοιβή.

Αυτές οι εικόνες αναφορικά με το νοσηλευτικό επάγγελμα έχουν εμποτίσει όχι μόνο την κοινή γνώμη, αλλά και τους ίδιους τους επιστήμονες της Νοσηλευτικής όμως αυτή η εικόνα δεν είναι πραγματική, αλλά πλασμένη από άλλους. Έτσι, λοιπόν η πλασμένη αυτή εικόνα εξυπηρετεί τα κοινωνικά και οικονομικά συμφέροντα άλλων ισχυρών ομάδων. Συνεχίζουν αυτοί οι συγγραφείς, για να υποστηρίξουν ότι η ιδεώδης κατάσταση επικοινωνίας μεταξύ των επιστημόνων της Νοσηλευτικής και του συστήματος στον χώρο της υγείας δεν υφίσταται, αλλά εκείνο που αφίσταται είναι η επιβολή της τεχνοκρατικής συνείδησης από το σύστημα στους νοσηλευτές. Έτσι, αποστερείται από το νοσηλευτικό επάγγελμα η δυνατότητα να δημιουργήσει ένα ρόλο και μια εικόνα μέσα από μια ελεύθερη και δίκαιη επικοινωνία μεταξύ της Νοσηλευτικής και του συστήματος και παράλληλα συνθλίβεται το οποιοδήποτε ηθικό διαμέτρημα της. αφού η τεχνοκρατική συνείδηση λειτουργεί σε καθαρά συμφεροντολογική βάση, προς όφελος πάντα του συστήματος.

Όσο σημαντική όμως είναι η διαπίστωση για μια τεχνοκρατική συνείδηση που επιβάλλεται από ισχυρές ομάδες, άλλο τόσο σημαντικός είναι ο εντοπισμός αυτών των ισχυρών ομάδων. Μία από τις ομάδες που αναμφίβολα έχει ρόλο στη διαμόρφωση αυτής της συνείδησης είναι οι ιατροί. Οι ιατροί με την εξέλιξη της τεχνολογίας απέκτησαν τη δυνατότητα να παρέχουν θεραπεία σε νοσούντες και αυτό αυτομάτως τους χάρισε δύναμη, τόσο κοινωνική, όσο και οικονομική. Παράλληλα όμως με αυτή τη δυνατότητα ήρθε και το μειονέκτημα ότι θα έπρεπε να υφίστανται την ψυχοφθόρο καθημερινή επικοινωνία με ασθενείς, ότι θα έπρεπε να ασχολούνται με δύσκολες εργασίες, όπως τα ανθρώπινα εκκρίματα, και ότι θα έπρεπε να κατέβουν από την ασφάλεια και το απυρόβλητο της θεωρητικής διάνοησης στο απρόβλεπτο περιβάλλον της καθημερινής πράξης. Στα τέλη του 19ου αιώνα οι ιατροί αναζητούσαν τρόπο να εξαλείψουν αυτά τα μειονεκτήματα που περιόριζαν την κοινωνική και οικονομική δύναμη τους και η λύση ήρθε με την εκχώρηση αυτών των υποχρεώσεων στους νοσηλευτές.

Στη συνέχεια όμως οι ιατροί θέλησαν να ελέγχουν αυτό το καινούριο επάγγελμα, για να αποφύγουν τη μοιρασιά σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο. Έτσι, λοιπόν, αν οι νοσηλευτές παραγκωνίζονταν σε μια σκιερή αφάνεια, οι ιατροί από τη μία θα απαλάσσονταν από τα προαναφερθέντα μειονεκτήματα και από την άλλη θα διατηρούσαν ακέραιη την κοινωνική της αίγλη και οικονομική τους ισχύ όπως εντέλει και έγινε. Επιπλέον, το γεγονός ότι η Νοσηλευτική, ακόμα και σήμερα, αποτελεί τη σκιά της Ιατρικής δίνει μεγαλύτερη αίγλη στη δεύτερη. Είναι σαν τους ζωγραφικούς πίνακες, που για να τονιστεί η φωτεινότητα, πρέπει να μπει το σκιερό τμήμα. Ομοίως, και για να τονιστεί η φωτεινότητα της Ιατρικής, πρέπει να μπει η σκιά της Νοσηλευτικής. Έτσι, λοιπόν, και οι ιατροί μπορούν να δώσουν να καταλάβουν καλύτερα τόσο η κοινωνία όσο και οι οικονομικοί παράγοντες ποιος είναι ο επιστημονικός ρόλος τους, όταν αυτός βρεθεί σε αντιπαράβολή με τον μη επιστημονικό ρόλο των νοσηλευτών.

Μέσα σε συνεχώς μεταβαλλόμενο υγειονομικό περιβάλλον όπου οι ανάγκες των ασθενών αλλά και οι περιορισμοί σε ανθρώπινους και υλικούς πόρους αυξάνονται συνεχώς, ο κυρίαρχος στόχος όλων των συστημάτων υγείας είναι η αύξηση της αποδοτικότητας και η βελτίωση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Η Νοσηλευτική επιστήμη στη χαραυγή του 21ου αιώνα χαράζει την πορεία της, μια πορεία που ζητά έναν κλινικό νοσηλευτή που θα είναι και πρακτικός και θεωρητικός και ερευνητής. να βρίσκονται σε συνεχή κατάσταση έρευνας, να πειραματίζονται με νέες μεθόδους, ώστε να αλλάξουν την πλαναίσιμη και επιβαλλόμενη πραγματικότητα και να οδηγηθούν σε μια απελευθερωτική γνώση που προσφέρει η πρακτική, η οποία βασίζεται στην έρευνα.

Η εισαγωγή των ηλεκτρονικών υπολογιστών στα νοσοκομεία θα επηρεάσει άμεσα τη διοίκηση, την κλινική πράξη, την εκπαίδευση και την έρευνα και θα επιφέρει τεράστιες αλλαγές στις παραδοσιακές μεθόδους καταγραφής των νοσηλευτικών παρεμβάσεων και διακίνησης του έντυπου υλικού.

Η καταγραφή των νοσηλευτικών παρεμβάσεων καταναλώνει μεγάλο μέρος του νοσηλευτικού χρόνου. Έχει βρεθεί ότι περίπου το 30-40% του νοσηλευτικού χρόνου καταναλώνεται σε διαδικασίες που σχετίζονται με τη διαχείριση πληροφοριών. Ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν

την άποψη ότι αν το νοσηλευτικό προσωπικό απελευθερώσει χρόνο θα τον αφιερώσει για την άμεση νοσηλευτική φροντίδα.

Επιπρόσθετα, η κωδικοποίηση των διαγνώσεων, των παρεμβάσεων και των αποτελεσμάτων θα διευκολύνει την εφαρμογή της νοσηλευτικής διεργασίας και την αναβάθμιση της ποιότητας των νοσηλευτικών υπηρεσιών, αφού θα γίνει δυνατή η μέτρηση των αποτελεσμάτων και η σύνδεση τους με συγκεκριμένες διαδικασίες και παρεμβάσεις.

Υπάρχει Βέβαια και η αντίθετη άποψη, σύμφωνα με την οποία η εισαγωγή των Η/Υ στο νοσοκομείο θα αυξήσει τον φόρτο εργασίας, θα απομακρύνει το νοσηλευτικό προσωπικό από τον ασθενή και γενικά θα αποπροσωποποιήσει τις ανθρώπινες σχέσεις και θα επιφέρει τεράστια ηθικά διλήμματα.

Είναι φυσικό λοιπόν πως η τεchnοφοβία οδηγεί σε λαθεμένα συμπεράσματα και σε αδικαιολόγητους πανικούς. Εξ ίσου βέβαια λογικό είναι να μην μας παρασύρει σε υπερβολικά αισιόδοξες εκτιμήσεις και μία απεριόριστη τεχνολατρεία. Η μετριοπάθεια και οι νηφάλιες εκτιμήσεις αποτελούν τον σωστό δρόμο για την διασφάλιση της ανάπτυξης και της λαϊκής ευημερίας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

#### **2.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ**

- α) Ηλεκτροκαρδιογράφημα
- β) Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
- γ) Μαγνητοεγκεφαλογραφία

#### **2.2 ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑ**

##### **2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΗΓΚ (ΗΚΓ -ECG)**

**ΗΚΓ:** Η καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών που παράγονται από την καρδιά, στην επιφάνεια του δέρματος

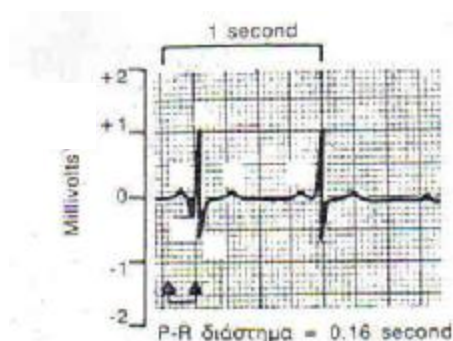
Πληροφορίες σχετικά με:

- ανατομικό προσανατολισμό καρδιάς
- σχετικά μεγέθη καρδιακών κοιλοτήτων
- καρδιακή συχνότητα
- ρυθμό
- παραγωγή και αγωγή διέγερσης

**ΟΧΙ** άμεσες πληροφορίες σχετικά με αντλητική ικανότητα καρδιάς.

(προκύπτουν από πίεση αίματος, καρδιακή παροχή, κ.α.)

##### **2.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ**



Σχήμα 10-1 Το φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Τα χαρακτηριστικά του φυσιολογικού καρδιογραφήματος

Το κύμα P προκαλείται από ηλεκτρικά δυναμικά, τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση των κόλπων, πριν από την συστολή τους, ενώ το σύμπλεγμα QRS προκαλείται από ηλεκτρικά δυναμικά, τα οποία παράγονται κατά την εκπόλωση των κοιλιών πριν από την συστολή τους, δηλαδή κατά την επέκταση του κύματος εκπόλωσης στο μυοκάρδιο των κοιλιών. Κατά συνέπεια τόσο το κύμα P όσο και τα κύματα που αποτελούν το σύμπλεγμα QRS είναι κύματα εκπόλωσης. Το κύμα T<sub>a</sub> προκαλείται από ηλεκτρικά δυναμικά, 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 κύμα χαρακτηρίζεται ως *κύμα επαναπόλωσης*.

### **2.2.2.1 ΚΥΜΑΤΑ ΕΚΠΟΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΠΟΛΩΣΗΣ**

Στο Σχήμα 10-2 απεικονίζεται μυϊκή ίνα σε τέσσερα διαφορετικά στάδια εκπόλωσης και επαναπόλωσης. Κατά τη διεργασία της ‘εκπόλωσης’ το φυσιολογικό αρνητικό δυναμικό στο εσωτερικό της ίνας παύει να υπάρχει, το δε δυναμικό της μεμβράνης στην πραγματικότητα αναστρέφεται, δηλαδή γίνεται ελαφρά θετικό στο εσωτερικό της ίνας, και αρνητικό στην εξωτερική της επιφάνεια.

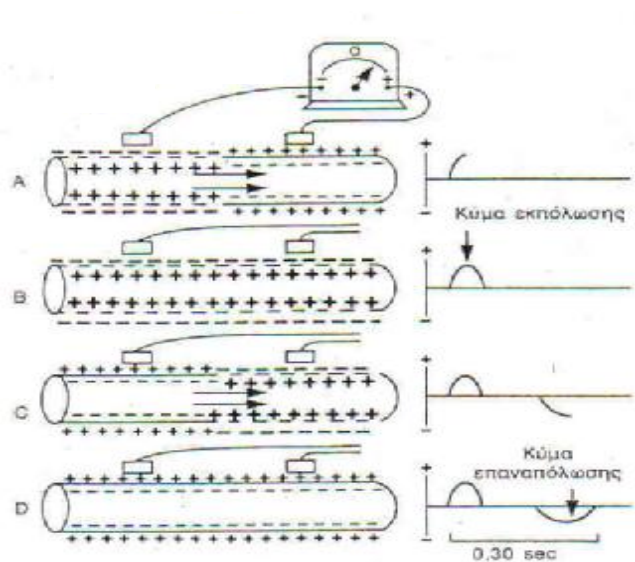
Στο Σχήμα 10-2A, η διεργασία της εκπόλωσης, που απεικονίζεται με κόκκινα θετικά φορτία στο εσωτερικό και τα αρνητικά φορτία στην εξωτερική επιφάνεια, επεκτείνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά, το δε πρώτο μισό τμήμα της ίνας έχει ήδη υποστεί εκπόλωση, ενώ το υπόλοιπο μισό διατηρεί ακόμα την πόλωσή του. Κατά συνέπεια, το αριστερό ηλεκτρόδιο πάνω στην ίνα βρίσκεται σε περιοχή αρνητικότητας όταν έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό της ίνας, ενώ το δεξιό ηλεκτρόδιο βρίσκεται σε περιοχή θετικότητας. Αυτό καταγράφεται ως θετική απόκλιση. Στο δεξιό άκρο του σχήματος, απεικονίζεται η καμπύλη του δυναμικού, όπως καταγράφεται από όργανο με μεγάλη ταχύτητα καταγραφής, όπως είναι σε αυτό το συγκεκριμένο στάδιο εκπόλωσης.

Στο Σχήμα 10-2B η εκπόλωση έχει επεκταθεί σε ολόκληρη τη μυϊκή ίνα, η δε καμπύλη προς τα δεξιά έχει επανέλθει στη μηδενική βασική γραμμή, επειδή και τα δύο ηλεκτρόδια βρίσκονται τώρα σε περιοχές ίσης αρνητικότητας μεταξύ τους. Το συμπληρωμένο αυτό κύμα είναι κύμα εκπόλωσης, γιατί προκαλείται από επέκταση της διέγερσης σε ολόκληρο το μήκος της μυϊκής ίνας.

Στο Σχήμα 10-2C, απεικονίζεται η διεργασία επαναπόλωσης της μυϊκής ίνας, η οποία έχει ήδη προχωρήσει ως το μέσο της ίνας, από αριστερά προς τα δεξιά. Στο σημείο αυτό, το αριστερό ηλεκτρόδιο βρίσκεται σε επαφή με περιοχή θετικότητας, ενώ το δεξιό ηλεκτρόδιο βρίσκεται σε περιοχή αρνητικότητας. Η πολικότητα των 2 ηλεκτροδίων είναι η ακριβώς αντίθετη από εκείνη

του Σχήματος 10-2A. Γι' αυτό και η καταγραφή του δυναμικού, όπως απεικονίζεται στα δεξιά του Σχήματος 10-2C, γίνεται αρνητική.<sup>1</sup>

Στο Σχήμα 10-2D, η μυϊκή ίνα έχει πλήρως επαναπολωθεί, και τα 2 ηλεκτρόδια βρίσκονται σε επαφή με περιοχές θετικότητας, με αποτέλεσμα να μην υφίσταται πλέον διαφορά δυναμικού μεταξύ τους. Έτσι στην καταγραφή προς τα δεξιά του Σχήματος το δυναμικό επανέρχεται και πάλι σε μηδενικό επίπεδο. Το συμπληρωμένο αυτό αρνητικό κύμα χαρακτηρίζεται ως *κύμα επαναπόλωσης*, επειδή προκαλείτο επέκταση της διεργασίας επαναπόλωσης στη μυϊκή ίνα.



Σχήμα 10-2 Καταγραφή του κύματος εκπόλωσης και του κύματος επαναπόλωσης από μια μυϊκή ίνα μυοκαρδίου.

#### 2.2.2.2 Η ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΚΟΛΠΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΟΙΛΙΩΝ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Πριν γίνει δυνατή η συστολή του μυός, είναι απαραίτητη η επέκταση της εκπόλωσης στο μυοκάρδιο, για την έναρξη των χημικών διεργασιών της συστολής. Κατά συνέπεια, το κύμα P εμφανίζεται κατά την έναρξη της συστολής των κόλπων, και το σύμπλεγμα QRS εμφανίζεται αμέσως κατά την έναρξη της συστολής των κοιλιών. Οι κοιλίες παραμένουν σε κατάσταση συστολής για μερικά χιλιοστά του sec μετά την επαναπόλωση, δηλαδή μετά το τέλος του κύματος T.

Το κύμα επαναπόλωσης των κοιλιών στο φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα είναι το κύμα T. Φυσιολογικά, ορισμένες μυϊκές ίνες του μυοκαρδίου των κοιλιών αρχίζουν να επαναπολώνονται

0,20 sec περίπου μετά την έναρξη του κύματος εκπόλωσης, πολλές όμως άλλες ίνες αρχίζουν να επαναπολώνονται βραδύτερα, μέχρι και 0,35 sec. Έτσι η διεργασία της επαναπόλωσης εκτείνεται μέσα σε σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα, περίπου 0,15 sec. Κατά συνέπεια το κύμα T στο φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα συχνά είναι παρατεταμένο, η ηλεκτρική του όμως τάση είναι σημαντικά μικρότερη από την τάση του συμπλέγματος QRS, αυτό δε μερικώς οφείλεται στη μεγάλη του διάρκεια.

Οι κόλποι επαναπολώνονται περίπου 0,15 ως 0,20 sec μετά το κύμα P. Ο χρόνος όμως αυτός συμπίπτει με την εμφάνιση του συμπλέγματος QRS στο ηλεκτροκαρδιογράφημα. Κατά συνέπεια, το κύμα επαναπόλωσης των κόλπων, γνωστό ως T των κόλπων, συνήθως επικαλύπτεται από το πολύ μεγαλύτερο σύμπλεγμα QRS. Γι' αυτό το λόγο, σπάνια μόνο είναι δυνατό να παρατηρηθεί κοιλιακό κύμα T στο ηλεκτροκαρδιογράφημα.<sup>3</sup>

### **2.2.2.3 Η ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΧΡΟΝΟ**

Όλα τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα λαμβάνονται με τις κατάλληλες γραμμώσεις βαθμονόμησης στο χαρτί. Οι γραμμώσεις αυτές είτε είναι τυπωμένες στο χαρτί από πριν, όπως συμβαίνει στην περίπτωση που η καταγραφή του γίνεται με γραφίδα, είτε αναγράφονται στο χαρτί κατά τη λήψη του ηλεκτροκαρδιογραφήματος, όπως όταν η καταγραφή γίνεται με τη χρήση ηλεκτροκαρδιογράφου φωτογραφικού τύπου.

Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 10-1, οι οριζόντιες γραμμές βαθμονόμησης είναι χαραγμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε 10 μικρές υποδιαρέσεις, προς τα πάνω ή προς τα κάτω, στο σύνηθες ηλεκτροκαρδιογράφημα, να αντιστοιχούν σε 1 mV (χιλιοστό του Volt), θετική απόκλιση προς τα άνω και αρνητική απόκλιση προς τα κάτω.

Οι κάθετες γραμμές στο ηλεκτροκαρδιογράφημα αποτελούν γραμμές βαθμονόμησης χρόνου. Κάθε 2,5 cm σε οριζόντια κατεύθυνση αντιστοιχούν σε χρόνο 1 sec, αυτή δε η απόσταση συνήθως υποδιαιρείται σε πέντε ίσα μέρη, με παχύτερες κάθετες γραμμές. Τα διαστήματα μεταξύ αυτών των γραμμών αντιστοιχούν το καθένα σε χρόνο 0,20 sec.

**Οι φυσιολογικές ηλεκτρικές τάσεις στο ηλεκτροκαρδιογράφημα.** Η ηλεκτρική τάση των κυμάτων στο φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στην επιφάνεια του σώματος και από την απόστασή τους από την καρδιά. 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 φθάσει τα 3 ή 4 mV. Αλλά ακόμα 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 ηλεκτροκαρδιογράφημα καταγράφεται με ηλεκτρόδια τοποθετημένα στα δύο 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 κύματος R μέχρι το κάτω μέρος του κύματος S. Εξάλλου η ηλεκτρική τάση του κύματος P είναι 0,1 ως 0,3 mV, και του κύματος T, από 0,2 ως 0,3 mV.

**Το διάστημα P-Q ή P-R.** Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της αρχής του κύματος 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 συχνά το κύμα Q απουσιάζει.

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

**Η συχνότητα τη καρδιακής λειτουργίας όπως καθορίζεται με το ηλεκτροκαρδιογράφημα.** Η συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας μπορεί να καθορίζεται εύκολα από το ηλεκτροκαρδιογράφημα, γιατί το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ 2 διαδοχικών καρδιακών παλμών είναι το αντίστροφο της καρδιακής συχνότητας. Εάν το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ 2 διαδοχικών καρδιακών παλμών, όπως καθορίζεται με τις γραμμές βαθμονόμησης είναι 1 sec, η καρδιακή συχνότητα είναι 60 καρδιακοί παλμοί ανά λεπτό. Το φυσιολογικό χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ 2 διαδοχικών συμπλεγμάτων QRS είναι περίπου 0,83 sec. Αυτό σημαίνει ότι η καρδιακή συχνότητα, σ' αυτή την περίπτωση είναι:  $60/0,83$  ανά min. Δηλαδή 72 καρδιακοί παλμοί ανά πρώτο λεπτό.<sup>3</sup>

### **2.2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ – Ο ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑΣ ΜΕ ΓΡΑΦΙΔΑ**

Τα ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται από το μυοκάρδιο κατά τη διάρκεια του καρδιακού παλμού, σε ορισμένες στιγμές μεταβάλλουν δυναμικό και πολικότητα μέσα σε χρονικό διάστημα μικρότερο από 0,01 sec. Κατά συνέπεια, η οποιαδήποτε συσκευή χρησιμοποιείται για την καταγραφή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος είναι απαραίτητο να ανταποκρίνεται ταχύτατα προς τις μεταβολές αυτές των ηλεκτρικών δυναμικών.

Ο ηλεκτροκαρδιογράφος με γραφίδα συγκαταλέγεται στα πλέον σύγχρονα κλινικά όργανα και καταγράφει το ηλεκτροκαρδιογράφημα με πένα, με άμεσο τρόπο, σε λωρίδα από κινούμενο χαρτί.

Η γραφίδα συνήθως συνίσταται σε λεπτό σωληνίσκο, που το ένα του άκρο συνδέεται με μελανοδοχείο, ενώ το άλλο του άκρο, που χρησιμοποιείται για την καταγραφή, συνδέεται με ισχυρό σύστημα ηλεκτρομαγνήτη, που είναι ικανό να μετακινεί τη γραφίδα πάνω-κάτω, με μεγάλη ταχύτητα. Επειδή το χαρτί μετακινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα εμπρός, η γραφίδα καταγράφει το ηλεκτροκαρδιογράφημα. Με τη σειρά της, η κίνηση της γραφίδας ελέγχεται με τους κατάλληλους ενισχυτές που είναι συνδεδεμένοι με τον ασθενή με τα κατάλληλα ηλεκτρόδια. Σε άλλα συστήματα καταγραφής χρησιμοποιείται ειδικό χαρτί, όπου δεν απαιτείται η χρησιμοποίηση μελάνης για τη γραφίδα. Ένα είδος τέτοιου χαρτιού μαυρίζει με την έκθεσή του σε θερμότητα, ενώ η ίδια η γραφίδα διατηρείται σε κατάλληλη υψηλή θερμοκρασία με ηλεκτρικό ρεύμα. Σε ένα άλλο τύπο, το χαρτί μαυρίζει όταν ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται από την ακίδα της γραφίδας, μέσα από το χαρτί, προς άλλο ηλεκτρόδιο, που είναι τοποθετημένο πίσω από το χαρτί. Με αυτόν τον τρόπο καταγράφεται μία μαύρη γραμμή σε κάθε σημείο του χαρτιού που έρχεται σε επαφή με την ακίδα της γραφίδας.<sup>3</sup>

### **2.2.3.1 Η ΡΟΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΘΩΡΑΚΑ ΓΥΡΩ ΑΠ' ΤΗ ΚΑΡΔΙΑ**

Στο σχήμα 10.4 απεικονίζεται η μάζα του μυοκαρδίου των κοιλιών, μέσα στο θώρακα. Ακόμα και οι πνεύμονες, αν και γεμάτοι με αέρα, άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα σε εκπληκτικό βαθμό, τα δε υγρά που περιέχονται σε άλλους ιστούς, που περιβάλλουν την καρδιά, άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα με ακόμα μεγαλύτερη ευκολία. Γι' αυτό, η καρδιά μπορεί να θεωρηθεί ότι αιωρείται μέσα σε μέσο με πολλή καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα. Όταν ένα τμήμα των κοιλιών καταστεί ηλεκτραρνητικό σε σχέση με το υπόλοιπο, ηλεκτρικό ρεύμα ρέει από την εκπολωμένη προς την πολωμένη περιοχή, κατά μεγάλες κυκλικές διαδρομές, όπως παριστάνονται στο σχήμα.

Υπενθυμίζεται ότι, από τη συζήτηση για το σύστημα Purkinje, προκύπτει ότι η καρδιακή διέγερση στις κοιλίες φτάνει πρώτα στο μεσοκοιλιακό διάφραγμα, και αμέσως μετά επεκτείνεται στις υπόλοιπες ενδοκαρδιακές επιφάνειες των κοιλιών, όπως απεικονίζεται με τις έγχρωμες περιοχές και τα αρνητικά σήματα στο σχήμα 10.4. Αυτό προκαλεί ηλεκτραρνητικότητα στο εσωτερικό των κοιλιών και ηλεκτροθετικότητα στα εξωτερικά τοιχώματα των κοιλιών, με αποτέλεσμα τη ροή ηλεκτρικών ρευμάτων μέσα από τα υγρά που περιβάλλουν τις κοιλίες, σε ελλειπτικές τροχιές, όπως παριστάνεται στο σχήμα. Από το αλγεβρικό άθροισμα όλων των γραμμών ροής των ηλεκτρικών αυτών ρευμάτων (ελλειπτικές διαδρομές), προκύπτει ότι η μέση ροή ηλεκτρικού ρεύματος πραγματοποιείται με την ηλεκτραρνητικότητα προς τη βάση της καρδιάς και με την ηλεκτροθετικότητα προς την κορυφή της. Κατά τη διάρκεια της διεργασίας εκπόλωσης των περισσότερων υπόλοιπων περιοχών, η ροή του ρεύματος επιτελείται με την ίδια αυτή κατεύθυνση, γιατί η εκπόλωση επεκτείνεται από την ενδοκαρδιακή επιφάνεια προς τα έξω,

μέσα από την μάζα του μυοκαρδίου των κοιλιών. Εντούτοις αμέσως πριν από την συμπλήρωση της διαδρομής της εκπόλωσης μέσα στα τοιχώματα των κοιλιών, η κατεύθυνση της ροής του ρεύματος αναστρέφεται, για χρονικό διάστημα περίπου 1/100 του sec. Κατά τη μεταβολή αυτή η ροή του ρεύματος επιτελείται από την κορυφή προς τη βάση της καρδιάς, γιατί το τελευταίο τμήμα της καρδιάς, το οποίο υφίσταται εκπόλωση, είναι τα εξωτερικά τοιχώματα των κοιλιών, κοντά στη βάση της καρδιάς.

Έτσι, στη φυσιολογική καρδιά, μπορεί να θεωρηθεί ότι το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει από το αρνητικό προς το θετικό, κατά κύριο λόγο με κατεύθυνση από τη βάση προς την κορυφή της καρδιάς, κατά ολόκληρη σχεδόν τη διάρκεια της εκπόλωσης, εκτός από την τελευταία της φάση. Γι' αυτό, εάν ένα ηλεκτρικό μετρητικό όργανο είναι συνδεδεμένο με την επιφάνεια του σώματος, όπως παριστάνεται στο σχήμα 10.4, το ηλεκτρόδιο που είναι πλησιέστερο προς τη βάση της καρδιάς θα είναι αρνητικό σε σχέση με το ηλεκτρόδιο που είναι πλησιέστερο προς την κορυφή, και το μετρητικό όργανο θα εμφανίσει θετικό δυναμικό στο ηλεκτροκαρδιογράφημα<sup>3</sup>.

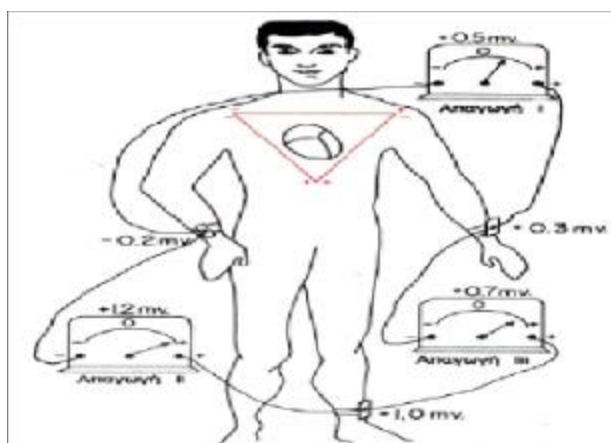
## 2.2.4 ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΓΩΓΕΣ

### Ηλεκτροκαρδιογραφικές Απαγωγές

#### Πρότυπες διπολικές απαγωγές των άκρων

*Απαγωγή :* δύο καλώδια και τα ηλεκτρόδιά τους (πλήρες ηλεκτρικό κύκλωμα μαζί με τον ΗΚΓ ράφο).

*Διπολική :* το ΗΚΓ καταγράφεται από δύο ειδικά ηλεκτρόδια τοποθετημένα στα άκρα.



### Ηλεκτροκαρδιογραφικές Απαγωγές

#### Απαγωγή I:

αρνητικό ηλεκτρόδιο : δεξί χέρι

θετικό ηλεκτρόδιο : αριστερό χέρι

### Απαγωγή II:

αρνητικό ηλεκτρόδιο : δεξί χέρι

θετικό ηλεκτρόδιο : αριστερό πόδι

### Απαγωγή III:

αρνητικό ηλεκτρόδιο : αριστερό χέρι

θετικό ηλεκτρόδιο : αριστερό πόδι



### Ηλεκτροκαρδιογραφικές Απαγωγές

**Τρίγωνο του Einthoven:** το ισόπλευρο τρίγωνο γύρω από την καρδιά. Τα δύο άνω άκρα και το αριστερό κάτω άκρο αποτελούν τις τρεις γωνίες του τριγώνου.

### Νόμος του Einthoven:

#### Παράδειγμα

$\Delta X : -0,2mV$ ,  $AX : +0,3mV$ ,  $ΑΠ : +1,0mV$

Απαγωγή I:  $0,3 - (-0,2) = +0,5mV$

Απαγωγή III:  $1,0 - 0,3 = +0,7mV$  "

Απαγωγή II:  $0,5 + 0,7 = +1,2mV$

### Φυσιολογικά ΗΚΓ που καταγράφηκαν από τις 3

#### βασικές ηλεκτροκαρδιογραφικές απαγωγές

ΗΚΓ 3 βασικών απαγωγών:

- κύματα P, T θετικά
- μεγαλύτερο τμήμα QRS θετικό



### Απαγωγή I + Απαγωγή III = Απαγωγή II

1) Διάγνωση *καρδιακών αρρυθμιών*: δεν ενδιαφέρει η απαγωγή - χρονικές σχέσεις διαφόρων κυμάτων του καρδιακού κύκλου

2) Διάγνωση *βλάβης κοιλιών ή κόλπων*:

ενδιαφέρει η απαγωγή – καθορισμός έκτασης και βλάβης, οι διαταραχές του μυοκαρδίου αλλοιώνουν σημαντικά την εικόνα των ΗΚΓ ορισμένων απαγωγών χωρίς να επηρεάζουν άλλες.<sup>5</sup>



#### 2.2.4.1 ΠΡΟΚΑΡΔΙΕΣ ΑΠΑΓΩΓΕΣ

Συχνά, ηλεκτροκαρδιογραφήματα λαμβάνονται με το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετημένο στην πρόσθια επιφάνεια του θώρακα, πάνω από τη καρδιά, σε ένα από τα έξι ξεχωριστά σημεία, που σημειώνονται με κόκκινο χρώμα στο σχήμα 11.8. Αυτό το ηλεκτρόδιο συνδέεται με το θετικό πόλο του ηλεκτροκαρδιογράφου, ενώ το αρνητικό ηλεκτρόδιο, 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 την διαδοχική τοποθέτηση θωρακικού ηλεκτροδίου στα έξι σημεία που σημειώνονται στο διάγραμμα. Τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα που λαμβάνονται είναι γνωστά ως απαγωγές V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub> και V<sub>6</sub>.

Στο σχήμα 10.8 απεικονίζονται τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα φυσιολογικής καρδιάς, όπως καταγράφονται από τις έξι αυτές πρότυπες θωρακικές (προκάρδιες) απαγωγές. Επειδή οι διάφορες επιφάνειες της καρδιάς είναι πολύ κοντά στο θωρακικό τοίχωμα, με τη καθεμιά θωρακική

απαγωγή αναγράφεται, κατά κύριο λόγο, το ηλεκτρικό δυναμικό του μυοκαδίου, που βρίσκεται αμέσως κάτω από το ηλεκτρόδιο. Γι' αυτό το λόγο, σχετικά μικρές ανωμαλίες στις κοιλίες, και ιδιαίτερα στο πρόσθιο κοιλιακό τοίχωμα, συχνά προκαλούν εκσεσημασμένες αλλοιώσεις στα ηλεκτροκαρδιογραφήματα που λαμβάνονται με τις προκάρδιες απαγωγές.<sup>5</sup>

### **2.2.5 Η ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΚΑΡΔΙΑΚΩΝ ΑΡΡΥΘΜΙΩΝ**

Ο κύριος σκοπός του παρόντος τμήματος είναι η περιγραφή των ηλεκτροκαρδιογραφημάτων που καταγράφουν μερικές καταστάσεις κλινικά γνωστές ως «καρδιακές αρρυθμίες»<sup>5</sup>.

#### **2.2.5.1 ΚΟΛΠΟΚΟΙΛΙΑΚΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ**

Ο μόνος τρόπος με τον οποίο οι διεγέρσεις μπορούν φυσιολογικά να διέρχονται από τους κόλπους στις κοιλίες είναι μέσα από το κολποκοιλιακό δεμάτιο, που είναι γνωστό και ως δεμάτιο του His. Οι διάφορες καταστάσεις οι οποίες είτε μπορούν να περιορίζουν το ρυθμό της αγωγής της διέγερσης μέσα από αυτό το δεμάτιο, είτε μπορούν να αποκλείουν πλήρως την αγωγή της είναι:

1. Η ισχαιμία των ινών του κολποκοιλιακού δεματίου.
2. Η συμπίεση του κολποκοιλιακού δεματίου από ουλώδη ιστό ή από αποτιτανωμένους σχηματισμούς της καρδιάς.
3. Η φλεγμονή του κολποκοιλιακού κόμβου ή του κολποκοιλιακού δεματίου.
4. Ο εξαιρετικά έντονος ερεθισμός της καρδιάς με τα πνευμονογαστρικά νεύρα.

#### **Ατελής (ή μερικός) κολποκοιλιακός αποκλεισμός.**

Όταν η αγωγή από την κολποκοιλιακή σύνδεση επιβραδυνθεί πέρα από τη φυσιολογική τιμή των 0,16 sec στα 0,25-0,50 sec, τα δυναμικά ενέργειας που κινούνται μέσα από τις κολποκοιλιακές ίνες μερικές φορές έχουν αρκετή ισχύ για να περάσουν και να προχωρήσουν προς τον κολποκοιλιακό κόμβο, άλλοτε όμως δεν είναι τόσο ισχυρά. Συχνά τα ερεθίσματα περνούν στις κοιλίες προκαλώντας έναν καρδιακό παλμό, ενώ αδυνατούν να περάσουν στον επόμενο ή στους δύο επόμενους παλμούς, δημιουργώντας έτσι μια κατάσταση αγωγής και μη αγωγής εναλλάξ. Σ' αυτήν την περίπτωση, οι κόλποι πάλλονται με συχνότητα μεγαλύτερη απ' ό,τι οι κοιλίες και λέγεται ότι οι κοιλίες «χάνουν συστολές». Η κατάσταση αυτή ονομάζεται μερικός κολποκοιλιακός αποκλεισμός.

Στην εικόνα 10.9 παρατηρούνται μεγάλα διαστήματα P-P, ως 0,30 sec, καθώς επίσης και μία «απολεσθείσα» συστολή, λόγω αδυναμίας αγωγής από τους κόλπους στις κοιλίες.

Μερικές φορές αποκλείεται κάθε δεύτερη συστολή των κοιλιών και έτσι δημιουργείται ένας καρδιακός ρυθμός 2:1, με δύο συστολές των κόλπων για κάθε μία κοιλιακή συστολή. Μερικές φορές αναπτύσσονται άλλοι ρυθμοί, όπως π.χ. 3:2 ή 3:1.

**Πλήρης κολποκοιλιακός αποκλεισμός.** Όταν η πάθηση που προκαλεί περιορισμό της αγωγής στον κολποκοιλιακό κόμβο ή στο κολποκοιλιακό δεμάτιο καταστεί εξαιρετικά βαριά, προκαλείται πλήρης αποκλεισμός της αγωγής της διέγερσης από τους κόλπους στις κοιλίες. Σ' αυτή την περίπτωση, τα κύματα P αποσυσχετίζονται πλήρως από τα συμπλέγματα QRS-T, όπως φαίνεται στο σχήμα 10.10. Σημειώνεται ότι η συχνότητα των κόλπων σ' αυτό το ηλεκτροκαρδιογράφημα είναι περίπου 100 συστολές/min, ενώ η συχνότητα των συστολών των κοιλιών είναι μικρότερη από 40/min. Επιπρόσθετα δεν υπάρχει καμία απολύτως σχέση μεταξύ του ρυθμού των κόλπων (κύματα P) και εκείνου των κοιλιών (συμπλέγματα QRS-T), γιατί οι κοιλίες «διαφεύγουν» από τον έλεγχο των κόλπων, και συστέλλονται με δική τους φυσική συχνότητα.

**Σύνδρομο Stokes-Adams – Διαφυγή κοιλιών.** Σε μερικούς ασθενείς με κολποκοιλιακό αποκλεισμό, ο ολικός αποκλεισμός εμφανίζεται και εξαφανίζεται – δηλαδή οι διεγέρσεις άγονται από του κόλπους στις κοιλίες για ορισμένο χρονικό διάστημα, και ξαφνικά οι διεγέρσεις σταματούν να άγονται. Η διάρκεια του ολικού αποκλεισμού μπορεί να είναι λίγα δευτερόλεπτα, λίγα λεπτά, λίγες ώρες, ή και εβδομάδες, είτε ακόμα και για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, πριν την επανεμφάνιση της αγωγής. Η κατάσταση αυτή ιδιαίτερα παρατηρείται σε καρδιά με οριακή ισχαιμία.

Αμέσως μετά τον κολποκοιλιακό αποκλεισμό της αγωγής της διέγερσης, οι κοιλίες σταματούν εντελώς να συστέλλονται για 5-10 sec. Στη συνέχεια, ένα τμήμα από το σύστημα Purkinje, συνήθως στο περιφερειακό τμήμα του κολποκοιλιακού κόμβου, πιο κάτω από το σημείο αποκλεισμού, είτε στο κολποκοιλιακό δεμάτιο, αρχίζει να εκπέμπει ρυθμικά διεγέρσεις, με ρυθμό 15 ως 40/min, αναλαμβάνοντας έτσι το ρόλο του βηματοδότη των κοιλιών. Επειδή ο εγκέφαλος δεν μπορεί να λειτουργεί για περισσότερο από 3 ως 5 sec χωρίς αιμάτωση, οι ασθενείς συνήθως λυποθυμούν για λίγα δευτερόλεπτα μετά την επέλευση του πλήρους αποκλεισμού, γιατί η καρδιά δεν αντλεί αίμα για 5 ως 30 sec, μετά τη «διαφυγή» των κοιλιών. Οι περιοδικές αυτές λυποθυμικές κρίσεις ονομάζονται σύνδρομο των Stokes-Adams.<sup>5</sup>

#### **2.2.5.2 ΠΡΩΙΜΕΣ ΣΥΣΤΟΛΕΣ**

Πρώιμη συστολή είναι η συστολή της καρδιάς πριν από το χρόνο κατά τον οποίο αναμένεται φυσιολογική συστολή. Η συστολή αυτή συχνά αποκαλείται και έκτακτη ή ετερότοπη συστολή.

Οι περισσότερες πρώιμες συστολές προκαλούνται από ετερότοπες (ή έκτοπες) εστίες στην καρδιά, οι οποίες εκπέμπουν παθολογικές διεγέρσεις σε διάφορους χρόνους, κατά τη διάρκεια του καρδιακού παλμού. Τα πιθανά αίτια για τις ετερότοπες εστίες είναι:

1. Τοπικές περιοχές ισχαιμίας
2. Μικρές αποτιτανωμένες πλάκες σε διάφορα σημεία της καρδιάς, που εξασκούν πίεση στο γειτονικό μυοκάρδιο, κατά τρόπο που μερικές μυικές ίνες ερεθίζονται
3. Τοξικός ερεθισμός του κολποκοιλιακού κόμβου, του συστήματος Purkinje, ή του μυοκαρδίου, που προκαλείται από φάρμακα, όπως η νικοτίνη, καφεΐνη, κ.α.

**Πρώιμες κολπικές συστολές.** Στη εικόνα 10.11 παρουσιάζεται ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα με μία κολπική πρώιμη συστολή, η οποία προκαλείται από ερεθισμό σε κάποιο σημείο του κόλπου, με αποτέλεσμα τη γένεση ενός ψευδούς δυναμικού ενέργειας σε όχι φυσιολογικό χρόνο του καρδιακού κύκλου. Έτσι, το διάστημα ανάμεσα σ' αυτή τη συστολή και την προηγούμενη είναι μικρότερο από το κανονικό. Το διάστημα όμως ανάμεσα στην πρόωρη και την επόμενη συστολή είναι λίγο μεγαλύτερο από το κανονικό. Ο λόγος για τα φαινόμενα αυτά είναι ότι η πρόωρη συστολή ξεκίνησε από τον κόλπο, σε κάποια απόσταση από το φλεβόκομβο, και το ερέθισμά της είχε να διανύσει μικρή απόσταση κολπικού μυοκαρδίου πριν διεγείρει τον φλεβόκομβο. Κατά συνέπεια ο φλεβόκομβος εκφόρτισε καθυστερημένα μέσα στον καρδιακό κύκλο, καθυστερώντας έτσι και τη εμφάνιση της επόμενης καρδιακής συστολής.

**Πρώιμες κοιλιακές συστολές.** Στο ηλεκτροκαρδιογράφημα του σχήματος 10.12 παρατηρείται σειρά από πρώιμες κοιλιακές συστολές (PVC), που εναλλάσσονται με φυσιολογικές συστολές. Οι PVCs επιφέρουν ορισμένες αλλοιώσεις στο ηλεκτροκαρδιογράφημα: πρώτο, το σύμπλεγμα QRS συνήθως εμφανίζει σημαντική επιμήκυνση. Ο λόγος είναι ότι η διέγερση άγεται, κατά κύριο λόγο, από το μυοκάρδιο των κοιλιών, το οποίο άγει μάλλον βραδέως, παρά με το σύστημα Purkinje. Δεύτερο, το σύμπλεγμα QRS εμφανίζεται με υψηλή τάση, για τους ακόλουθους λόγους: όταν η φυσιολογική διέγερση επεκτείνεται μέσα στην καρδιά φέρεται και στις δύο κοιλίες σχεδόν ταυτόχρονα, και κατά συνέπεια, τα κύματα εκπόλωσης στις δύο πλευρές της καρδιάς αλληλοεξουδετερώνονται κατά ένα μέρος. Όταν όμως επιτελείται πρώιμη κοιλιακή συστολή, η διέγερση επεκτείνεται προς μία μόνο κατεύθυνση, και έτσι δεν παρατηρείται αυτό το φαινόμενο εξουδετέρωσης. Πράγματι, σ' αυτή την περίπτωση ολόκληρη η μία πλευρά της καρδιάς εκπολώνεται πριν από την άλλη, ενώ ολόκληρη η άλλη πλευρά βρίσκεται ακόμα σε κατάσταση πόλωσης με αποτέλεσμα τη γένεση υψηλών δυναμικών.

Τρίτο, μετά από σχεδόν κάθε πρώιμη κοιλιακή συστολή, το κύμα T εμφανίζει αντίθετο δυναμικό από εκείνο του συμπλέγματος QRS, γιατί, εξαιτίας της βραδείας αγωγής της διέγερσης μέσα από

το μυοκάρδιο, η περιοχή που εκπολώνεται πρώτη, επαναπολώνεται και πρώτη. Κατά συνέπεια, η κατεύθυνση της ροής του ρεύματος στην καρδιά, κατά τη διάρκεια της επαναπόλωσης, είναι αντίθετη από εκείνη της εκπόλωσης, και το δυναμικό του κύματος T είναι αντίστροφο από εκείνο του συμπλέγματος QRS. Αυτό βέβαια δεν συμβαίνει για το φυσιολογικό κύμα T.

Ορισμένες πρώιμες κοιλιακές συστολές είναι σχετικά καλοήθης όσον αφορά την προέλευσή τους και προκαλούνται από απλούς παράγοντες όπως κάπνισμα τσιγάρων, καφές, στέρηση ύπνου, ορισμένες ελαφρές τοξικές καταστάσεις, ακόμα και από συναισθηματική φόρτιση. Από την άλλη μεριά, μεγάλος αριθμός πρώιμων κοιλιακών συστολών προκαλείται από «αδέσποτες» διεγέρσεις είτε διεγέρσεις επανεισόδου που προέρχονται από τα κράσπεδα εμφραγμάτων είτε ισχαιμικών τμημάτων του μυοκαρδίου.

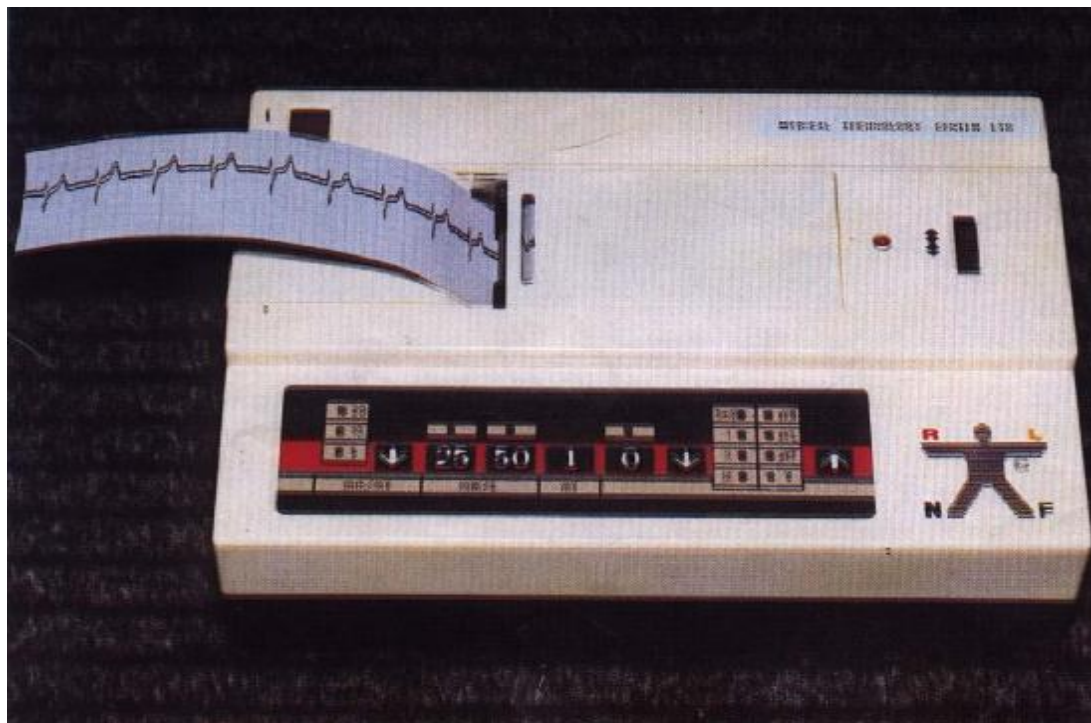


Σχήμα 10-12 Πρώιμες (έκτακτες) κοιλιακές συστολές (PVCs), που διακρίνονται από τα μεγάλα παθολογικά συμπλέγματα QRS - T (απαγωγές II και III).

Από τότε που ανακαλύφθηκε το Ηλεκτροκαρδιογράφημα (Η.Κ.Γ.) πέρασαν πολλά χρόνια ώσπου να εισέλθει στην καθημερινή ρουτίνα με τη μέθοδο monitor (παρακολούθησης), όχι μόνο στο χειρουργείο αλλά και στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.

Το Η.Κ.Γ. λαμβάνεται με την εφαρμογή τριών ηλεκτροδίων στον άρρωστο. Συνήθεις θέσεις είναι ο δεξιός βραχίονας για το ηλεκτρόδιο που ονομάζεται RA (Right Arm), ο αριστερός βραχίονας για το LA (Left Arm) και ο θώρακας για το F (Foot).

Οι απαγωγές που λαμβάνονται είναι οι άτυπες Γ ή ΓΓ. Νέα μοντέλα monitor με την τοποθέτηση τεσσάρων ηλεκτροδίων καταγράφουν σχεδόν όλες τις απαγωγές και εμφανίζονται στην οθόνη του



monitor όσες παράμετροι του αρρώστου μετριοούνται, με διαφορετικά χρώματα ή καθεμία. Συγχρόνως με το Η.Κ.Γ. καταγράφονται στην οθόνη του monitor και οι σφύξεις. Καλό είναι να ορισθούν τα όρια αυξημένων και χαμηλών σφύξεων. Έτσι σε περιπτώσεις που ο άρρωστος έχει βραδυκαρδία ή ταχυκαρδία, που ξεπερνά τα όρια, ενεργοποιείται το Alarm.

Οι κλινικές ενδείξεις για τη χρήση του Η.Κ.Γ. στο monitor είναι:

- 1) Έλεγχος καρδιακής ανακοπής.
- 2) Διάγνωση ισχαιμικών μεταβολών.
- 3) Προσδιορισμός αρρυθμιών.
- 4) Έλεγχος ηλεκτρολυτικών, αλλαγών.
- 5) Επίβλεψη λειτουργίας βηματοδότη.

## **Νοσηλευτικές διαδικασίες**

Συχνά ο Νοσηλευτής/τρια είναι υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσει ο ίδιος το μηχάνημα κυρίως προεγχειρητικά ή τουλάχιστον να είναι παρών κατά τη διενέργεια ενός ΗΚΓ. Συμμετέχει έτσι στην:

- 1) Προετοιμασία του δέρματος ώστε να γίνεται καλή επαφή με το ηλεκτρόδιο και να λαμβάνεται σωστό αποτέλεσμα.
- 2) Σωστή τοποθέτηση ηλεκτροδίων, ενώ είναι υποχρεωμένος :
- 3) Να γνωρίζει τις απαγωγές που καταγράφονται στην οθόνη.
- 4) Να είναι σε θέση να διακρίνει τις αλλαγές στο Η.Κ.Γ. και τι μπορεί να σημαίνουν αυτές (μία ισοηλεκτρική γραμμή δεν σημαίνει πάντα ανακοπή της καρδιακής λειτουργίας αλλά και αποσύνδεση ηλεκτροδίων).
- 5) Να ελέγχει το Alarm του monitor ώστε να είναι ανοιχτό οπτικά και ακουστικά.
- 6) Να ενημερώνει τον ιατρό για τις αλλαγές στο Η.Κ.Γ. όταν χρειάζεται (εμφάνιση παρασίτων λόγω κακής επαφής των ηλεκτροδίων με τον άρρωστο παραπλανούν το νοσηλευτικό προσωπικό για τυχόν αρρυθμίες).

Ο ΗΚΓ είναι μηχάνημα που το συναντάμε σε όλα τα τμήματα των ιδρυμάτων. Είναι μηχανήματα χαμηλής αξίας, εύκολα στη χρήση τους και με αξιόπιστα αποτελέσματα. Όσο εύκολα και ανώδυνα είναι στη χρήση τους, τόσο σημαντικά είναι τα αποτελέσματα που παίρνουμε και λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν για τη διάγνωση ασθενειών. Με τον ΗΚΓ μπορούμε να διαγνώσουμε όχι μόνο τις διάφορες αρρυθμίες, αλλά την στηθάγχη και το έμφραγμα, την υπερτροφία της καρδιάς, την ισχαιμία του μυοκαρδίου κ.λ.π.

## **ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

Η ευθύνη κατά τη διεκπεραίωση ενός ΗΚΓ είναι σημαντική όσο και αν η εξέταση αυτή φαίνεται εύκολη. Με την παράβλεψη διαφόρων παραγόντων, μπορεί να έχουμε εσφαλμένα αποτελέσματα, που άλλες φορές μπορεί να μην έχουν αντίκτυπο στην υγεία του ασθενούς, αλλά μπορεί να αποβούν μερικές φορές μοιραία.

Δεν χρειάζεται ιδιαίτερη προετοιμασία του ασθενούς για την εξέταση, παρά μόνο να του εξηγήσουμε τι θα κάνουμε και να λύσουμε τυχόν απορίες του.

Πρέπει να έχουμε φροντίσει από πριν να είναι στην πρίζα ο ΗΚΓ για να έχουν φορτιστεί οι μπαταρίες του. Έπειτα λέμε στον εξεταζόμενο να βγάλει παπούτσια, κάλτσες, ρολόγια και μεταλλικά αντικείμενα απ' τα χέρια και να ελευθερώσει το θώρακά του απ' τα ρούχα. Ταυτόχρονα ο εξεταζόμενος ξαπλώνει στο κρεβάτι φροντίζοντας να μην ακουμπά σε μεταλλικές επιφάνειες ενώ εμείς φροντίζουμε να μην εκτίθεται σε κρύο και σε αδιάκριτα βλέμματα. Έπειτα τοποθετούμε τα ηλεκτρόδια στη σωστή θέση τους καθώς και τις προκάρδιες, έτσι ώστε να μην είναι σε λάθος θέση.

Ταυτόχρονα πρέπει να φροντίσουμε να υπάρχει ηλεκτραγωγιμότητα, η οποία εξασφαλίζεται ή με νερό ή με ειδικό ζελέ. Κατά την τοποθέτηση των βεντουζών στο θώρακα, πρέπει να προσέχουμε αν αυτές έχουν στερεωθεί και αν παραμένουν στη θέση τους και ιδιαίτερα στους άντρες που η τριχοφυΐα στο στήθος καθιστά αυτό πιο δύσκολο. Όταν πλέον είμαστε έτοιμοι για τη λήψη, πρέπει να έχουμε προβλέψει από πριν την ύπαρξη θερμογραφικού χαρτιού για να μη μείνει η διαδικασία στη μέση και υποχρεωθούμε έτσι να ξαναρχίσουμε απ' την αρχή ταλαιπωρώντας επιπλέον τον εξεταζόμενο. Στη συνέχεια ανοίγουμε τον ΗΚΓ. Κάνουμε τη δοκιμασία σωστής λειτουργίας και έπειτα ανάλογα με τον τύπο του μηχανήματος ή λαμβάνουμε τον ΗΚΓ αυτόματα ή δημιουργούμε μόνοι μας το ΗΚΓ αλλάζοντας μόνοι μας τις απαγωγές κάθε φορά. Με τον δεύτερο τρόπο μπορούμε να δημιουργήσουμε μόνοι μας το ΗΚΓ που θέλουμε, δίνοντας έμφαση ιδιαίτερα στις απαγωγές που υποψιαζόμαστε πως μπορεί να υπάρχει κάποιο πρόβλημα. Όταν γίνει η λήψη του ΗΚΓ φροντίζουμε να αποσυνδέσουμε τον εξεταζόμενο απ' τα καλώδια και να τον βοηθήσουμε να ντυθεί. Έπειτα σημειώνουμε τα στοιχεία του εξεταζόμενου, την ημερομηνία και κάνουμε μια πρόχειρη εκτίμηση του ΗΚΓ.

Η εκτίμηση γίνεται για να δούμε από μόνοι μας κάποιες ανωμαλίες στη λειτουργία της καρδιάς και για να διαπιστώσουμε μήπως έχει συμβεί κάτι που κάνει το ΗΚΓ ασαφές. Βέβαια κατά τη διάρκεια λήψης του ΗΚΓ παρατηρούμε αν λειτουργούν όλα σωστά και αν είναι όλα στη θέση τους. Μπορεί βέβαια να φαίνεται εύκολη η λήψη του ΗΚΓ, αλλά εμείς δεν πρέπει να μένουμε στη λήψη του ΗΚΓ μόνο, αλλά να μπορούμε να ξέρουμε ανά πάσα στιγμή να διακρίνουμε σοβαρές παθήσεις. Αυτό είναι προϊόν της σωστής εκπαίδευσης και του ενδιαφέροντος που δείχνει ο νοσηλευτής γι' αυτό που κάνει.<sup>6</sup>



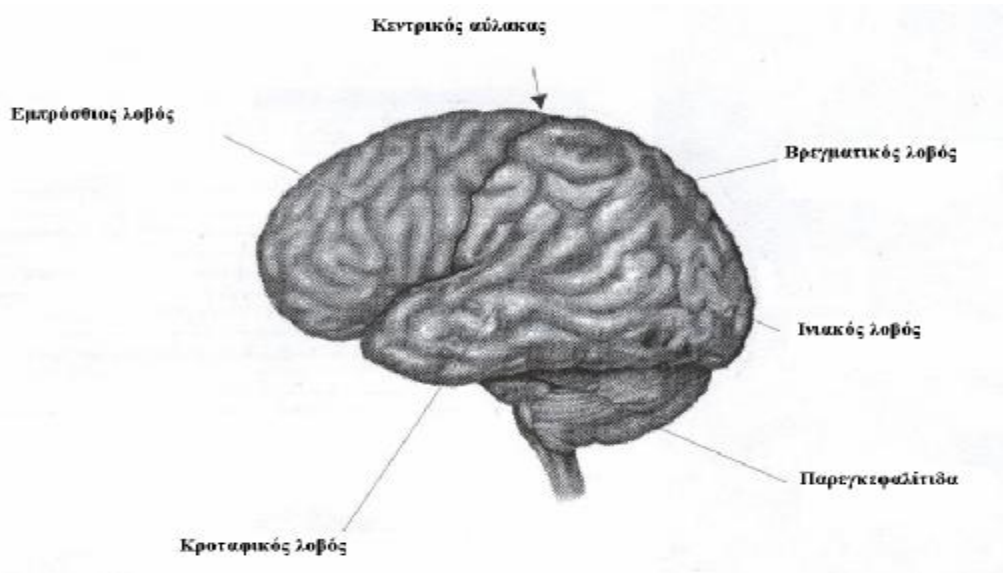
## 2.3 ΗΕΓ (ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑ)

### 2.3.1 Ορισμός Ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (Η.Ε.Γ.)

Η ηλεκτροεγκεφαλογραφία είναι η τεχνική καταγραφής της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου διαμέσου του άθικτου κρανίου. Η τεχνική είναι απλή και ακίνδυνη και μπορεί να δώσει χρήσιμες διαγνωστικές πληροφορίες. Το ΗΕΓ έχει ιδιαίτερη αξία για την διάγνωση της επιληψίας ενώ έχει περιορισμένη αξία στη διάγνωση των εστιακών εγκεφαλικών βλαβών. Σε πολλές χρόνιες νευρολογικές παθήσεις, όπως τον παρκινσονισμό και την σκλήρυνση κατά πλάκας, το ΗΕΓ είναι συνήθως φυσιολογικό.

Το ΗΕΓ αποτελεί μέθοδο εξωκρανιακής καταγραφής δυναμικών που παράγονται από τον εγκέφαλο.

Ο εγκέφαλος βρίσκεται μέσα στο κρανίο, με το οποίο προστατεύεται. Το μεγαλύτερο κομμάτι του εγκεφάλου αμέσως κάτω από τα οστά του κρανίου είναι ο εγκεφαλικός φλοιός. Αυτός αποτελείται από νευρικά κύτταρα (νευρώνες), πολλά από τα οποία συνδέονται λειτουργικά τόσο μεταξύ τους όσο και με άλλα μέρη του εγκεφάλου. Τα νευρικά κύτταρα δεν ηρεμούν ηλεκτρικά. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πλευρών της μεμβράνης τους αλλάζει. Στα νεύρα, η ηλεκτρική δραστηριότητα υπηρετεί τη λήψη και μεταβίβαση σημάτων (ροή



πληροφοριών).

Εικ. 1: Μέρη του εγκεφάλου

Στους νευρώνες του εγκεφάλου, η ηλεκτρική δραστηριότητα προκαλείται από εσωκυττάρειες μεταβολικές διεργασίες, που μπορεί να αποτελούν και τη βιοχημική συνέπεια της λήψης και επεξεργασίας πληροφοριών.

Σ' αυτές τις δύο περιπτώσεις, οι ηλεκτρικές αυτές αλλαγές μπορούν να ληφθούν με μικροηλεκτρόδια εισαγόμενα μέσα ή κοντά στον νευρώνα.

Ηλεκτρόδιο σε άμεση επαφή με τον εγκέφαλο παίρνει σήματα από 0.1 μέχρι 5mV σε διάφορες συχνότητες. Η σημαντικότερη διαγνωστική περιοχή συχνοτήτων είναι 1 μέχρι 15 Hz. Τα ίδια κύματα μπορούν να καταγραφούν με μη τραυματικό τρόπο τοποθετώντας επίπεδα ηλεκτρόδια σε επαφή με την επιφάνεια του δέρματος της κεφαλής. Η παρεμβολή μεταξύ του ηλεκτροδίου και του εγκεφάλου ενός στρώματος πάχους 2-3 cm (δέρμα, κρανίο, σκληρά μήνιγγα) εξασθενεί το σήμα κατά 10 τουλάχιστον φορές. Η ενίσχυση και καταγραφή αυτών των κυμάτων, που αντιπροσωπεύουν ένα άθροισμα ταυτόχρονων ηλεκτρικών αλλαγών πολλών εγκεφαλικών κυττάρων, αποτελεί το «ηλεκτροεγκεφαλογράφημα» (ΗΕΓ).

Όταν επιβληθεί ένα αισθητικό ερέθισμα, π.χ. λάμψη στα μάτια, ήχος στα αυτιά, πίεση στο δέρμα κτλ., η πληροφορία του ερεθίσματος μεταβιβάζεται διαμέσου των αισθητικών νεύρων στην υπεύθυνη για την επεξεργασία της περιοχή του εγκεφάλου. Εκεί προκαλεί μικρή αλλαγή δυναμικού που υπερτίθεται στο ΗΕΓ και λέγεται «προκλητό δυναμικό». <sup>7</sup>

### **2.3.1.1 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ – ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ Η.Ε.Γ.**

Το ΗΕΓ, ακόμα και σήμερα, παρά τη μεγάλη εξέλιξη των άλλων νευραπεικονιστικών μεθόδων (κυρίως αξονικής και μαγνητικής τομογραφίας), χρησιμοποιείται ευρύτατα, καθόσον είναι μία εξέταση απλή, ανώδυνη, ακίνδυνη και φθηνή και μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για πολλαπλές παθήσεις του εγκεφάλου.

Ιδιαίτερες ενδείξεις για τις οποίες το ΗΕΓ αποβαίνει αναντικατάστατο είναι:

- α) Στη διάγνωση της φύσεως παροξυντικών επεισοδίων, που κλινικά δεν είναι σίγουρο αν είναι επιληπτικής φύσεως ή όχι.
- β) Στην υποβοήθηση για την επιλογή της φαρμακευτικής αγωγής, την παρακολούθηση της πορείας, την πρόγνωση κτλ., σε άτομα που η κλινική εκτίμηση έχει βάλει σίγουρη διάγνωση επιληψίας.

Πολύτιμες πληροφορίες δίνει το ΗΕΓ:

- α) Σε λοιμώξεις και σε μεταβολικές παθήσεις του ΚΝΣ και στην παρακολούθηση της πορείας τους (σε ορισμένες από αυτές έχει χαρακτηριστική εικόνα, όπως στην υποξεία σκληρυντική εγκεφαλίτιδα, στη νόσο των Creutzfeldt-Jakob και στη βαριά ηπατική ανεπάρκεια).

β) Σε κωματώδεις καταστάσεις, όπου δίνει πληροφορίες για το βάθος του κώματος, την πορεία της εξέλιξής του και σε μερικές περιπτώσεις δίνει χαρακτηριστικές εικόνες, όπως το φαρμακευτικό κώμα, το ηπατικό κώμα, το ακώμα, κ.α.

γ) Σε άλλες διαταραχές του επιπέδου συνείδησης και σε διαταραχές του ύπνου (π.χ. ναρκοληψία).

Χρήσιμες πληροφορίες μπορεί επίσης να δώσει το ΗΕΓ: σε οργανικές εγκεφαλικές βλάβες, όπως σε χωροκατακτητικές εξεργασίες (όγκους, αποστήματα, κλπ.) σε έμφρακτα, σε κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, κ.α.7

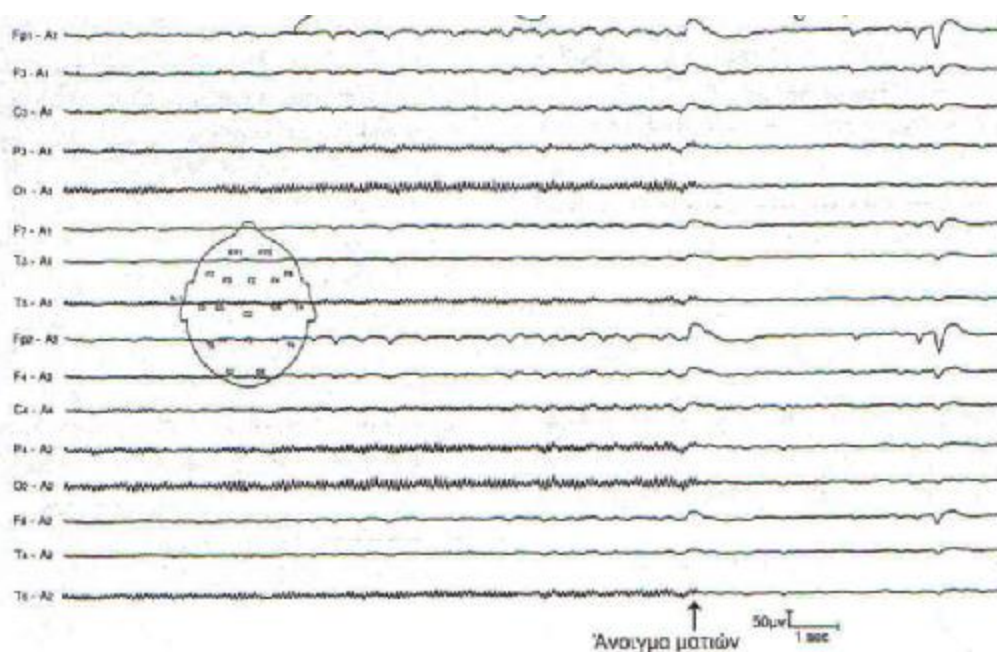
### **2.3.1.2 Η ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ**

Για την ερμηνεία του ΗΕΓ αξιολογούνται:

1. Η συχνότητα και το εύρος των καταγραφόμενων βιοηλεκτρικών δραστηριοτήτων του εγκεφάλου (εκφράζονται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο και σε μικροβόλτ αντίστοιχα),
2. Η μορφολογία των κυμάτων (μονόμορφα, πολύμορφα, σύμπλεγμα αιχμής-κύματος κτλ.)
3. Η εντόπιση ορισμένων δραστηριοτήτων σε συγκεκριμένη περιοχή και
4. Η κατανομή (συμμετρική ή ασύμμετρη) σε ομόλογες περιοχές των εγκεφαλικών ημισφαιρίων.

Οι πιο συνηθισμένοι εγκεφαλικοί ρυθμοί είναι:

Ο ρυθμός α (εικ. 38.2) με συχνότητα 8-13 κ/δ. εύρους 50  $\mu$ V, που καταγράφεται στις οπίσθιες περιοχές, όταν το άτομο είναι σε ηρεμία και έχει τα μάτια κλειστά, ο ρυθμός β με συχνότητα 14-22 κ/δ, που καταγράφεται στις πρόσθιες (μετωπιαίες) περιοχές, ο ρυθμός θ με συχνότητα 4-7 κ/δ και εντόπιση στις κροταφικές περιοχές και ο ρυθμός δ με συχνότητα κάτω των 4 κ/δ, εύρους 50-350  $\mu$ V, με παθολογική σχεδόν πάντα σημασία, όταν καταγράφεται σε κατάσταση εγρήγορσης. Σε νεαρές ηλικίες τέτοια δραστηριότητα καταγράφεται φυσιολογικά στις οπίσθιες απαγωγές ανάμεσα στον ρυθμό α (βραδέα κύματα της νεότητας). Ο ρυθμός Μu έχει τη συχνότητα του ρυθμού α, χαρακτηριστική εμφάνιση του ελληνικού γράμματος μ και κατανομή στις κεντρικές περιοχές. Τα κύματα Lambda καταγράφονται στις ινιακές απαγωγές από σακκαδικές κινήσεις των ματιών, όταν τα μάτια είναι

ανοικτά<sup>7</sup>

Εικόνα 38.2. Ρυθμός α 10-11 κ/δ με καλή αντίδραση αποκλεισμού στο άνοιγμα των ματιών (↑). Μονοπολικές απαγωγές: F: μετωπιαίες, C: κεντρικές, T: κροταφικές, P: βρεγματικές, O: ινιακές. A<sub>1</sub>: αριστερό κοινό ηλεκτρόδιο, A<sub>2</sub>: δεξιό κοινό ηλεκτρόδιο.

### 2.3.1.3 ΤΟ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΑΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑ

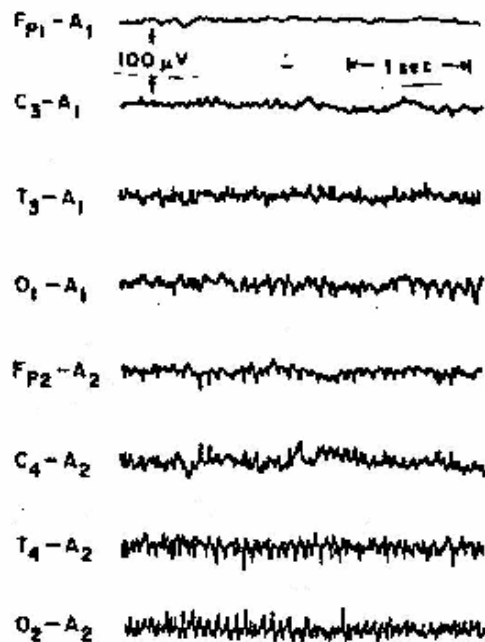
Το ΗΕΓ ενός φυσιολογικού ενήλικα που βρίσκεται σε εγρήγορση και έχει κλειστά τα μάτια χαρακτηρίζεται από την καταγραφή του ρυθμού α στα οπίσθια 2/3 του διαγράμματος, του ρυθμού β στις μετωπιαίες περιοχές και ορισμένων κυμάτων θ στις κροταφικές περιοχές. Το άνοιγμα των ματιών προκαλεί εξαφάνιση ή μείωση του ρυθμού α (αντίδραση αποκλεισμού). Κατά τη διάρκεια της υπέρπνοιας καταγράφονται βραδύτεροι ρυθμοί με υψηλότερο εύρος, πράγμα που είναι ιδιαίτερα έντονο κατά την παιδική και εφηβική ηλικία. Στην περίπτωση αυτή το ΗΕΓ μπορεί να καταλαμβάνεται από υψηλά κύματα δ (νεανική αντίδραση) που στερούνται παθολογικής σημασίας σε αυτές τις ηλικίες.

Στις μικρότερες ηλικίες το ΗΕΓ είναι τελείως διαφορετικό. Έτσι π.χ. στα νεογνά τις πρώτες μέρες και εβδομάδες αποτελείται από βραδείες, χαμηλού εύρους και ασυγχρόνιστες δραστηριότητες. Στους πρώτους μήνες της ζωής οι ΗΕΓκές δραστηριότητες είναι βραδείες, ασταθείς και με υψηλό εύρος. Μέχρι την ηλικία 2-4 χρόνων το διάγραμμα γίνεται «ταχύτερο», αλλά επικρατούν σ' αυτό οι βραδείες συχνότητες των 4-5 κ/δ. Ο κανονικός ρυθμός α εμφανίζεται στην ηλικία των 5 χρόνων περίπου. Μετά βαθμιαία εξελίσσεται, ώσπου να σταθεροποιηθεί τελικά στην ηλικία των 12 χρόνων περίπου, αν και κατά άλλους η οριστική σταθεροποίηση επέρχεται γύρω στην ηλικία των 20 χρόνων.

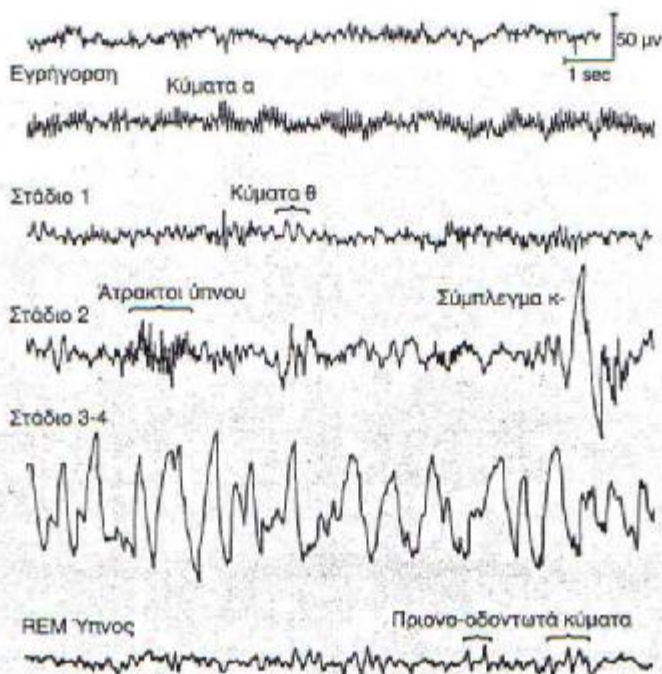
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ΗΕΓ αλλάζει, όταν αλλάζει το επίπεδο συνειδήσεως. Έτσι είναι διαφορετικό στην υπνηλία (και ο εξεταζόμενος συχνά νυστάζει κατά τη διάρκεια της λήψεως του ΗΕΓ). Στην υπνηλία αρχικά ο ρυθμός  $\alpha$  εμφανίζει επέκταση στις πρόσθιες απαγωγές και ακολούθως συνεχώς αυξανόμενη εμφάνιση μηνυμάτων  $\theta$  και μείωση μέχρι εξαφάνιση του ρυθμού  $\alpha$ . Στην τελευταία περίπτωση, αν ο εξεταζόμενος ανοίξει τα μάτια του, εμφανίζεται ρυθμός  $\alpha$  (παράδοξος ρυθμός  $\alpha$ ).

Το ΗΕΓ χρησιμοποιείται, όπως έχει ήδη αναφερθεί, στη μελέτη του ύπνου και των διαταραχών του. Στον φυσιολογικό ύπνο διακρίνουμε τις εξής φάσεις (εικ. 38.4).

- α) Στάδιο (ή φάση) I: είναι η περίοδος του αρχικού ύπνου χωρίς ρυθμό  $\alpha$ , με επικράτηση χαμηλού εύρους ρυθμού  $\theta$ .
- β) Στάδιο (ή φάση) II: σε υπόστρωμα  $\theta$  ρυθμών εμφανίζεται χαρακτηριστική ταχεία δραστηριότητα με 12-14 κ/δ γνωστή ως «άτρακτοι ύπνου», καθώς και υψηλά βραδέα κύματα τα γνωστά «συμπλέγματα K».
- γ) Στάδιο (ή φάση) III: χαρακτηρίζεται από βραδεία δραστηριότητα  $\theta$  και  $\delta$ .
- δ) Στάδιο (ή φάση) IV: χαρακτηρίζεται κυρίως από δραστηριότητα  $\delta$ .
- ε) Παράδοξη φάση (ή φάση REM, από το Rapid Eyes Movements). Η φάση αυτή μοιάζει στο ΗΕΓ με τη φάση I ή και την εγρήγορση, αλλά με παρουσία των «πριονο-οδοντοτών» κυμάτων και χαρακτηριστικών ταχέων οφθαλμικών κινήσεων (που καταγράφονται με ειδικά ηλεκτρόδια στο ηλεκτρονυσταγμογράφημα). Στη διάρκεια αυτής της φάσης το άτομο έχει το βαθύτερο ύπνο. Διαρκεί κάθε φορά, στον ενήλικα, 20-30 λεπτά. Επαναλαμβάνεται αρκετές φορές στη διάρκεια του ολονύκτιου ύπνου και καταλαμβάνει το 20-30 % της συνολικής διάρκειας του ύπνου.



Σχήμα 2



Εικόνα 38.4. Χαρακτηριστική ηλεκτροεγκεφαλογραφική δραστηριότητα στα διάφορα στάδια του ύπνου σε φυσιολογικό ενήλικα (βλ. κεφμενο).

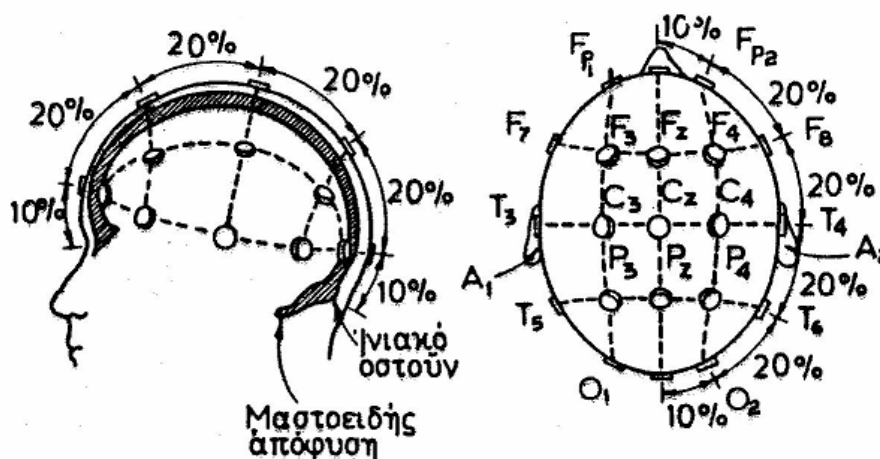
### 2.3.1.4 ΘΕΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ

Η ηλεκτρική δραστηριότητα ανιχνεύθηκε από τον Caton το 1875 σε εκτεθειμένους εγκεφάλους ζώων.

Ο Berger σε σειρά άρθρων, από το 1929 ως το 1936, παρουσίασε την εφεύρεση του ΗΕΓ, απέδειξε δηλαδή, ότι με ηλεκτρόδια τοποθετημένα σε επαφή με το δέρμα παίρνουμε δυναμικά που αν ενισχυθούν μπορούν να καταγραφούν πάνω σε κινούμενη λωρίδα χαρτιού όπως το ΗΚΓ.

Τα ηλεκτρόδια είναι συχνά μικροί δίσκοι χλωριούχου αργύρου. Οι θέσεις του δέρματος της κεφαλής που τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια εξαρτώνται από το εξεταζόμενο τμήμα του εγκεφάλου. Το σχήμα 1 δείχνει το διεθνές πρότυπο σύστημα 10-20. Το σχήμα 2 δείχνει χαρακτηριστικά ΗΕΓ για διάφορα ζεύγη ηλεκτροδίων. Το ηλεκτρόδιο αναφοράς – γείωση (A1 ή A2) τοποθετείται πίσω από το αυτί.

Συνήθως καταγράφεται ταυτόχρονα η χρονική μεταβολή 8 μέχρι 16 δυναμικών. Τα σήματα της δεξιάς πλευράς συγκρίνονται με εκείνα της αριστερής, γιατί ασύμμετρη δραστηριότητα συχνά δείχνει εγκεφαλική ασθένεια. Στην άσκησή μας θα καταγράψουμε το ΗΕΓ χρησιμοποιώντας τη διπολική μέθοδο, δηλαδή με ένα ζεύγος ηλεκτροδίων που μετρούν τη διαφορά του ηλεκτρικού δυναμικού μεταξύ δύο διαφορετικών θέσεων του εγκεφάλου.<sup>7</sup>

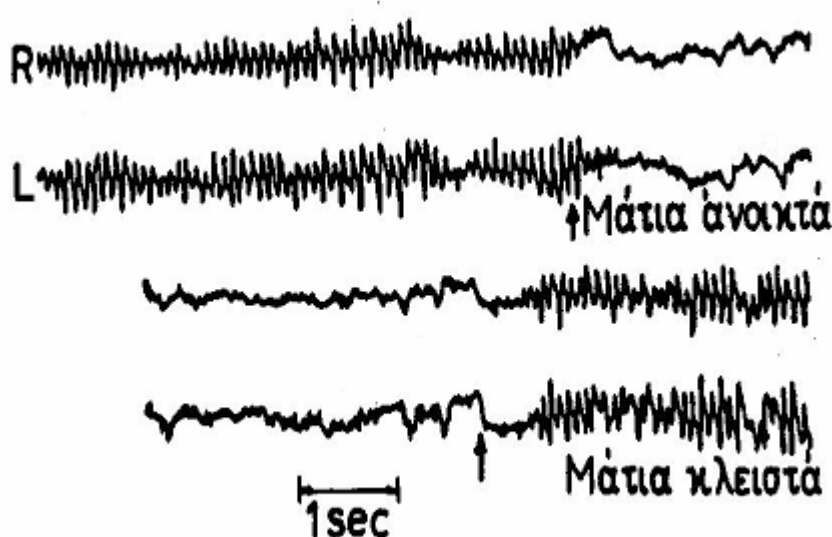


Σχήμα 1: Διεθνές πρότυπο «10-20» θέσεων ηλεκτροδίων για ΗΕΓ

### 2.3.1.5 ΡΥΘΜΟΙ ΤΟΥ Η.Ε.Γ.

Συνήθως καταγράφονται ΗΕΓ ενηλίκων. Πριν από την ηλικία των 13 χρόνων, τα ΗΕΓ είναι ακανόνιστα (χωρίς σαφή ρυθμό και συγχρονισμό). Δεν έχουν δηλαδή σημαντική διαγνωστική αξία. Η πιο διακριτή συχνότητα του ΗΕΓ αυξάνει από 3-4 Hz κατά τη γέννηση, σε 8-12 Hz στον ενήλικα. Η τελευταία λαμβάνεται σαφώς σε όλη την εγκεφαλική επιφάνεια.

Αν ο εξεταζόμενος αναπαύεται με κλειστά μάτια και με ηλεκτρόδια στο δεξιό και αριστερό ινιακό (occipital) τμήμα του εγκεφάλου καταγράφεται δυναμικό συχνότητας 8-13 Hz. Αυτό ονομάζεται **ρυθμός α** ή **κύματα α** (σχήμα 3). Μόλις ανοίξουν τα μάτια, ακόμη και σε σκοτεινό δωμάτιο, ο ρυθμός α διακόπτεται. Μάλλον η προσοχή και η προσπάθεια να δει το άτομο, παρά το ίδιο το οπτικό ερέθισμα, διακόπτουν το ρυθμό α. Επίσης η έντονη προσπάθεια επίλυσης δύσκολου προβλήματος διακόπτει τον ρυθμό α ακόμα και αν τα μάτια είναι κλειστά.



Σχήμα 3: ΗΕΓ από τη δεξιά και αριστερή ινιακή πλευρά του εγκεφάλου. Ο ρυθμός α εμφανίζεται όσο τα μάτια είναι κλειστά και διακόπτεται μόλις ανοίξουν

Ο χαρακτηριστικός ρυθμός αλλάζει με την κατάσταση εγρήγορσης, ανάπαυσης ή ύπνου του ατόμου. Τα κύματα διεγερμένου εγκεφάλου έχουν μεγάλη συχνότητα και μικρό πλάτος. Όσο ηρεμεί ο εγκέφαλος μεγαλώνει το πλάτος και μειώνεται η συχνότητα του ρυθμού, όπως δείχνει το



σχήμα 4. Οι δύο ενδιάμεσες περιοχές μεγάλης συχνότητας στην κατάσταση του ύπνου (σχήμα 4) συνοδεύεται από γρήγορη κίνηση των ματιών και πιστεύεται ότι προκαλούνται από όνειρα.

Οι διάφορες χαρακτηριστικές περιοχές συχνοτήτων του ΗΕΓ χαρακτηρίζονται διεθνώς με ελληνικά γράμματα. Δέλτα: < 5 Hz, Θήτα: 4-8 Hz, Άλφα 8-13 Hz, Βήτα: >13 Hz

Συνοπτικά:

Ρυθμός	Τυπικές Συχνότητες (Hz)	Τυπικό πλάτος (μV)
Άλφα	8-13	20-200
Βήτα	13-30	5-10
Δέλτα	1-5	20-200
Θήτα	4-8	10

Οι τέσσερις βασικοί ρυθμοί έχουν συσχετιστεί με ποικίλες καταστάσεις. Γενικά, ο άλφα ρυθμός είναι το κυρίαρχο ηλεκτροεγκεφαλογραφικό κύμα ενός ενήλικα ο οποίος είναι ξύπνιος, αλλά χαλαρός με τα μάτια κλειστά. Κάθε περιοχή του εγκεφάλου έχει έναν χαρακτηριστικό άλφα ρυθμό, αλλά τα άλφα κύματα του μεγαλύτερου πλάτους καταγράφονται από τις ινιακές (occipital) και βρεγματικές (parietal) περιοχές του cerebral cortex. Αποτελέσματα από ποικίλες μελέτες αποδεικνύουν ότι:

- Οι γυναίκες τείνουν να έχουν μεγαλύτερες μέσες συχνότητες των άλφα κυμάτων από ό,τι οι άντρες.
- Τα πλάτη των άλφα κυμάτων ποικίλουν με την προσοχή του υποκειμένου σε σχέση με τις πνευματικές διεργασίες, διεξαγόμενες με κλειστά μάτια.

Γενικά, τα πλάτη των άλφα κυμάτων εξασθενούν όταν οι άνθρωποι ανοίγουν τα μάτια τους και εστιάζουν την προσοχή τους σε εξωτερικά ερεθίσματα. Παρόλα αυτά, κάποιοι άνθρωποι προπονημένοι σε τεχνικές χαλάρωσης μπορούν να διατηρήσουν υψηλά πλάτη άλφα κυμάτων ακόμα και με τα μάτια ανοιχτά.

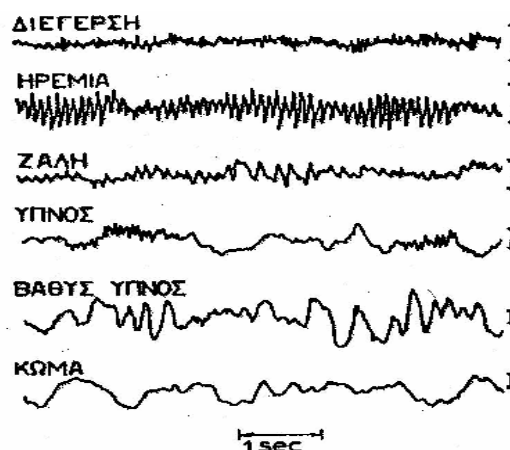
Οι βήτα ρυθμοί συμβαίνουν σε οντότητες που είναι σε εγρήγορση και έχουν την προσοχή τους στραμμένη σε εξωτερικά ερεθίσματα ή καταβάλλουν συγκεκριμένη πνευματική προσπάθεια ή

παραδόξως, οι βήτα ρυθμοί συμβαίνουν επίσης κατά τη διάρκεια βαθύ ύπνου, REM (Rapid Eye Movement) ύπνου, όταν τα μάτια «παίζουν» μπρός – πίσω.

Παρατηρήστε ότι το πλάτος των βήτα ρυθμών τείνει να είναι χαμηλότερο από αυτό των άλφα ρυθμών. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι υπάρχει λιγότερη ηλεκτρική δραστηριότητα, αλλά ότι «θετικές» και «αρνητικές» δραστηριότητες δημιουργούν τέτοιο ισοζύγιο, έτσι ώστε η συνολική ηλεκτρική δραστηριότητα να είναι μικρότερη. Έτσι, τα βήτα κύματα αντιπροσωπεύουν τη διέγερση του φλοιού σε μία υψηλότερη κατάσταση διέγερσης ή τάσης. Μπορεί επίσης να συσχετιστεί με τη «μνήμη» ή την επαναφορά αναμνήσεων.

Οι δέλτα και οι θήτα ρυθμοί είναι χαμηλών συχνοτήτων, οι οποίοι αυξάνουν κατά τη διάρκεια του ύπνου σε έναν φυσιολογικό ενήλικα. Καθώς οι άνθρωποι μεταβαίνουν από ελαφρύτερες σε βαρύτερες καταστάσεις ύπνου (πριν τον REM ύπνο), η εμφάνιση των άλφα κυμάτων εξαλείφεται και σταδιακά αντικαθίσταται από χαμηλότερης συχνότητας θήτα και μετά δέλτα κύματα. Αν και οι δέλτα και θήτα ρυθμοί είναι οι πιο κυρίαρχοι κατά τη διάρκεια του ύπνου, υπάρχουν περιπτώσεις όπου έχουν καταγραφεί και κατά τη διάρκεια που ο εξεταζόμενος άνθρωπος είναι ξύπνιος. Για παράδειγμα, τα θήτα κύματα μπορούν να εμφανιστούν για σύντομα διαστήματα κατά τη διάρκεια συναισθηματικών αντιδράσεων ή καταστάσεων. Τα δέλτα κύματα μπορεί να αυξηθούν κατά τη διάρκεια δύσκολων πνευματικών δραστηριοτήτων, οι οποίες απαιτούν συγκέντρωση. Γενικά, η εμφάνιση και τα πλάτη των δέλτα και θήτα ρυθμών είναι μεταβλητά μεταξύ των διαφόρων ανθρώπων.<sup>8</sup>

### 2.3.1.6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ



Χαρακτηριστικά ΗΕΓ σε διάφορες καταστάσεις.

Η κλίμακα φαίνεται με κατακόρυφα τμήματα των 50  $\mu V$

### **2.3.1.7 ΙΑΤΡΙΚΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ Η.Ε.Γ.**

Το ΗΕΓ βοηθά στη διάγνωση ασθενειών του εγκεφάλου. Είναι χρήσιμο στη διάγνωση και κατάταξη των επιληπτικών κρίσεων. Επίσης βοηθά στην επιβεβαίωση όγκων του εγκεφάλου, γιατί η ηλεκτρική δραστηριότητα μειώνεται στην περιοχή του όγκου. Στη Χειρουργική λαμβάνεται συνήθως ένα μόνο δυναμικό ΗΕΓ, όταν δεν μπορεί να ληφθεί ΗΚΓ, για την παρακολούθηση της στάθμης αναισθησίας του ασθενούς. Τελευταία, το ΗΕΓ χρησιμοποιείται και για τον νόμιμο ορισμό του θανάτου (εγκεφαλικός θάνατος) ώστε να επιτρέπεται η αφαίρεση οργάνων για μεταμόσχευση όταν ο φλοιός του εγκεφάλου δεν έχει ηλεκτρική δραστηριότητα.<sup>8</sup>

### **2.3.1.8 ΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**

Οι διαφορές δυναμικού που καταγράφει το ΗΕΓ μετριοούνται σε  $\mu\text{V}$ . Είναι δηλαδή περίπου 100 φορές μικρότερες και από εκείνες που καταγράφει το ΗΚΓ (Ηλεκτροκαρδιογράφημα). Επειδή τα σήματα του ΗΕΓ είναι τόσο ασθενή, είναι πολύ ευάλωτα. Η κυματομορφή του ΗΕΓ παραμορφώνεται εύκολα λόγω παρεμβολής και προσθήκης ξένων (μη εγκεφαλικών) σημάτων που μπορεί να είναι πολύ ψηλότερα από εκείνα που θέλουμε να καταγράψουμε. Για να αποφύγουμε, ή τουλάχιστον να περιορίσουμε, την παραγωγή και υπέρθεση στο ΗΕΓ τέτοιων παρασιτικών σημάτων, πρέπει να γνωρίσουμε τις παρακάτω κύριες πηγές τους.<sup>8</sup>

### **2.3.1.9 ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΡΔΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΜΑΤΙΑ**

Η λειτουργία της καρδιάς παράγει δυναμικά στο δέρμα. Αυτό βέβαια ισχύει και για το δέρμα της κεφαλής. Ευτυχώς η απόσταση μεταξύ καρδιάς και κεφαλής είναι μεγάλη. Έτσι το σήμα που παίρνουν τα ηλεκτρόδια είναι πολύ μικρό, όταν μάλιστα είναι μικρή και η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων. Όταν είναι σημαντικό το καρδιακό σήμα δίνει στο ΗΕΓ οξείες αιχμές (αποκλίσεις της γραφίδας) με την περιοδικότητα της καρδιάς (ανά 0.8 sec). Η παρεμβολή που προκαλείται στο ΗΕΓ όταν υπάρχει εμφυτευμένος βηματοδότης της καρδιάς είναι ισχυρότερη και δεν μπορεί να εξαλειφθεί.

Η διαφορά μεταξύ του πρόσθιου και του οπίσθιου τμήματος του ματιού είναι αρκετά mV. Αυτό το δίπολο δίνει ρεύματα δια των ιστών και δυναμικά στο δέρμα της κεφαλής, που αλλάζουν, όταν κινούνται τα μάτια του εξεταζόμενου.<sup>9</sup>

### **2.3.1.10 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ**

Έστω ότι ένα ηλεκτροφόρο καλώδιο (220 V, 50 Hz) περνά σε μικρή απόσταση από τον ασθενή. Το μονωμένο σώμα του ασθενούς, επειδή βρίσκεται μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο, θα αποκτήσει ένα δυναμικό μεταξύ του δυναμικού του σύρματος και εκείνου της γης. Αυτό το εναλλασσόμενο δυναμικό του σώματος μπορεί να φθάνει σε υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα δυναμικά του ΗΕΓ.

Εξ άλλου, μέρος από το χωρητικό ρεύμα που διαρρέει από το σύρμα προς τη γη περνά δια μέσου του σώματος του ασθενούς. Έτσι δημιουργεί διαφορές δυναμικού ( $V=I \cdot R$ ) μεταξύ των θέσεων του δέρματος που φέρουν τα ηλεκτρόδια. Αυτά τα δυναμικά αποτελούν για το μηχανήμα σήματα που υπερτίθενται στο ΗΕΓ.

Αν το παραπάνω καλώδιο διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $i$ , δημιουργεί στον γύρω του χώρο και μαγνητικό πεδίο (νόμος Biot - Savart). Αν  $\Phi$  είναι η ροή του μαγνητικού πεδίου που περνά μέσα από ένα βρόχο, σχηματιζόμενο από τα καλώδια σύνδεσης του ασθενούς με τον ΗΕΓ, θα επαχθεί στον βρόχο τάση  $v = -d\Phi/dt$ .

Σε αντίθεση με τις ηλεκτρικές, οι μαγνητικές παρεμβολές προκαλούν ασθενή παράσιτα. Η κάθε γραμμή έχει συνήθως δύο σύρματα που σε κάθε στιγμή διαρρέονται από ίσα ρεύματα αντίθετης φοράς. Επειδή τα σύρματα είναι παράλληλα και έχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους, τα μαγνητικά πεδία τους σχεδόν αλληλοεξουδετερώνονται.

Η κατάσταση διαφέρει αν το εργαστήριο γειτνιάζει προς κάποιον υποσταθμό της ΔΕΗ. Τότε, τα υψηλά ρεύματα και οι πολλές στροφές (σπείρες) των πηνίων των μετασχηματιστών δημιουργούν ισχυρά μαγνητικά πεδία (θεώρημα Ampere) που επάγουν ανάλογα σήματα στους βρόχους των καλωδίων ασθενούς και οργάνου.<sup>9</sup>

### **2.3.1.11 ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ ΑΠΟ ΠΕΔΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ**

Κάθε σύρμα διαρρέομενο από υψίσυχο ρεύμα εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα, που διαδίδονται σε μεγάλες αποστάσεις. Η πηγή αυτών των κυμάτων μπορεί να είναι η κεραία ενός ραδιοφωνικού σταθμού ή ο σπινθήρας που παράγεται κατά τη διακοπή κάποιου ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτά τα μεταβατικά κύματα, φεύγοντας από τον ηλεκτρικό διακόπτη και ταξιδεύοντας κατά μήκος της τροφοδοτικής γραμμής, μπορούν να φθάσουν και να δημιουργήσουν ενοχλητική παρεμβολή στο μετρητικό μας όργανο (ΗΚΓ, ΗΜΓ, ΗΕΓ).

Τα πεδία ραδιοφωνικής συχνότητας που προέρχονται από ραδιοφωνικούς και τηλεοπτικούς πομπούς έχουν μικρή ένταση (λίγα mV ανά μέτρο μήκους στον αέρα). Έτσι τα παράσιτά τους εξαλείφονται εύκολα με βαθυπερατό φίλτρο, δεδομένου ότι τα βιοδυναμικά που θέλουμε να καταγράψουμε δεν περιέχουν υψίσυχνες συνιστώσες. Αν όμως ο πομπός είναι κοντά ή αν στον ίδιο (ή σε γειτονικό) χώρο λειτουργεί μια φυσικοθεραπευτική ή χειρουργική διαθερμία, το ηλεκτροφυσιολογικό μας όργανο μπορεί να δεχθεί υψηλά υψίσυχνα σήματα. Για παράδειγμα, σε απόσταση 1500m από πομπό VHF των 100W το πεδίο μειώνεται σε ~10μV/m. Σε απόσταση 6m από χειρουργική διαθερμία, που λειτουργεί σε 400W και σε 400kHz, το πεδίο είναι περίπου 10mV/m.<sup>9</sup>

### **2.3.1.12 ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ**

Η κατασκευή θωρακισμένου δωματίου (ελεύθερου ηλεκτρικών και υψίσυχνων πεδίων) είναι δαπανηρή. Το θυρόφυλλο πρέπει να είναι χάλκινο και να έχει περιμετρικά καλές ηλεκτρικές επαφές με το επίσης αγώγιμο πλαίσιο του (την κάσα του). Επειδή τα παράθυρα δεν θωρακίζονται αποτελεσματικά, πρέπει να αποφεύγονται. Οι τοίχοι, το δάπεδο και η οροφή πρέπει να έχουν αγώγιμα και γειωμένα πλέγματα.

Ευτυχώς, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι αναγκαία η κατασκευή θωρακισμένου δωματίου. Η προσεκτική χρήση και η σωστή κατασκευή των ηλεκτροφυσιολογικών οργάνων αρκούν για να ελαττώσουν ικανοποιητικά τις παρεμβολές.

Μερικές πρακτικές συμβουλές είναι:

1. Το μηχάνημα πρέπει να είναι πάντα γειωμένο.
2. Τα καλώδια των συνδέσεων ασθενούς – μηχανήματος και το καλώδιο τροφοδοσίας του μηχανήματος πρέπει να είναι προστατευμένα με μη αγώγιμο περίβλημα. Αυτή η προστασία αφαιρεί σχεδόν όλη την παρεμβολή ηλεκτρικών πεδίων.
3. Οι λαμπτήρες φθορισμού προκαλούν σημαντική ηλεκτρική παρεμβολή μέχρι απόσταση 2m. Στην ΗΚΓ και ΗΕΓ ο ασθενής δεν πρέπει να είναι κοντά σε λαμπτήρες φθορισμού. Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι πολύ προτιμότεροι.
4. Τα ηλεκτροφόρα τροφοδοτικά καλώδια δεν πρέπει να γειτνιάζουν ούτε στον ασθενή ούτε στα καλώδια συνδέσεως ασθενούς – οργάνου. Το μαγνητικό τους πεδίο επάγει παρεμβολές.

5. Ο μετρούμενος ασθενής πρέπει να είναι μακριά από οποιονδήποτε μετασχηματιστή, ακόμα και από εκείνον που τυχόν περιέχεται στο όργανο. Άρα ο ασθενής δεν πρέπει να βρίσκεται δίπλα στο όργανο.
6. Φθαρμένα καλώδια και κακοτοποθετημένα ηλεκτρόδια είναι οι συνηθέστερες πηγές παρεμβολής.
7. Τα ηλεκτροφόρα καλώδια κατά την κατασκευή του εργαστηρίου, πρέπει να εγκατασταθούν μέσα σε μεταλλικούς γειωμένους και όχι σε πλαστικούς σωλήνες.
8. Γενικά η απόσταση είναι αποτελεσματική και φθηνή προστασία. Κάθε παρεμβολή μειώνεται αυξάνοντας την απόσταση της θέσης μέτρησης από την πηγή της παρεμβολής.

10

### **2.3.1.13 ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΟ Η.Ε.Γ.**

Τοπική πολύμορφη βραδεία δραστηριότητα: αυτή είναι ακανόνιστη δραστηριότητα από κύματα δ ή θ, που, όταν είναι συνεχής, σχετίζεται με εντοπισμένη οργανική εγκεφαλική βλάβη, όπως όγκος, απόστημα, ενδοεγκεφαλική αιμορραγία ή έμφρακτο (στην τελευταία περίπτωση το αντίθετο ημισφαίριο είναι συνήθως φυσιολογικό, ενώ στις άλλες εμφανίζει διάσπαρτα κύματα θ).

Διαλείποντα ρυθμικά βραδέα κύματα : είναι παροξυντικές εκκενώσεις από γενικευμένα σύγχρονα, ρυθμικά κύματα θ και δ που καταγράφονται συμμετρικά και στα δύο ημισφαίρια (συνήθως υποδεικνύουν θαλαμοφλοιώδη δυσλειτουργία) και μπορεί να οφείλονται σε μεταβολικές διαταραχές, σε αποφρακτικό υδροκέφαλο, σε βλάβες στο βάθος στη μέση γραμμή ή στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο. Μπορεί επίσης να εμφανίζονται ως μη ειδική λειτουργική διαταραχή σε ασθενείς με γενικευμένη επιληψία.

Γενικευμένη πολύμορφη βραδεία δραστηριότητα: αποτελεί διάχυτη διαταραχή στη βασική εγκεφαλική δραστηριότητα με την εμφάνιση πολλών βραδέων κυμάτων. Καταγράφεται σε εγκεφαλοπάθειες μεταβολικής, τοξικής ή λοιμώδους αιτιολογίας και σε υπολειμματικές καταστάσεις από παλιές εγκεφαλοπάθειες.

Επιληπτικές εκφορτίσεις: οι επιληπτικές εκφορτίσεις για τις οποίες γίνεται λεπτομερής αναφορά πιο κάτω, αποτελούνται από αιχμές ή αιχμηρά κύματα ή συμπλέγματα αιχμής – κύματος που καταγράφονται με διαλείποντα χαρακτήρα και κατά τη μεσοκριτική περίοδο σε ασθενείς με επιληψία (αλλά ακόμα και σε άτομα που δεν εμφάνισαν ποτέ κρίση, ωστόσο έχουν μια γενετική

προδιάθεση για την επιληψία). Οι επιληπτικές εκφορτίσεις μπορεί να είναι εστιακές ή γενικευμένες ανάλογα με την μορφή της επιληψίας.<sup>10</sup>

#### **2.3.1.14 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΠΡΑΞΗ**

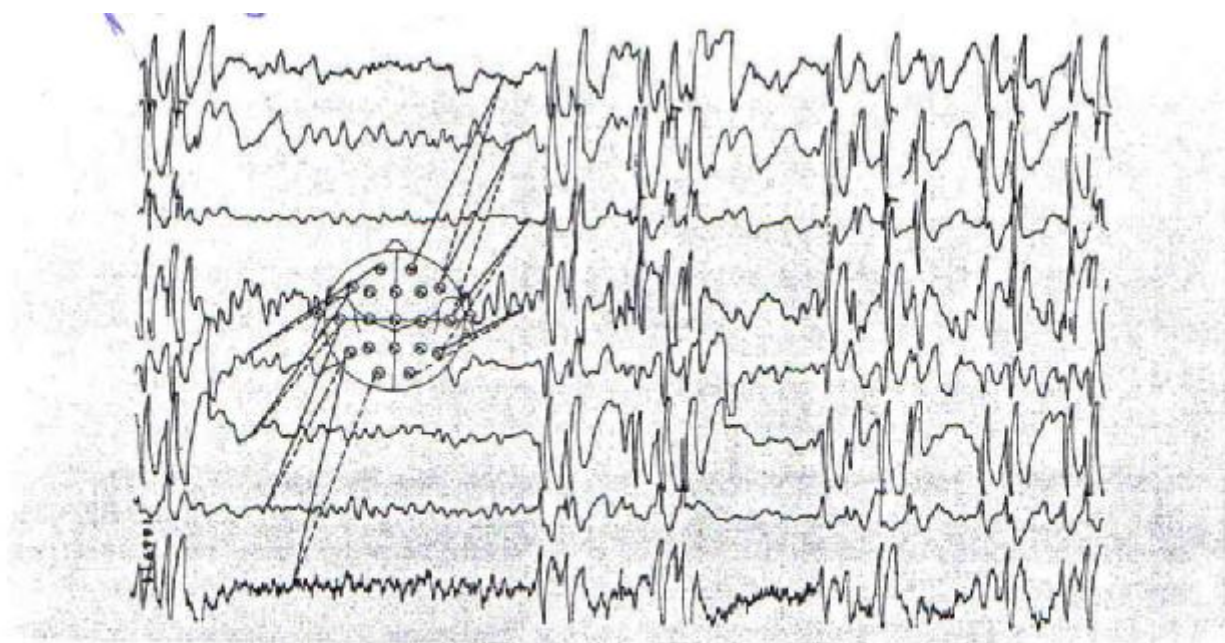
Το ΗΕΓ δίνει χρήσιμες πληροφορίες, όπως έχει ήδη ειπωθεί, σε πολλές παθήσεις του εγκεφάλου ή καταστάσεις που επηρεάζουν την εγκεφαλική λειτουργία. Φυσιολογικό ΗΕΓ δεν αποκλείει πάντα την ύπαρξη εγκεφαλικής βλάβης. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες παθήσεις με τις χαρακτηριστικές τους ΗΕΓκές ανωμαλίες.

**Επιληψία:** όπως έχει ήδη ειπωθεί, το ΗΕΓ αποτελεί την πιο χρήσιμη εργαστηριακή εξέταση της επιληψίας. Το ΗΕΓ μπορεί να επιβεβαιώσει τη διάγνωση της επιληψίας, αλλά όχι να την αποκλείσει, εφόσον υπάρχουν επιληπτικά άτομα που έχουν φυσιολογικό ΗΕΓ (εδώ η ηλεκτροεγκεφαλογραφία με 24ωρη καταγραφή και βιντεοσκόπηση μπορεί να δώσει πολύτιμες πληροφορίες).

Στις γενικευμένες ιδιοπαθείς επιληψίες η κλασική καταγραφή είναι οι γενικευμένες παροξυντικές εκκενώσεις από ρυθμικά συμπλέγματα αιχμής-κύματος 3-4 κ/δ. Στις εστιακές ιδιοπαθείς επιληψίες καταγράφονται αιχμηρά κύματα ή αιχμές στη ρολάνδεια περιοχή, συχνά συνοδευόμενα από βραδέα κύματα με τάση να επεκτείνονται στο αντίστοιχο της άλλης πλευράς ή και να αλλάζουν πλευρά (καλοήθης επιληψία των παιδών με ινιακούς παροξυσμούς καταγράφονται, μόνο με κλειστά μάτια, αιχμηρά κύματα ή αιχμές ρυθμικά στην ινιακή ή οπίσθια κροταφική περιοχή του ενός ή και των δύο ημισφαιρίων).

Στις εστιακές επιληψίες χαρακτηριστική είναι η εστιακή καταγραφή αιχμών ή αιχμηρών κυμάτων ή και διαλείπουσας βραδείας δραστηριότητας. Σε αρρώστους με εστιακή επιληψία με δευτερογενή γενίκευση το ΗΕΓ μπορεί να εμφανίζει γενικευμένες παροξυντικές εκκενώσεις (εικ. 38.8).

**Εστιακές εγκεφαλικές βλάβες:** (όγκοι, αποστήματα, ενδοεγκεφαλικά αιματώματα, έμφρακτα). Όταν η εντόπιση του όγκου είναι στο εγκεφαλικό ημισφαίριο, καταγράφεται συνεχής δραστηριότητα από κύματα θ ή δ. Όσο ταχύτερη η εξέλιξη της χωροκατακτητικής εξεργασίας, όπως σε γλοιοβλαστώματα ή αποστήματα, τόσο εντονότερη η παθολογική δραστηριότητα. Αντίθετα, όταν οι όγκοι έχουν βραδεία εξέλιξη (π.χ. μηνιγγιώματα, αστροκυττώματα), μπορεί το ΗΕΓ να παραμένει φυσιολογικό για μακρό διάστημα. Σε όγκους του οπίσθιου κρανιακού βόθρου το ΗΕΓ είναι επίσης φυσιολογικό για μακρό διάστημα. Όταν ο όγκος πιέζει το εγκεφαλικό στέλεχος, ιδίως το ανώτερο τμήμα, ή προκαλεί υδροκέφαλο από απόφραξη του κοιλιακού συστήματος, μπορεί να καταγράφονται βραδέα ρυθμικά μονόμορφα κύματα στη μετωπιαία περιοχή, συνήθως αμφοτερόπλευρα (αλλά μπορεί και μονόπλευρα).



*Εικόνα 38.8. Γενικευμένες παροξοντικές εκκενώσεις από άτυπα συμπλέγματα αιχμής-κύματος σε ασθενή που εμφανίζει εστιακές και δευτερογενώς γενικευόμενες κρίσεις. Οι απαγωγές είναι οι κροταφικές διπολικές του συστήματος 10-20.*

Σε ημισφαιρικές βλάβες ο χαρακτήρας και η κατανομή των ΗΕΓκών ανωμαλιών εξαρτάται από το μέγεθος της εστιακής βλάβης, την απόστασή της από τον φλοιό και τους ειδικούς σχηματισμούς που επηρεάζει (εκτός από την ταχύτητα ανάπτυξής της). Έτσι π.χ. ένα μικρό έμφρακτο φλοιικό ή στη έσω κάψα προκαλεί ελάχιστες ή καθόλου ΗΕΓκές ανωμαλίες, αντίθετα ίδιου μεγέθους έμφρακτο στον θάλαμο μπορεί να προκαλεί διάχυτη επιβράδυνση σε όλο το ημισφαίριο. Σε ένα μεγάλο ημισφαιρικό έμφρακτο μπορεί να καταγράφεται συνεχής πολύμορφη βραδεία δραστηριότητα, όπως και σε έναν όγκο, αλλά στην πρώτη περίπτωση το υγιές ημισφαίριο έχει φυσιολογικούς ρυθμούς, ενώ στην δεύτερη περίπτωση μπορεί να εμφανίζει διάσπαρτα βραδέα κύματα.

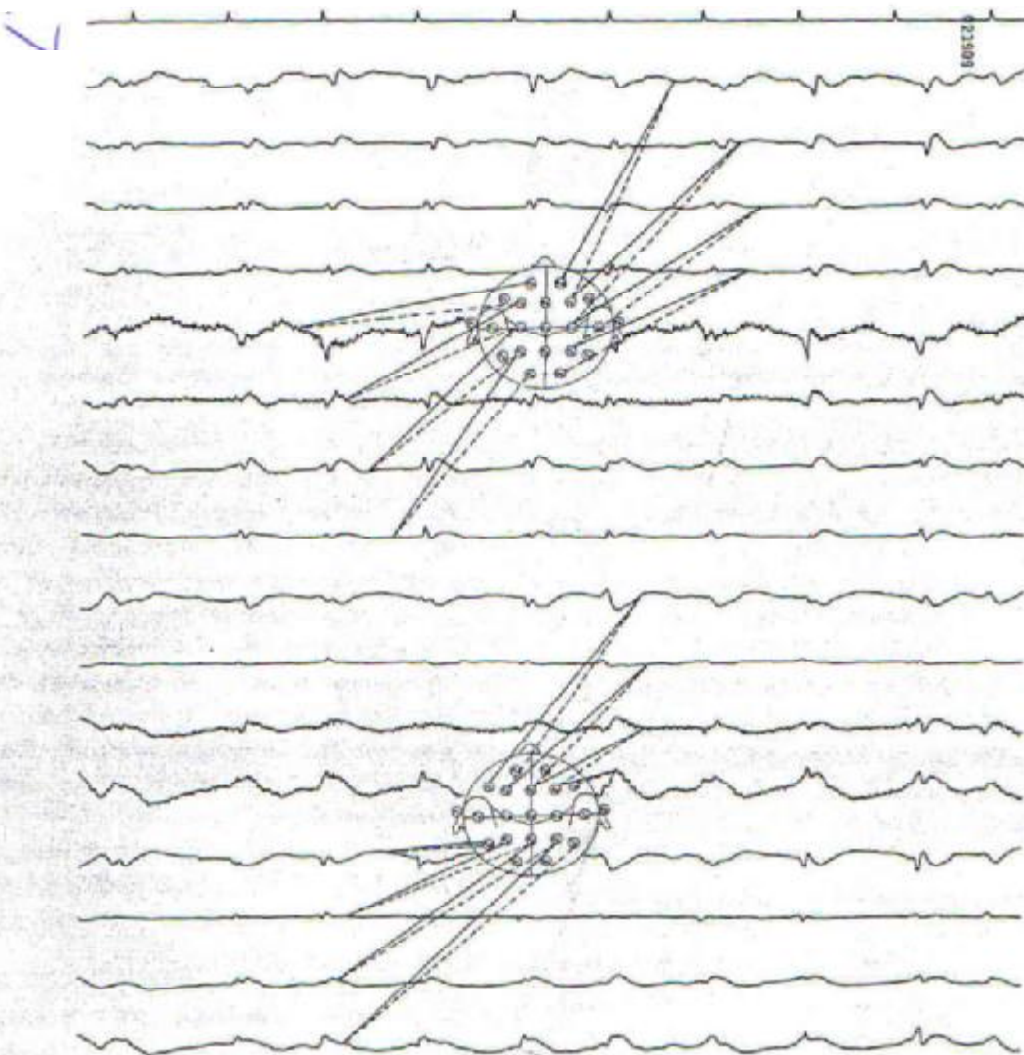
**Ημικρανία:** στα μεσοδιαστήματα των ημικρανικών κρίσεων το ΗΕΓ είναι φυσιολογικό ή παρουσιάζει ελαφρές μη ειδικές ανωμαλίες. Αντίθετα κατά τη διάρκεια μιας ημικρανικής κρίσης μπορεί να εμφανίζει συνεχή βραδεία δραστηριότητα στο ένα ημισφαίριο (συνήθως στο πλάγιο που ο άρρωστος πονάει). Η βραδεία αυτή δραστηριότητα ελαττώνεται τις επόμενες ώρες, αλλά μπορεί να διατηρηθεί και για λίγες ημέρες. Στην περίπτωση της ημικρανίας της βασικής αρτηρίας, ιδίως στα παιδιά, η βραδεία δραστηριότητα μπορεί να είναι γενικευμένη και να καταλαμβάνει και τα δύο ημισφαίρια.

**Κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις:** σε θλάση της εγκεφαλικής ουσίας στο ΗΕΓ καταγράφονται εστιακά, βραδέα, μονόμορφα κύματα, που υποχωρούν σιγά σιγά, αλλά που μερικές φορές κατά τη



διάρκεια της εξέλιξής τους παίρνουν παροξυντική μορφή. Σε υποσκληρίδιο αιμάτωμα χαρακτηριστική είναι η τοπική μείωση του εύρους, αλλά και η εμφάνιση βραδέων κυμάτων στην περιοχή πάνω από το αιμάτωμα. Στην εγκεφαλική διάσειση καταγράφονται διάχυτα γενικευμένα βραδέα κύματα, που διαρκούν διαφορετικό χρόνο στο κάθε άτομο και υποχωρούν συνήθως με τη βελτίωση του αρρώστου. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται για την αξιολόγηση των μετατραυματικών ηλεκτροεγκεφαλικών ανωμαλιών στα παιδιά, γιατί η βαρύτητά τους δεν ανταποκρίνεται στη βαρύτητα της κλινικής κατάστασης. Κατά συνέπεια, απαιτείται αξιολόγηση έπειτα από αρκετές επαναλήψεις.

Φλεγμονώδεις παθήσεις (μηνιγγίτιδες και εγκεφαλίτιδες): ιδιαίτερα στα παιδιά, η καταγραφή είναι χαρακτηριστική με γενικευμένες πολύμορφες βραδείες δραστηριότητες δ με υψηλό εύρος. Η βελτίωση της κλινικής εικόνας ακολουθείται και από βελτίωση του ΗΕΓ. Στη νεκρωτική εγκεφαλίτιδα από ιό του απλού έρπητα καταγράφονται χαρακτηριστικές εστιακές ανωμαλίες στην κροταφική περιοχή. Χαρακτηριστικό είναι επίσης το ΗΕΓ στην υποξεία σκληρυντική πανεγκεφαλίτιδα και στην νόσο Creutzfeldt-Jakob (εικ. 38.11).<sup>10</sup>



Εικόνα 38.11. Χαρακτηριστικά επαναλαμβανόμενα «αμβλέα» αιχμηρά κύματα σε ασθενείς με νόσο των Creutzfeldt-Jacob. Οι απαγωγές είναι οι βρεγματικές διπολικές και οι κλασικές εγκάρσιες διπολικές του συστήματος 10-20.

### 2.3.1.15 ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ

Αξιόλογη εκπαίδευση αποκτάται για να γνωματευθεί και να ερμηνευθεί έγκαιρα το ΗΕΓ. Το φυσιολογικό ΗΕΓ έχει μεγάλη ευρύτητα στην εμφάνισή του (διαφέρει στις διάφορες ηλικίες, όπως και από άτομο σε άτομο και στα διαφορετικά επίπεδα συνείδησης) και πολλές φορές μικρές παραλλαγές μπορεί λαθεμένα να διαγνωστούν ως ανώμαλα ευρήματα και ακόμη χειρότερα ως ευρήματα ενδεικτικά επιληψίας ή άλλων εγκεφαλικών βλαβών.

Ο εγκέφαλος παράγει ελάχιστες ποσότητες ηλεκτρισμού, οι οποίες μπορούν να ανιχνευτούν με την προσαρμογή ηλεκτροδίων στο κρανίο. Οι ηλεκτρικές ώσεις που συλλαμβάνονται από τα ηλεκτρόδια μεταβιβάζονται, μέσω των καλωδίων, στον ηλεκτροεγκεφαλογράφο, ο οποίος τις μεγεθύνει κατά 1 εκατομμύριο φορές και τις καταγράφει σ' ένα χαρτί (το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα). Τα είδη των κυμάτων που καταγράφονται κατατάσσονται, βάσει της συχνότητάς τους, σύμφωνα με το ελληνικό αλφάβητο (άλφα, βήτα κ.τ.λ.).



Τα φυσιολογικά σύνολα ηλεκτρικών κυμάτων παρουσιάζουν διαφορές, ανάλογα με την ηλικία του ασθενούς και την κατάσταση επαγρύπνησης. Ορισμένα κύματα δείχνουν διάφορες μορφές επιληψίας.<sup>10</sup>



### Γιατί γίνεται

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα γίνεται κυρίως για τη διάγνωση επιληψίας (και για τον προσδιορισμό του είδους της) και, με κάποιες μετατροπές, για τη διερεύνηση ανωμαλιών στον ύπνο. Μερικές φορές, χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τη διάγνωση εγκεφαλίτιδας ή μηνιγγίτιδας (φλεγμονή του εγκεφάλου ή των μηνίγγων) ή για την εκτίμηση της βλάβης που έχει υποστεί ο εγκέφαλος μετά από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο. Συνήθως όμως, για την τελευταία περίπτωση, προτιμάται αξονική ή μαγνητική τομογραφία.

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα δεν μπορεί να δείξει την πνευματική ικανότητα

ενός ατόμου, ούτε και να διαγνώσει φύσεως παθήσεις.

ψυχιατρικής



### Προετοιμασία για τη διαδικασία

Μερικές φορές, απαγορεύεται η λήψη ηρεμιστικών και καταπραϊντικών επί 24-48 ώρες πριν από το τεστ, ενώ ο ασθενής δεν πρέπει να καταναλώσει καφεΐνη επί αρκετές ώρες πριν από τη διαδικασία. Λίγο πριν από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, πρέπει να φαιε ελαφρά. Αν το τεστ γίνει

με άδειο στομάχι, τα χαμηλά επίπεδα σακχάρου στο αίμα ενδέχεται να παρουσιάσουν μη φυσιολογικά αποτελέσματα. Δε χρειάζεται να κοπούν τα μαλλιά του ασθενούς.

### **Πώς γίνεται το εγκεφαλογράφημα**

Το τεστ γίνεται σ' ένα δωμάτιο απομονωμένο από την εξωτερική ηλεκτρική δραστηριότητα. Ο εξεταζόμενος, ξαπλωμένος στο κρεβάτι, παίρνει ένα ηρεμιστικό, ώστε να μην είναι ανήσυχος κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Προσαρμόζονται στο κεφάλι του 1β ή περισσότερο ηλεκτρόδια, συνήθως με ένα ειδικό ζελέ και μια πάστα που αφαιρείται εύκολα. Μερικές φορές εισάγονται στο κρανίο μικροσκοπικές βελόνες-ηλεκτρόδια, πράγμα που δεν είναι καθόλου επώδυνο, επειδή το κρανίο έχει πολύ λίγες νευρικές απολήξεις. Μόλις τα ηλεκτρόδια μπουν στη θέση τους, γίνονται καταγραφές με τα μάτια του εξεταζόμενου και κλειστά και ανοιχτά. Κατά τις καταγραφές, ο εξεταζόμενος πρέπει να κινείται και να μιλάει όσο το δυνατόν λιγότερο, γιατί επηρεάζεται το εγκεφαλογράφημα. Μερικές φορές, γίνεται καταγραφή την ώρα που ο εξεταζόμενος κοιμάται. Το τεστ διαρκεί μια ώρα.

### **Ποιοι είναι οι κίνδυνοι**

Σε σπάνιες περιπτώσεις, τα άτομα που είναι επιρρεπή στην επιληψία παθαίνουν παροξυσμό κατά τη διάρκεια του τεστ, ιδίως αν έπαιρναν κάποιο επιληπτικό φάρμακο και το 'χουν σταματήσει προσωρινά. Αν παρουσιαστεί παροξυσμός, ο γιατρός θα λάβει τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπισή του.

### **Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ)**

Η Ε Γ είναι η καταγραφή των δυναμικών ενεργειών που παράγονται απ' τον ζωντανό εγκέφαλο, πάνω σε χαρτί ως ηλεκτρικά κύματα. Ο ΗΕΓ είναι μηχάνημα περίπλοκο, κοστίζει αρκετά (γι' αυτό δεν το συναντάμε και σε όλα τα ιδρύματα) και αρκετά ευαίσθητο. Βοηθά αρκετά στη διάγνωση ασθενειών του εγκεφάλου, αναγνωρίζοντας ανωμαλίες στα ηλεκτρικά κύματα και εντοπίζοντας τον τόπο των αλλοιώσεων π.χ. επιληπτικά περιστατικά. Πιο σωστά θα ήταν να λέγαμε πως το ΗΕΓ χρησιμοποιείται μόνο για την υποστήριξη της κλινικής διάγνωσης. Τέλος χρησιμοποιείται για τον νόμιμο ορισμό του θανάτου (εγκεφαλικός θάνατος) και στην ψυχοχειρουργική.

## ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

Κύριο μέλημά μας είναι να προετοιμάσουμε τον εξεταζόμενο γι' αυτό το οποίο θα υποστεί. Πρέπει να του εξηγήσουμε τη διαδικασία στην οποία θα υποβληθεί, να του εξηγήσουμε τους λόγους για τους οποίους γίνεται και να τον καθησυχάσουμε πως δεν διατρέχει κανένα κίνδυνο. Στόχος και σκοπός μας είναι να τον πείσουμε πως πρέπει να είναι ήρεμος πριν και κατά τη διάρκεια της εξέτασης, γιατί τα αποτελέσματα επηρεάζονται εύκολα από πολλούς παράγοντες, τόσο εξωγενείς όσο και ενδογενείς. Αυτό οφείλεται στο ότι το μηχάνημα είναι τόσο ευαίσθητο και κάθε ερέθισμα αλλάζει το αποτέλεσμα. Έτσι πρέπει να έχει καθαρό το τριχωτό της κεφαλής που εξασφαλίζεται με λούσιμο της κεφαλής απ' την προηγούμενη ημέρα της εξέτασης. Πρέπει να φάει ελαφρά και φροντίζουμε να κοιμηθεί άνετα και ήρεμα εξασφαλίζοντάς του τις κατάλληλες συνθήκες. Έπειτα πρέπει να φροντίσουμε ώστε να μην υπάρχει συναισθηματική φόρτιση με μέλη της οικογένειας ή φίλους. Η ώρα που θα πάει στην αίθουσα της εξέτασης πρέπει να είναι ακριβής όσο το δυνατόν, για να μην αγχωθεί όσο θα περιμένει. Έπειτα, αφού καθίσει και του τοποθετηθούν με ακρίβεια και προσοχή τα ηλεκτρόδια (ανά δύο) στο τριχωτό της κεφαλής, προσέχουμε να μην παρεμβάλλονται τρίχες και να καλύπτονται με βαμβάκι εμποτισμένο σε αλατούχο διάλυμα, αφού πρώτα έχουν εφαρμοστεί απευθείας στο δέρμα. Του εξηγούμε και πάλι πως δεν πρέπει να σκέφτεται τίποτα, να μην μιλά και να κρατά τα μάτια κλειστά. Υπόψιν μας πρέπει να πάρουμε κάποιους παράγοντες που επηρεάζουν τα ηλεκτρικά αποτελέσματα. Αν κινηθεί ο ασθενής ή τα καλώδια, τότε καταγράφονται άλλα κύματα, μιας και διαταράσσεται η ηλεκτροχημική ισορροπία μεταξύ ηλεκτροδίων και δέρματος. Επίσης αν ο ασθενής ιδρώνει, αυτό θα επηρεάσει την ηλεκτροχημική ισορροπία. Αν πάλι υπάρχει εμφυτευμένος βηματοδότης, προκαλεί ισχυρή παρεμβολή στο ΗΕΓ, χωρίς να μπορεί να εξαλειφθεί. Επίσης άλλα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από κεραίες ραδιοφώνων, κινητών τηλεφώνων, μπορεί να δημιουργήσουν παρεμβολές στον ΗΕΓ.

Μερικά μέτρα που μπορούμε να πάρουμε για τη σωστή χρήση και λήψη του ΗΕΓ, είναι :

- 1) Το μηχάνημα πρέπει να είναι πάντα γειωμένο
- 2) Τα καλώδια σύνδεσης ασθενούς - μηχανήματος και τροφοδοσίας του μηχανήματος πρέπει να είναι προστατευμένα με αγωγίμο περίβλημα και να είναι σωστά και σταθερά συνδεδεμένα και καλά στερεωμένα.
- 3) Τα φώτα πρέπει να είναι χαμηλά και όχι έντονα, προτιμούμε λαμπτήρες πυρακτώσεως

- 4) Τα ηλεκτροφόρα καλώδια να είναι μακριά από τον ασθενή και να είναι καλά μονωμένα
- 5) Οι μετασχηματιστές να είναι μακριά από τον ασθενή
- 6) Να αποφεύγονται θόρυβοι και ομιλίες που μπορεί να επηρεάσουν την ηρεμία του εξεταζόμενου αποσπώντας του την προσοχή.

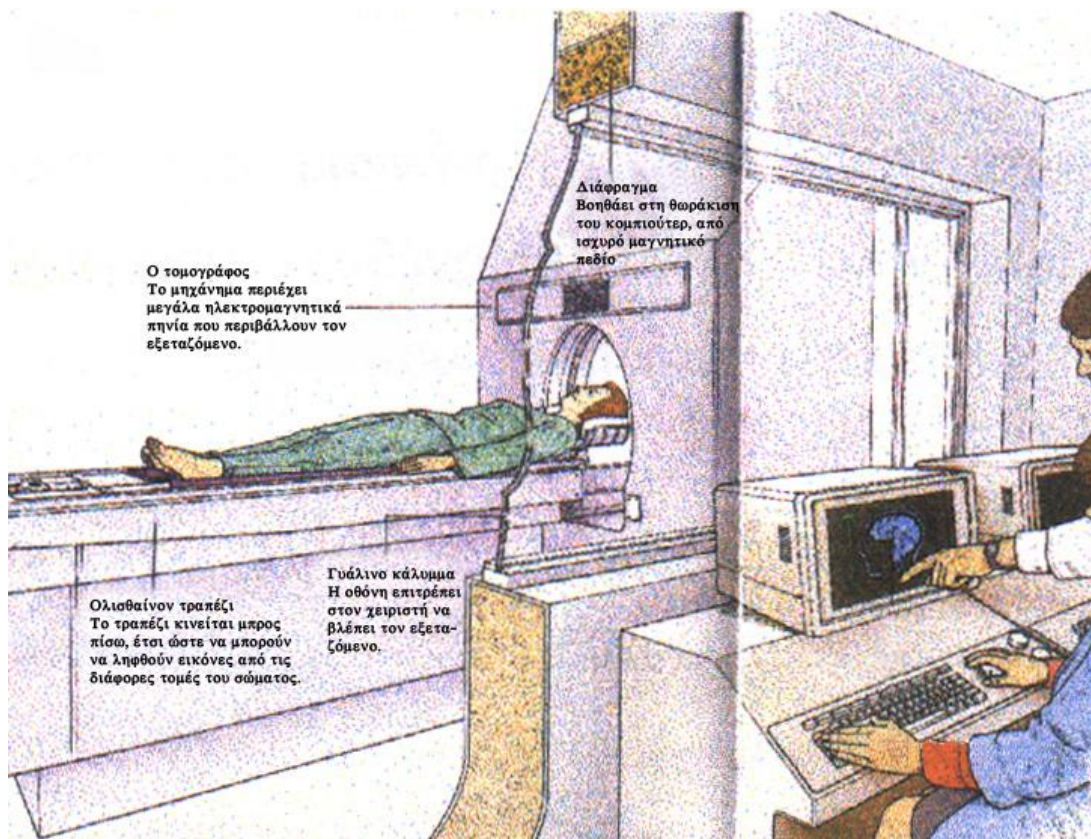
Μετά το τέλος της εξέτασης πρέπει να είμαστε κοντά στον ασθενή και να τον φροντίσουμε αποσυνδέοντάς τον από τα ηλεκτρόδια και να τον καθησυχάσουμε για τα αποτελέσματα της εξέτασής του. Τα αποτελέσματα και τα στοιχεία της εξέτασης θα πρέπει να τα συζητήσει με τον γιατρό του.<sup>11</sup>

### **2.3.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ**

Θεωρείται η πιο σύγχρονη διαγνωστική εξέταση του εγκεφάλου. Σε αντίθεση με την αξονική τομογραφία, όπου η απεικόνιση συνδέεται με το βαθμό απορρόφησης των ακτίνων X από τους ιστούς, στη μαγνητική τομογραφία η απεικόνιση εξαρτάται από την επίδραση του μαγνητικού πεδίου και από άλλους παράγοντες που κάνουν την εικόνα πιο ευκρινή και τις ποιοτικές μεταβολές των εγκεφαλικών ιστών πιο σαφείς και πιο ευδιάκριτες. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η συμβολή της στη διάγνωση των απομυελινωτικών νοσημάτων (αποτελεί ασφαλέστερη μέθοδο για την επιβεβαίωση της διάγνωσης της κατά πλάκας σκλήρυνσης). Μοναδικό μειονέκτημα αποτελεί το υψηλό κόστος εγκατάστασης της μονάδας.

Η μαγνητική τομογραφία είναι μια πολύτιμη διαγνωστική τεχνική, που χρησιμοποιείται από τις αρχές της δεκαετίας του '80. Προσφέρει υψηλής ποιότητας εγκάρσιες η και τρισδιάστατες εικόνες των οργάνων και των εσωτερικών δομών του σώματος, χωρίς τη χρησιμοποίηση ακτίνων X ή άλλων πιθανώς βλαβερών ακτινοβολιών. Η τεχνική βασίζεται στη χρησιμοποίηση ενός μαγνητικού πεδίου και ραδιοκυμάτων.

## Από ποια μέρη αποτελείται



Τα βασικά μέρη του συστήματος είναι:

### **Ο τομογράφος**

Το μηχάνημα περιέχει μεγάλα ηλεκτρομαγνητικά πηνία που περιβάλλουν τον εξεταζόμενο.

### **Το Ολισθαίνον τραπέζι**

Το τραπέζι κινείται μπρος πίσω έτσι ώστε να μπορούν να ληφθούν εικόνες από τις διάφορες τομές του σώματος.

### **Το Γυάλινο κάλυμμα**

Η οθόνη επιτρέπει στον χειριστή να βλέπει τον εξεταζόμενο.

## **Το Διάφραγμα**

Βοηθάει στη θωράκιση του κομπιούτερ, από το ισχυρό μαγνητικό πεδίο του μηχανήματος.



### **Η Εικόνα που εμφανίζεται στην οθόνη του κομπιούτερ**

Η εικόνα κατατάσσεται χρωματικά, ανάλογα με την περιεκτικότητα του υδρογόνου ή άλλων ατομικών πυρήνων των ιστών του σώματος. Τα σήματα που παράγονται από τους ατομικούς πυρήνες ανιχνεύονται και επεξεργάζονται από έναν Ηλεκτρονικό Υπολογιστή στην οθόνη του οποίου εμφανίζεται η τελική εικόνα.

## **ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ**

Κατά τη διάρκεια της εξέτασης ο εξεταζόμενος περιβάλλεται από τα πηνία ενός πανίσχυρου ηλεκτρομαγνήτη. Ένα δεύτερο ηλεκτρομαγνητικό πηνίο, περιβάλλει το μέρος σώματος που πρόκειται να απεικονιστεί.



Οι πυρήνες υδρογόνου των μορίων ύδατος του σώματος είναι σαν μαγνήτες. Υπό κανονικές συνθήκες, περιστρέφονται γύρω από μαγνητικούς άξονες που «κοιτάζουν» προς διάφορες κατευθύνσεις.

Όταν ο ασθενής βρίσκεται μέσα στο μαγνήτη, μερικοί από τους περιστρεφόμενους πυρήνες υδρογόνου ευθυγραμμίζονται στην ίδια κατεύθυνση με τη μαγνητική επίδραση που εκπέμπεται από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Οι ταλαντεύσεις παράγουν σήματα τα οποία εξασθενούν, καθώς οι περιστρεφόμενοι άξονες επανέρχονται στην κανονική τους κατάσταση. Τα σήματα αναλύονται και παράγεται μια εικόνα που δείχνει τις διάφορες πυκνότητες υδρογόνου, σε μια τομή του σώματος.

Ένα δεύτερο ηλεκτρομαγνητικό πηνίο κάνει τους περιστρεφόμενους άξονες των πυρήνων υδρογόνου του ασθενούς να ταλαντεύονται ελαφρά.

## **ΔΙΑΓΝΩΣΗ**

Εντοπίζει τους όγκους του εγκεφάλου ακριβέστερα από κάθε άλλη μέθοδο και δείχνει την έκταση της προσβολής. Λόγου χάρη, αν κάποιος έχει έναν όγκο στο κάτω και πίσω μέρος του κρανίου (όπου τα οστά είναι πιθανό να τον κρύβουν), ακόμη και η αξονική τομογραφία ενδέχεται να μην τον αποκαλύψει.

Όμως, η μαγνητική τον δείχνει, επειδή ,δεν επηρεάζεται από τα οστά που παρεμβάλλονται. Ακόμη, είναι χρήσιμη για την εξέταση των αρθρώσεων και των μαλακών ιστών, ιδιαίτερα των γονάτων.

Η μαγνητική τομογραφία δίνει ακριβείς εικόνες της καρδιάς και των μεγάλων αιμοφόρων αγγείων, καθώς και λεπτομερή εικόνα της ροής του αίματος. Δείχνει το αίμα των αρτηριών και των φλεβών και το ξεχωρίζει ξεκάθαρα από τον περιβάλλοντα ιστό. Εντοπίζει τις μεταβολές του πάχους του καρδιακού μυός, μετά από καρδιακή προσβολή, και απεικονίζει τις εκ γενετής καρδιακές ανωμαλίες. Επίσης, παρουσιάζει τις λόγω ασθeneίας μεταβολές των ιστών του σώματος. Συχνά, διαχωρίζει το φυσιολογικό ιστό του εγκεφάλου από περιοχές με μερική στέρηση της τροφοδοσίας τους με αίμα, πράγμα που συμβαίνει σε όσους έχουν πάθει εγκεφαλικό επεισόδιο.



### **Πώς γίνεται η εξέταση**

Συνήθως, μαγνητική τομογραφία κάνει κανείς σαν εξωτερικός ασθενής και στη διάρκεια της εξέτασης πρέπει να μείνει ακίνητος. Μερικές φορές, στα παιδιά γίνεται γενική νάρκωση. Ο τομογράφος είναι ένας τεράστιος ηλεκτρομαγνήτης.

Παρά το εντυπωσιακό του μέγεθος, ένα μέρος του όγκου του καταλαμβάνεται από μια συσκευή που ψύχει τα πηνία του μαγνήτη, κατά την ώρα της λειτουργίας του.

Δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας για τον ασθενή, αν ο γιατρός του συστήσει να κάνει μαγνητική τομογραφία. Δεν πονάει και η εξέταση τελειώνει μέσα σε 45-60 λεπτά ή και νωρίτερα. Το μόνο που ακούγεται είναι ο ήχος των μηχανημάτων.<sup>12</sup>

### **2.3.3 ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ**

Η αγγειογραφία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη διάγνωση των αγγειακών βλαβών. Με αυτήν απεικονίζονται και εντοπίζονται εύκολα τα ενδοκρανιακά ανευρίσματα και αρτηριοφλεβώδη αγγειώματα ενώ διαπιστώνεται και απόφραξη ή στένωση της έσω καρωτίδας ή άλλων μεγάλων εγγείων του λαιμού ή του κρανίου. Επίσης μπορεί να διαγνωσθεί χωρίς αμφιβολία το υποσκληρίδιο αιμάτωμα, και να εντοπιστούν οι χωροκατακτητικές βλάβες των εγλεφαλικών ημισφαιρίων.<sup>13</sup>

### **2.3.4 ΜΥΕΛΟΓΡΑΦΙΑ**

Η μυελογραφία είναι πολύ σημαντικό μέσο για την εντόπιση των βλαβών που πιέζουν ή παραμορφώνουν τον νωτιαίο μυελό, και είναι βασική εξέταση πριν από κάθε εγχείρηση για αποσυμπίεση του νωτιαίου μυελού, γιατί τα κλινικά σημεία δεν είναι ποτέ αρκετά για την ακριβή εντόπιση της βλάβης.<sup>13</sup>

### **2.3.5 ΗΧΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΙΑ**

Η μέθοδος αυτή είναι ακίνδυνη για τον ασθενή και μπορεί να επιβεβαιώσει αμέσως την παρουσία μιας χωροκατακτητικής βλάβης μέσα ή έξω από ένα εγκεφαλικό ημισφαίριο. Έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη γρήγορη διερεύνηση αρρώστων στους οποίους, π.χ., υπάρχει υποψία υποσκληρίδιου ή επισκληρίδιου αιματώματος ή όγκου του εγκεφάλου.<sup>13</sup>

### **2.3.6 ΓΑΜΜΑ ΕΓΚΑΦΑΛΟΓΡΑΦΙΑ**

Η καταγραφή με σπινθηρογράφημα της ακτινοβολίας πάνω από την επιφάνεια του κρανίου, μετά από ενδοφλέβια ένεση ενός κατάλληλου ισότοπου (συνήθως χρησιμοποιείται το τεχνητίο-99) έχει χρησιμοποιηθεί πολύ σε νευρολογικές και νευροχειρουργικές μονάδες για τη διάγνωση των ενδοκρανιακών βλαβών.<sup>13</sup>

### **2.3.7 ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΙΑ**

Η ηλεκτρομυογραφία είναι η τεχνική καταγραφής της ηλεκτρικής δραστηριότητας που παράγεται από ένα μυ σε ηρεμία και κατά τη διάρκεια σύσπασης. Η ηλεκτρική δραστηριότητα αφού περάσει μέσα από ένα ισχυρό ενισχυτή παρουσιάζεται για ερμηνεία σε ένα καθοδικό παλμογράφο και συγχρόνως σε ένα μεγάφωνο. Μερικές φορές έχει μεγαλύτερη αξία το οπτικό σήμα, άλλες φορές ο χαρακτήρας του ήχου, ενώ ο συνδυασμός και των δύο είναι πιο σημαντικός.

Το ηλεκτρομυογράφημα είναι μια νευρολογική εργαστηριακή εξέταση για το περιφερικό νευρικό σύστημα και τους μύες. Αναπτύχθηκε ως κλινική μέθοδος στη δεκαετία των '60 και από τότε συνεχίζει να εξελίσσεται.

Εξετάζει τα βιοηλεκτρικά χαρακτηριστικά νεύρων και μυών και έτσι προσφέρει κλινικά σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία τους. Δεν απεικονίζει δομικά όπως η αξονική και η μαγνητική τομογραφία, αλλά εντοπίζει με ακρίβεια ποιοι μύες, ποια νεύρα και σε ποια σημεία έχουν προσβληθεί.

Όσο αφορά στις αυχενικές και οσφυοϊερές ρίζες το ηλεκτρομυογράφημα διευκρινίζει ποιες ρίζες από αυτές που φαίνεται στη μαγνητική τομογραφία ότι πιέζονται, είναι κλινικά σημαντικά προσβεβλημένες. Όσο αφορά στα περιφερικά νεύρα, στις παθήσεις των μυών και της νευρομυϊκής σύναψης, το ηλεκτρομυογράφημα είναι η πιο αποτελεσματική διαγνωστική μέθοδος.

Όπως σε όλη την ιατρική, έτσι και στη νευρολογία, πρωταρχική σημασία έχει το ιστορικό και μετά η κλινική εξέταση. Το ηλεκτρομυογράφημα αποτελεί την επέκταση της νευρολογικής εξέτασης. Ο νευρολόγος, που κάνει το ηλεκτρομυογράφημα, πρέπει να έχει λεπτομερή γνώση των δεδομένων της κλινικής εξέτασης. Συνήθως γίνεται μια σύντομη, επικεντρωμένη εξέταση της μυϊκής ισχύος, της αισθητικότητας και των αντανακλαστικών πριν από την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων. Η συνολική διάρκεια της εξέτασης είναι συνήθως 45 με 60 λεπτά. Τα ηλεκτρικά ερεθίσματα, όπως και η εμβύθιση της ηλεκτρομυογραφικής βελόνας προκαλούν μια αίσθηση ενόχλησης, όχι απαραίτητα πόνου. Η καλή και ανθρώπινα ζεστή σχέση συνεργασίας γιατρού και ασθενούς στο ηλεκτρομυογράφημα κάνει την εξέταση σχεδόν ανώδυνη.

Ο όρος 'ηλεκτρομυογράφημα' έχει δύο σημασίες: 1. το σύνολο διαφόρων νευροφυσιολογικών εξετάσεων, που έχουν σκοπό τη διαγνωστική στο περιφερικό νευρικό σύστημα και τους μύες και 2. μια από αυτές τις επιμέρους εξετάσεις, η οποία γίνεται με εμβύθιση ενός ηλεκτροδίου-βελόνας σε μυ.

Ας δούμε ποιες είναι αυτές οι επιμέρους νευροφυσιολογικές εξετάσεις και τι προσφέρει η κάθε μία.



**Ηλεκτρομυογράφημα (με τη στενή σημασία του όρου)**

## ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

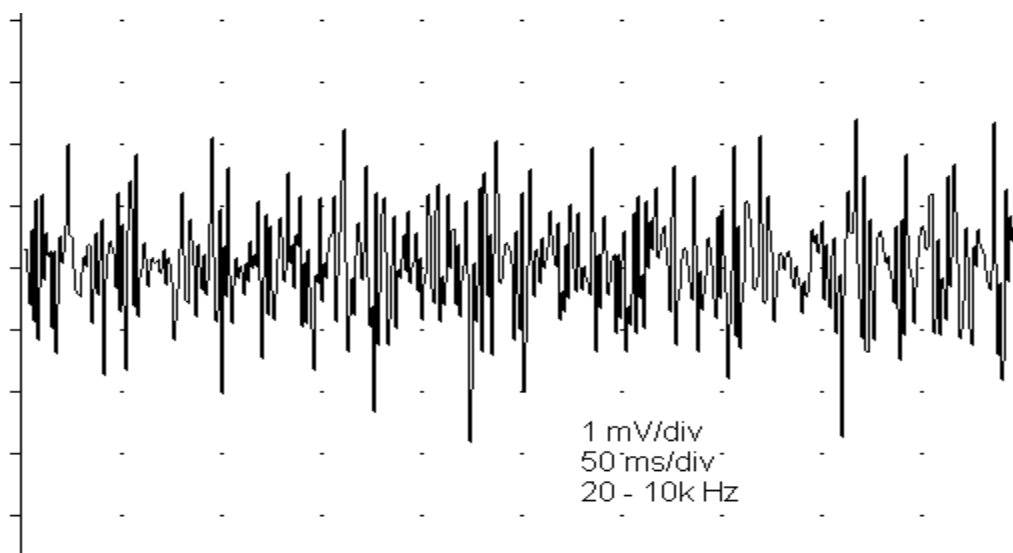
Εμβύθιση ενός ηλεκτροδίου-βελόνας στον μυ και εξέταση της ηλεκτρικής δραστηριότητάς του. Ελέγχονται οι μύες, που είναι σχετικοί με το κλινικό πρόβλημα.

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 συνιστάται να είναι μιας χρήσεως, είναι λεπτό, και δεν πονάει παρά ελάχιστα.

## ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ

Στοιχεία προσβολής της εννεύρωσης του μυός (προσβολή κινητικών νευρώνων προσθίων κεράτων, κινητικών ριζών, κινητικών νευρών) ή στοιχεία προσβολής των μυϊκών ινών (μυοπάθεια, μυοσίτιδα, μυϊκή δυστροφία) και να εκτιμήσουμε την βαρύτητα και τη χρονιότητα της προσβολής. Σε προσβολή μιας ρίζας αποτελεί την πιο εντοπιστική από τις νευροφυσιολογικές μεθόδους.



**Ταχύτητες (ή μελέτες) αγωγιμότητας κινητικών νευρώνων**

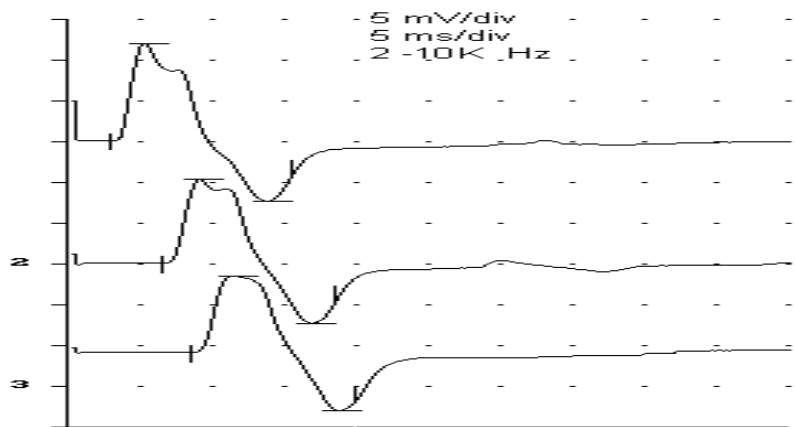
## ΠΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ

Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα κινητικό νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση με ηλεκτρόδιο επιφανείας\* από ένα μυ, που νευρώνεται από το νεύρο. Ελέγχονται τα νεύρα: μέσο, ωλένιο, κερκιδικό, περνιαίο, κνημιαίο, μηριαίο, προσωπικό και άλλα, ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα.

## ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ

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

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

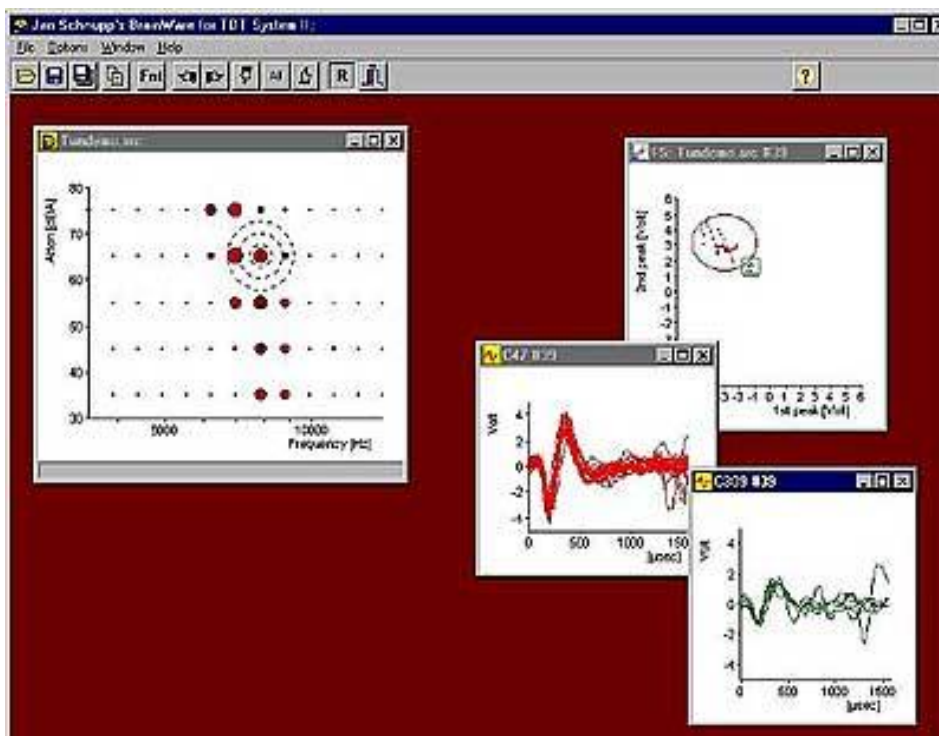


**Ταχύτητες (ή μελέτες) αγωγιμότητας αισθητικών νεύρων**

## ΠΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ

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

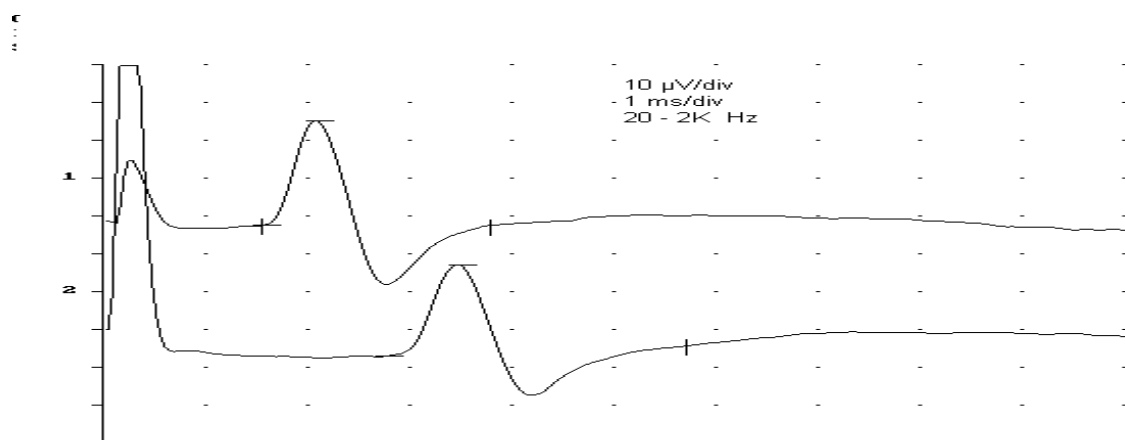
Ελέγχονται συνήθως τα νεύρα : μέσο, ωλένιο, επιπολής κερκιδικό, μυοδερματικό, επιπολής περνιαίο και γαστροκνημιαίο ανάλογα με το κλινικό πρόβλημα.



### 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).



**H - αντανακλαστικό**

### ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

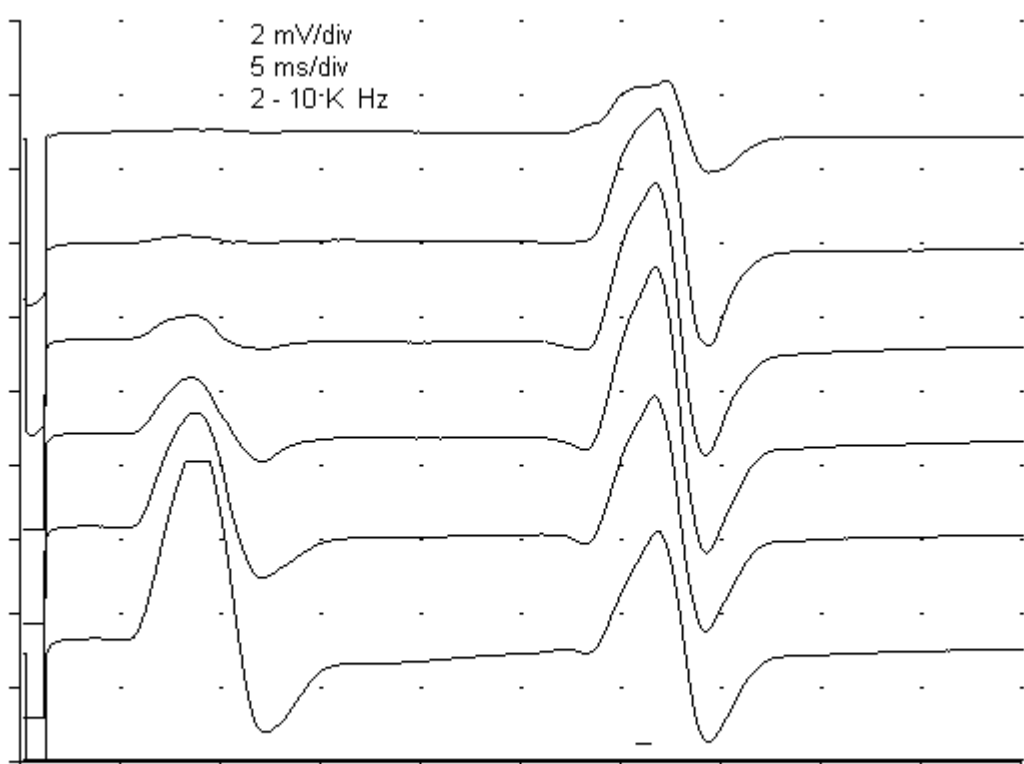
Στα άνω άκρα ερεθίζουμε ηλεκτρικά το μέσο νεύρο στον αγκώνα και καταγράφουμε την απάντηση στον κερκιδικό καμπτήρα του καρπού (H-αντανακλαστικό) που έρχεται αρκετά μετά την πρώτη κινητική απάντηση. Δεν είναι το ίδιο με το F κύμα. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές. Ελέγχει την οδό: αισθητικές 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 I1- μυελοτόμιο I1- κινητική ρίζα I1- 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/I1 ή μιας διάχυτης πολυνευροπάθειας/πολυριζίτιδας.





### **F κύμα**

#### **ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ**

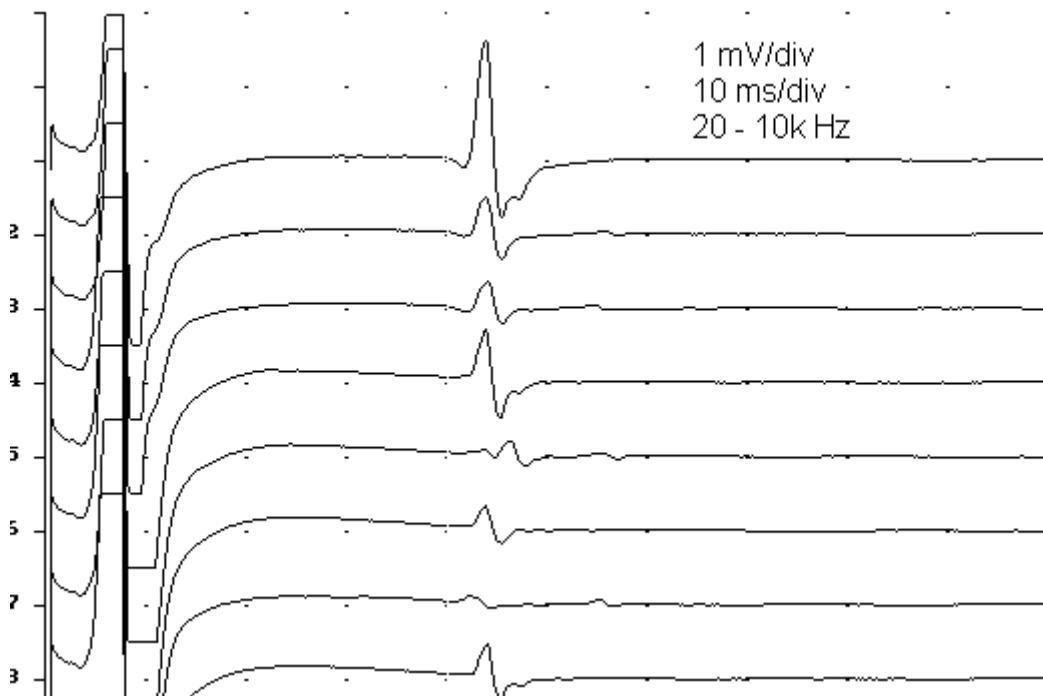
Ερεθίζουμε ηλεκτρικά ένα νεύρο και καταγράφουμε την απάντηση (F κύμα) που έρχεται αρκετά μετά την πρώτη κινητική απάντηση και αποτελεί την αντίδραση του κινητικού νευρώνα του προσθίου κέρατος του νωτιαίου μυελού. Υπόκειται σε επιρροή από κεντρικότερες δομές.

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 νευρώνων 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 Barre).



### Δοκιμασία επαναλαμβανόμενου ερεθισμού

#### 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<sup>η</sup> ως την 10<sup>η</sup> απάντηση.

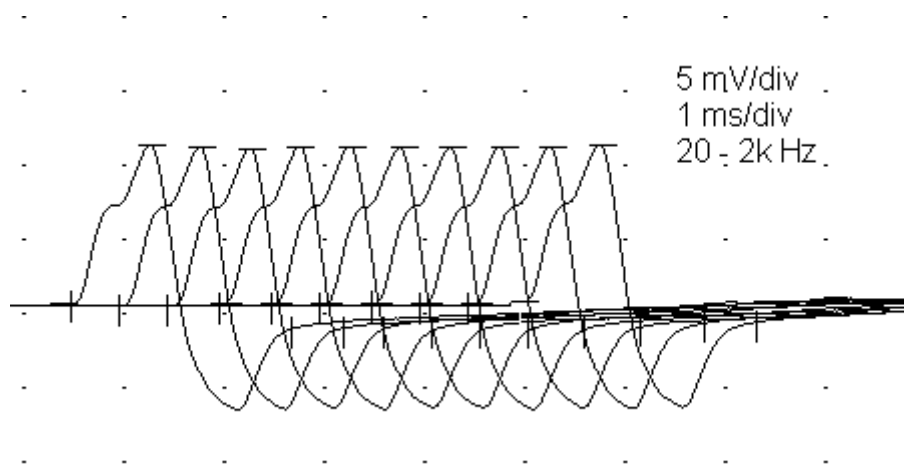
Σε εύκολη κόπωση της νευρομυϊκής σύναψης όπως π.χ. στη βαρεία μυασθένεια το εύρος συνήθως ελαττώνεται σημαντικά από την 1<sup>η</sup> ως την 4<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup> απάντηση και μετά μένει σταθερό ή αυξάνεται ελαφρά.

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.



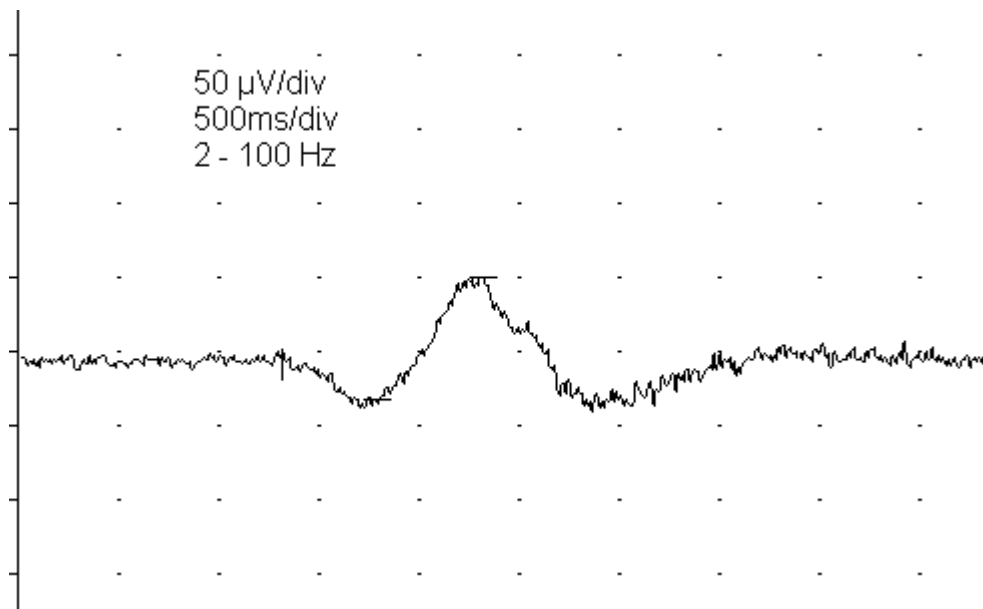
### Συμπαθητική δερματική απάντηση

#### 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.



### Blink reflex

## ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ

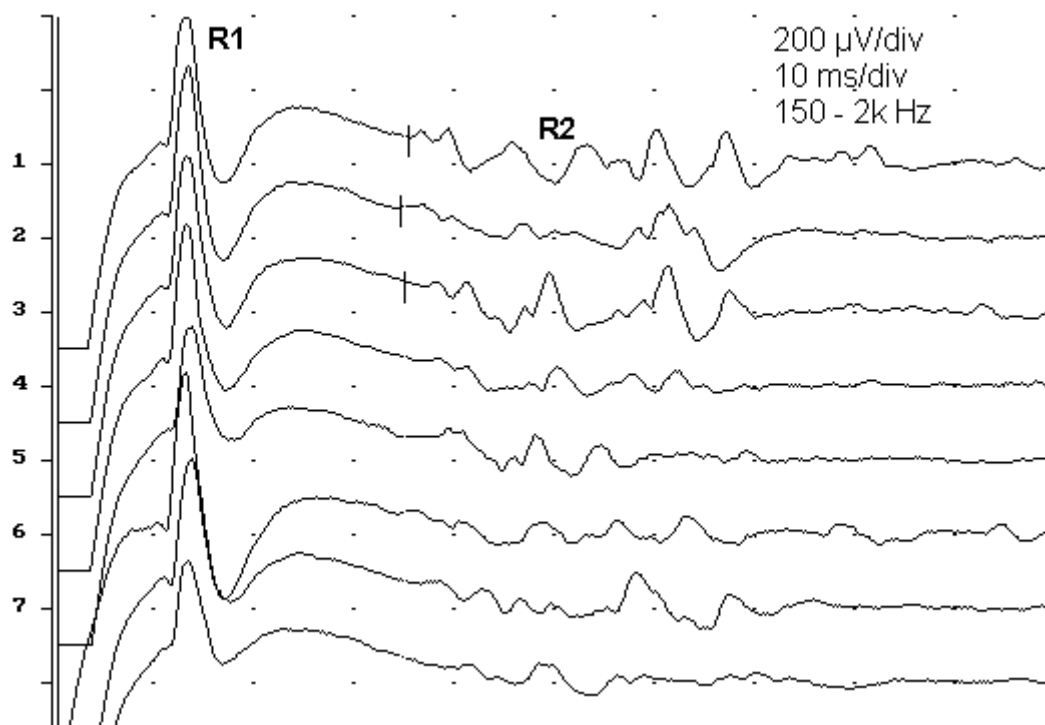
Ερεθίζουμε ηλεκτρικά τον υπερκόγχιο κλάδο του τριδύμου και καταγράφουμε την πρώτη απάντηση R1 από τον σύστοιχο σφιγκτήρα των βλεφάρων και την δεύτερη απάντηση R2 σύστοιχα και αντίστοιχα με ηλεκτρόδια επιφανείας.

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.<sup>13</sup>



### 2.3.8 ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Από όλες τις παρακλινικές εξετάσεις οι ακτινολογικές είναι αυτές που βοηθούν περισσότερο και που χρησιμοποιούνται ευρύτερα στη νευρολογική διάγνωση. Η τελική διάγνωση βασίζεται συχνά σε πολύ εξειδικευμένες μεθόδους, που περιλαμβάνουν την αξονική υπολογιστική τομογραφία ή τη μαγνητική τομογραφία. Σημαντικές πληροφορίες μπορούμε να πάρουμε από τις απλές ακτινογραφίες κρανίου, σπονδυλικής στήλης και άλλων περιοχών του σώματος.<sup>14</sup>

### 2.3.9 ΕΓΚΕΦΑΛΟΝΩΤΙΑΙΟ ΥΓΡΟ (ΕΝΥ)

Ο ολικός όγκος του εγκεφαλονωτιαίου υγρού στο φυσιολογικό ενήλικα κυμαίνεται μεταξύ 100 και 130 ml. Το υγρό είναι διαυγές και άχρωμο, περιέχει λιγότερο από τέσσερα λευκά αιμοσφαίρια σε  $1 \text{ mm}^3$  που όλα είναι λεμφοκύτταρα. Το ποσό του λευκόματος στο οσφυϊκό ΕΝΥ είναι 0,15-0,45 g/l, και το μεγαλύτερο ποσό του ανήκει στις λευκοματίνες. Φυσιολογικά περιέχει 0,50-0,80 g γλυκόζης και 120-130 mEq χλωριούχων στο λίτρο.

Τα δείγματα του ΕΝΥ λαμβάνονται πολύ εύκολα με οσφυονωτιαία παρακέντηση η οποία είναι συνήθως εξέταση σχετικά απλή και ασφαλής, αν και πάντα πρέπει να γίνεται με περίσκεψη.

Κατά την εξέταση του εγκεφαλονωτιαίου υγρού ελέγχονται η πίεση, η μακροσκοπική του εμφάνιση, το είδος και ο αριθμός των κυττάρων σ' αυτό, η περιεκτικότητά του σε λεύκωμα,

σάκχαρο, γλωριούχα, βρωμιούχα, η σχέση λευκοματίνης-σφαιρίνης, ενώ σε υποψία λοίμωξης γίνονται καλλιέργειες και άλλες εξετάσεις.<sup>14</sup>

### **2.3.10 ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΙΑ**

Ο τομέας της ΗΝΜΓφίας που εξετάζει τη λειτουργία των μυών ονομάζεται ηλεκτρομυογραφία (ΗΜΓ) και γίνεται με τη βοήθεια των ηλεκτροδίων-βελόνας για την καταγραφή της μυϊκής δραστηριότητας. Το ηλεκτρομυογράφημα της μιας μυϊκής ίνας γίνεται με ειδική τεχνική, κατά την οποία καταγράφεται η δραστηριότητα μιας ή μερικών μυϊκών ινών και καθορίζεται έτσι η πυκνότητα των μυϊκών ινών σε μια κινητική μονάδα (βλέπε πιο κάτω).

Ο τομέας της ΗΝΜΓφίας που μελετά τη λειτουργία των περιφερικών νεύρων ονομάζεται ηλεκτρονευρογραφία (ΗΝΓ) και γίνεται συνήθως με τη βοήθεια επιφανειακών ηλεκτροδίων.

Το ΗΜΝΓ και ιδίως το ΗΜΓ στην τεχνική καταγραφή δεν είναι μια τυποποιημένη εξέταση όπως το ΗΕΓ, και πρέπει να γίνεται από καλά εκπαιδευμένο γιατρό με βαθειά γνώση του περιφερικού νευρικού συστήματος και της λειτουργίας των μυών. Η ερμηνεία του ΗΝΜΓτος απαιτεί γνώσεις ανατομικής κινησιολογίας.<sup>13</sup>

## **2.4 ΜΑΓΝΗΤΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΙΑ**

### **2.4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ**

Η Μαγνητοεγκεφαλογραφία (ΜΕΓ) είναι μία από τις μη επεμβατικές μεθόδους απεικόνισης εγκεφαλικών λειτουργιών, συναφής με την ηλεκτροεγκεφαλογραφία, την "λειτουργική" μαγνητική τομογραφία (fMRI) και τις μεθόδους απεικόνισης με χρήση μονήρους φωτονίου (SPECT) ή μέσω εκπομπής ποζιτρονίων (PET). Συνίσταται, πρώτον, στην επιφανειακή καταγραφή της μαγνητικής ροής που προέρχεται από ενδοκυτταρικά ηλεκτρικά ρεύματα σε ενεργοποιημένες στήλες νευρικών κυττάρων; δεύτερον, στον ακριβή υπολογισμό της θέσεως αυτών των στηλών (οι οποίες αποτελούν λειτουργικές μονάδες) σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού; και τρίτον στην προβολή τους πάνω σε ανατομικές (αξονικές ή μαγνητικές) τομογραφικές απεικονίσεις, γεγονός που καθιστά δυνατή, την αναγνώριση των ενεργοποιημένων εγκεφαλικών περιοχών.<sup>16</sup>

### 2.4.2 Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ

Το σχήμα 1 είναι ένα σχέδιο του ανθρώπινου εγκεφάλου όπως φαίνεται από την αριστερή πλευρά, με μερικά από τα ανατομικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που προσδιορίζονται. Στη MEG είναι σημαντικό το ανώτατο στρώμα του εγκεφάλου, ο εγκεφαλικός φλοιός, ο οποίος είναι ένα παχύ φύλλο 2-4 χιλ. του γκρίζου ιστού. Ο φλοιός έχει μια συνολική περιοχή επιφάνειας περίπου 2500 τ.εκ., που διπλώνονται με έναν περίπλοκο τρόπο, έτσι ώστε να χωράει στην κρανιακή κοιλότητα που διαμορφώνεται από το κρανίο. Ο εγκέφαλος αποτελείται από δύο ημισφαίρια, που χωρίζονται από τη διαμήκη σχισμή. Το αριστερό και δεξιό ημισφαίριο, στη συνέχεια, διαιρείται σε λοβούς με δύο βαθιά αυλάκια. Η σχισμή Rolandic μειώνει την πλευρά και των δυο ημισφαιρίων, ενώ η σχισμή Sylvian είναι σχεδόν οριζόντια. Υπάρχουν τέσσερις λοβοί και στα δύο μισά του φλοιού: μετωπικός (frontal), parietal, χρονικός (temporal), και ινιακός (occipital).

Οι περισσότερες περιοχές του φλοιού είναι χαρτογραφημένες. Για παράδειγμα ο σωματοαισθητηριακός (somatosensory) φλοιός S1, που λαμβάνει τα ερεθίσματα της αφής από το δέρμα, είναι τοποθετημένος στο πίσω τμήμα της σχισμής Rolandic. Η περιοχή του μετωπικού λοβού περιέχει νευρώνες που έχουν σχέση με τη μυϊκή δραστηριότητα: κάθε περιοχή του αρχικού φλοιού motor cortex (M1) παίρνει μέρος στη κίνηση ενός συγκεκριμένου μέρους του σώματος. Το σχήμα 2 επεξηγεί την αντιστοιχία σώματος με S1 και M1. οι μεγάλες περιοχές του φλοιού αφιερώνονται σε εκείνα τα μέρη του σώματος που είναι τα πιο ευαίσθητα στην αφή (π.χ. χείλια) ή για τα οποία απαιτείται έλεγχος των κινήσεων (δάχτυλα). το S1 και M1 στην αριστερή πλευρά του εγκεφάλου επιτηρούν και ελέγχουν τη σωστή πλευρά του σώματος και αντίστροφα. Ο αρχικός ακουστικός φλοιός (A1) είναι στο χρονικό λοβό temporal lobe που βρίσκεται θαμμένος μέσα στη σχισμή Sylvian, ενώ ο αρχικός οπτικός φλοιός (V1) είναι στον ινιακό λοβό occipital lobe στο πίσω μέρος του κεφαλιού.<sup>16</sup>

### 2.4.3 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Οι κύριες δομικές μονάδες του εγκεφάλου είναι νευρώνες και glial κύτταρα. Το glia είναι σημαντικό για τη δομική υποστήριξη, για τη συντήρηση των κατάλληλων συγκεντρώσεων των ιόντων, και για τη μεταφορά των θρεπτικών ουσιών και άλλων ουσιών μεταξύ των φλεβών και του ιστού εγκεφάλου. Τα ειδικευμένα glial κύτταρα, τα oligodendrocytes, φτιάχνουν μια μονωμένη θήκη μυελού γύρω από ορισμένες ίνες νεύρων, και με αυτόν τον τρόπο επιταχύνουν τη μετάδοση σημάτων. Οι νευρώνες είναι μονάδες που επεξεργάζονται τις πληροφορίες. Το εσωτερικό του εγκεφάλου καταλαμβάνεται κατά ένα μεγάλο μέρος από τις ίνες νεύρων αυτός ο

ιστός καλείται φαιά ουσία λόγω της φωτεινής εμφάνισης των νευρίτων, οι οποίοι διαμορφώνουν τις συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών φλοιωδών περιοχών καθώς επίσης και από το φλοιό σε άλλες δομές εγκεφάλου και στην περιφέρεια. Υπάρχουν επίσης πολλές συνδέσεις μεταξύ των δύο ημισφαιρίων.

Η λεπτομερής δομή του εγκεφάλου είναι αρκετά περίπλοκη. Ο εγκέφαλος περιβάλλεται από τις μεμβράνες που, αν και λεπτές, πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν προσπαθείτε η ακριβής ανάλυση του εγκεφαλικού μαγνητικού πεδίου. Επιπλέον, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εγκεφαλικού ιστού είναι ιδιαίτερα ανισόρροπη: η φαιά ουσία κατευθύνεται 10 φορές καλύτερα κατά μήκος μιας ίνας νευρίτη απ' ό,τι στην εγκάρσια κατεύθυνση. Στο παρόν επίπεδο ανάλυσης, αγνοούμε κατά ένα μεγάλο μέρος αυτές τις περιπλοκές, θεωρούμε συνήθως ολόκληρο τον ενδοκρανιακό όγκο ως ομοιογενή αγωγό.

#### α) Ο νευρώνας

Το σχήμα 4 παρουσιάζει τον οπτικό φλοιό ενός αρουραίου στο διαγώνιο τμήμα. Μόνο ένα μικρό ποσοστό των νευρώνων φαίνεται. Οι νευρώνες μπορούν να στείλουν τις ηλεκτρικές ώθησεις, όπως λέγονται τα ενεργά δυναμικά, σε άλλους νευρώνες κοντά σε αυτούς ή στα απόμακρα μέρη του εγκεφάλου. Ένας νευρώνας (βλ. σχήμα 5) αποτελείται από το σώμα κυττάρων (το soma), που περιέχει τον πυρήνα και ένα μεγάλο μέρος των μεταβολικών μηχανισμών, των δενδριτών, που είναι νηματοειδείς επεκτάσεις που λαμβάνουν τα ερεθίσματα από άλλα κύτταρα, και του νευρίτη, μια ενιαία μακριά ίνα που φέρνει την ώθηση νευρών μακριά από το soma σε άλλα κύτταρα. Οι δύο κύριες ομάδες φλοιωδών νευρώνων είναι το pyramidal και τα stellate κύτταρα.

Οι δενδρίτες και το soma έχουν χιλιάδες συνάψεις (συνδέσεις) με άλλους νευρώνες. Το εσωτερικό δυναμικό των κυττάρων αυξάνεται με την εισαγωγή ενισχυτικών συνάψεων, αλλά μειώνεται από την ανασταλτική εισαγωγή. Οι περισσότερες ενισχυτικές συνάψεις είναι στους δενδρίτες οι ανασταλτικές συνάψεις που συνδέονται συχνά με το soma. Ο νευρώνας δημιουργεί ενεργό δυναμικό όταν φθάνει το δυναμικό του νευρίτη σε ένα ορισμένο επίπεδο κατώτατων ορίων.

#### β) Ιοντικοί μηχανισμοί

Ο νευρώνας, όπως άλλα κύτταρα, περιβάλλεται από μια μεμβράνη, ένα 10-nm-thick liquidcrystal bilayer του phospholipids. Η μονωμένη μεμβράνη διαιρεί τον ιστό στα εσωτερικά και εξωτερικά διαμερίσματα με τις διαφορετικές ιοντικές συγκεντρώσεις. Αυτή η διαφορά διατηρείται από τα πρωτεϊνικά μόρια της μεμβράνης που αντλούν επιλεγμένα ιόντα ενάντια στην



κλίση συγκέντρωσης και χρησιμεύουν επίσης ως τα παθητικά ιονικά κανάλια. Σημαντική είναι η αντλία NAK, η οποία κινεί τρία ιόντα Na + έξω και δύο ιόντα K + στο κύτταρο σε κάθε κύκλο. Αν και η αντλία προκαλεί ένα ρεύμα μέσω της μεμβράνης, η αύξηση της τάσης λόγω αυτού του ρεύματος είναι μόνο μερικό mV. Σε έναν ήρεμο νευρώνα, οι εσωτερικές συγκεντρώσεις των κυψελών του Na<sup>+</sup> και τον K + είναι περίπου 20 και 140mmol/liter, αντίστοιχα, ενώ οι αντίστοιχες εξωτερικές συγκεντρώσεις είναι περίπου 140 και 5 mmol/liter. Οι εσωτερικές και οι εξωτερικές συγκεντρώσεις του CL<sup>-</sup> είναι περίπου 20 και 120 mmol/liter, αντίστοιχα.

Η τάση ισορροπίας της μεμβράνης των κυττάρων καθορίζεται από την απαίτηση ότι τα διάχυτα και ωμικά ρεύματα, εκτός από τα ρεύματα αντλιών, είναι ισορροπημένα για κάθε τύπο ιόντος. Η δυνατότητα ισορροπίας καθορίζεται από τη θερμοδυναμική: η συγκέντρωση γ κάθε ιοντικού τύπου τείνει να φυλάξει τη θερμική ισορροπία μεταξύ των δύο διαμερισμάτων σύμφωνα με την έκφραση Boltzmann. (Τύπος Boltzmann) αυτό είναι εξίσωση Goldman (1943).<sup>15,16</sup>

#### **2.4.4 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ MEG**

Ένα αισθητήριο ερέθισμα ενεργοποιεί αρχικά μια μικρή μερίδα του φλοιού. Αυτή η διαδικασία συνδέεται με μια αρχική τρέχουσα πηγή σχετική με τη μετακίνηση των ιόντων λόγω των χημικών κλίσεων συγκέντρωσής τους. Επιπλέον, τα παθητικά ωμικά ρεύματα οργανώνονται στο περιβάλλον μέσο. Αυτό το αποκαλούμενο ρεύμα όγκου ολοκληρώνει το βρόχο της ιοντικής ροής έτσι ώστε δεν υπάρχει καμία δαπάνη συγκέντρωσης. Το μαγνητικό πεδίο παράγεται και από τα αρχικά και από τα ρεύματα όγκου. Το σχήμα 6 (α) επεξηγεί την εντοπισμένη πηγή, που αντιστοιχεί σε ένα τρέχον δίπολο, τα ρεύματα όγκου επιστροφής, και τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου γύρω από το δίπολο.

Εάν η αρχική πηγή και η περιβάλλουσα διανομή αγωγιμότητας είναι γνωστές, το παραγόμενο ηλεκτρικό δυναμικό (EEG) και μαγνητικό πεδίο (MEG) μπορεί να υπολογιστούν από τις εξισώσεις του Maxwell. Το σχήμα 7 επεξηγεί τη μορφή των μαγνητικών και ηλεκτρικών πεδίων λόγω ενός τρέχοντος δίπολου σε ένα σφαιρικό πρότυπο. Αυτά προκύπτουν από τη γραμμικότητα των εξισώσεων Maxwell που αρχικά θεωρήσαμε ότι δίνουν τη λύση για το στοιχειώδες δίπολο, τα πεδία των πιο σύνθετων πηγών μπορούν να ληφθούν εύκολα από το superposition.

Σε ορισμένη πεπερασμένη γεωμετρία αγωγών το ρεύμα όγκου προκαλεί έναν ίσο αλλά αντίθετο πεδίο με αυτό που παρήγαγε το αρχικό ρεύμα. Ο καθαρός εξωτερικός τομέας είναι έπειτα μηδέν. Επομένως, MEG μετρά κυρίως τη δραστηριότητα από τις σχισμές του φλοιού, ο οποίος απλοποιεί συχνά την ερμηνεία των στοιχείων. Ευτυχώς, όλες οι αρχικές αισθητήριες

περιοχές του εγκεφάλου ακουστικού, σωματοαισθητηριακού, και οπτικού βρίσκονται μέσα στις σχισμές.

Το τρέχον δίπολο είναι ένα δημοφιλές πρότυπο πηγής στην έρευνα MEG. Χρησιμοποιείται για να προσεγγίσει τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε μια μικρή περιοχή. Μια χαρακτηριστική δύναμη ενός δίπολου, που προκαλείται από τη δραστηριότητα πιθανώς όλων των δεκάδων χιλιάδων νευρώνων, είναι 10 nA μ.

Το σχήμα 7 δείχνει ότι το μαγνητικό πεδίο(MEG) και το ηλεκτρικό πεδίο(EEG) είναι αμοιβαία ορθογώνιο. Τα στοιχεία που λαμβάνονται από αυτές τις δύο τεχνικές συμπληρώνουν το ένα το άλλο, και οι δύο μέθοδοι έχουν τα πλεονεκτήματά τους. Στον καθορισμό των θέσεων της δραστηριότητας της πηγής στον εγκέφαλο ,η MEG έχει την καλύτερη χωρική ακρίβεια από EEG μερικά χιλιοστάμετρα υπό τους ευνοϊκούς όρους. Αυτό είναι επειδή οι ηλεκτρικά δυναμικά που μετριούνται στο κρανίο συχνά επηρεάζονται έντονα από διάφορες στην ομοιογένεια του εγκεφάλου, που καθιστούν τον ακριβή προσδιορισμό της ενεργοποιημένης περιοχής δύσκολο. Το μαγνητικό πεδίο, αντίθετα, παράγεται κυρίως από τα ρεύματα που ρέουν στο σχετικά ομοιογενές ενδοκρανιακό διάστημα. Λόγω της φτωχής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του κόκαλου, τα ανώμαλα ρεύματα στο κρανίο είναι αδύνατα και μπορούν να αγνοηθούν ως συνεισφέροντες στο εξωτερικό μαγνητικό πεδίο.

#### α) Στατιστική προσέγγιση των εξισώσεων Maxwell

Στο προηγούμενο τμήμα περιγράψαμε τις δομικές λεπτομέρειες του εγκεφάλου καθώς επίσης και της νευρωνικής ηλεκτρικής δραστηριότητας. Όταν η αγωγιμότητα  $\sigma$  και οι ηλεκτρικές τρέχουσες γεννήτριες στον εγκέφαλο είναι γνωστές, οι εξισώσεις Maxwell και η εξίσωση συνέχειας  $\nabla \cdot \vec{j} = -\partial\rho/\partial t$  μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπολογίσουμε το ηλεκτρικό πεδίο  $E$  και το μαγνητικό πεδίο  $B$  ,το  $j$  και το  $\rho$  είναι η συνολική πυκνότητα ρεύματος και η πυκνότητα δαπανών, αντίστοιχα.

Μπορούμε να απλοποιήσουμε την επεξεργασία των εξισώσεων Maxwell εξαρχής με τη σημείωση δύο γεγονότων. Κατ' αρχάς, η διαπερατότητα του ιστού στο κεφάλι είναι αυτή του ελεύθερου διαστήματος, δηλ.,  $\mu=\mu_0$  δεύτερον, μπορούμε να υιοθετήσουμε τη στατιστική προσέγγιση, το οποίο σημαίνει ότι στον υπολογισμό του  $E$  και του  $B$  ,  $\partial E/\partial t$  και  $\partial B/\partial t$  μπορούν να αγνοηθούν ως όροι πηγής. Αρχικά δείτε γιατί αυτό είναι έτσι Αρχίζουμε από τις εξισώσεις Maxwell:

$$\nabla \cdot E = \rho/\epsilon_0 \quad (1)$$

$$\nabla \times E = -\partial B/\partial t \quad (2)$$

$$\nabla \cdot B = 0 \quad (3)$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 (J + \epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t) \quad (4)$$

Σε ένα παθητικό μη μαγνητικό μέσο, το  $j$  είναι το ποσό του ωμικού ρεύματος όγκου και του ρεύματος πόλωσης, δηλαδή

$$\mathbf{J} = \sigma \nabla \times \mathbf{E} + \partial \mathbf{P} / \partial t \quad (5)$$

όπου  $\mathbf{P} = (\epsilon - \epsilon_0) \mathbf{E}$  είναι η πόλωση και  $\epsilon$  είναι η αντοχή του υλικού.

Στο νευρομαγνητισμό, εξετάζουμε γενικά τις συχνότητες που είναι κάτω από 100 Hz τα κυψελοειδή ηλεκτρικά φαινόμενα περιέχουν συνήθως τις συχνότητες κάτω από 1 kHz. Αφήνουμε  $\sigma$  και  $\epsilon$  να είναι ομοιόμορφα και εξετάζουμε τα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα στη συχνότητα

$$f (j = \sqrt{-1}) :$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0(\mathbf{r}) \exp(j2\pi f t) \quad (6)$$

Από τις σχέσεις (4) και (5) έχουμε

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 [\sigma \nabla \times \mathbf{E} + (\epsilon - \epsilon_0) \partial \mathbf{E} / \partial t + \epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t] \quad (7)$$

Για να ισχύσει η στατιστική προσέγγιση, είναι απαραίτητο ότι οι όροι χρόνος-παραγώγων είναι μικροί έναντι του ωμικού ρεύματος:  $|\epsilon \partial \mathbf{E} / \partial t| \ll |\sigma \mathbf{E}|$  π.χ.  $2\pi f \epsilon / \sigma \ll 1$ . Με  $\sigma = 0.3 \Omega^{-1} m^{-1}$  (αξία για τον ιστό εγκεφάλου),  $\epsilon = 10^5 \epsilon_0$ , και οι  $f = 100$  Hz, βρίσκουμε  $2\pi f \epsilon / \sigma = 2 \times 10^{-3} \ll 1$ . Επιπλέον, το  $\partial \mathbf{B} / \partial t$  πρέπει να είναι μικρό. Από τις σχέσεις (4) και (2)

$$\begin{aligned} \nabla \times \nabla \times \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial}{\partial t} (\nabla \times \mathbf{B}) \\ &= -j2\pi f \mu_0 (\sigma + j2\pi f \epsilon) \mathbf{E} \end{aligned} \quad (8)$$

Οι λύσεις αυτής της εξίσωσης έχουν τις χωρικές αλλαγές στη χαρακτηριστική κλίμακα μήκους

$$l_c \Rightarrow |2\pi f \mu_0 \sigma (1 + j2\pi f \epsilon / \sigma)|^{-\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Με τις ανωτέρω παραμέτρους,  $\lambda_c = 65 \mu$ , δηλ., πολύ μεγαλύτερο από τη διάμετρο του κεφαλιού. Αυτό υπονοεί ότι η συμβολή  $\partial \mathbf{B} / \partial t$  στο  $\mathbf{E}$  είναι μικρή. Επομένως, η στατιστική προσέγγιση εμφανίζεται δικαιολογημένη. Αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να ξεχάσουμε τα χρονικά εξαρτημένα φαινόμενα συνολικά. Παραδείγματος χάριν, το χωρητικό ρεύμα μέσω της μεμβράνης κυττάρων είναι σημαντικό στον καθορισμό των ιδιοτήτων της δυνατότητας δράσης. Εντούτοις, αυτό το αποκαλούμενο ρεύμα μετατοπίσεων,  $\epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t$ , δεν χρειάζεται να ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό του  $\mathbf{B}$ . Στη στατιστική προσέγγιση, δεδομένου ότι  $\nabla \times \mathbf{E} = 0$ , το ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να εκφραστεί με ένα κλιμακωτό δυναμικό,  $\mathbf{E} = -\nabla V$ .

### β) Μαγνητικό δίπολο

Ο εγκέφαλος μας λειτουργεί σαν δίπολο στην παραγωγή ηλεκτρικών ή μαγνητικών πεδίων. Ακολουθεί η μελέτη ενός μαγνητικού δίπολου σαν παράδειγμα για την κατανόηση της MEG καθώς η μελέτη του ανθρώπινου εγκέφαλου σαν δίπολο είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη.

Το μαγνητικό πεδίο, που δημιουργείται από ένα κλειστό ηλεκτρικό ρεύμα με μικρές διαστάσεις, μοιάζει με το ηλεκτρικό πεδίο ενός ηλεκτρικού δίπολου που έχει τον άξονα του κάθετο στο επίπεδο του ρεύματος. Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα θεωρείται μικρό, όταν οι διαστάσεις του είναι μικρές σχετικά με τις αποστάσεις στις οποίες ενδιαφέρει το πεδίο του. Ένα τέτοιο κύκλωμα ονομάζεται μαγνητικό δίπολο.

Προκειμένου να υπολογίσουμε το πεδίο ενός κλειστού ηλεκτρικού ρεύματος μικρών διαστάσεων υποθέτουμε ότι αυτό έχει σχήμα κυκλικό (σχήμα 9). Ζητούμε να υπολογίσουμε αρχικά το διανυσματικό δυναμικό που δημιουργεί αυτό το ρεύμα σε ένα σημείο P (x,0,z). Στη συνέχεια από τη σχέση  $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$  μπορούμε να υπολογίσουμε τη μαγνητική επαγωγή του πεδίου. Αρχικά λοιπόν υποθέτουμε ότι το σημείο P βρίσκεται στο επίπεδο xz.

Ένα στοιχειώδες ρεύμα  $I d\mathbf{l}$  έχει συνιστώσες μόνον x και y, άρα το στοιχειώδες διανυσματικό δυναμικό  $d\mathbf{A}$  που δημιουργεί στο σημείο P έχει και αυτό μόνον x και y συνιστώσες.

Το συμμετρικό προς αυτό στοιχειώδες ρεύμα, που έχει το ίδιο μέτρο, απέχει την ίδια απόσταση  $r'$  από το σημείο P, αλλά σχηματίζει αντίθετη γωνία  $\varphi$  με τον άξονα x, δημιουργεί στο σημείο P στοιχειώδες διανυσματικό δυναμικό του οποίου η συνιστώσα  $dA_x$  είναι ίση και αντίθετη προς αυτήν του προηγούμενου, η συνιστώσα όμως  $dA_y$ , είναι ακριβώς ίση με τη συνιστώσα του προηγούμενου στοιχειώδους ρεύματος. Αυτό σημαίνει ότι για όλα τα στοιχειώδη ρεύματα, η συνιστώσα x του διανυσματικού δυναμικού μηδενίζεται και υπάρχει μόνο η συνιστώσα ως προς y. Αν τώρα υποθέσουμε ότι το σημείο P είναι ένα τυχαίο σημείο (όχι απαραίτητα στο επίπεδο xz), θα υπάρχει μόνο μια συνιστώσα του διανυσματικού δυναμικού A και αυτή θα είναι η κάθετη συνιστώσα ως προς το επίπεδο που περιέχει τον άξονα z: Θα υπάρχει δηλαδή μόνον η φ-συνιστώσα.

Μπορούμε τώρα να υπολογίσουμε το διανυσματικό δυναμικό στο σημείο P:

$$A_i(r_2) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{J_i(r_1) dt}{r_{12}} \quad (i = x, y, z)$$

$$\text{ή} \quad A(r_2) = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint \frac{I d\mathbf{l}}{r_{12}}$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση του σχήματος 9, όπου η ακτίνα του κυκλικού ρεύματος θεωρείται ίση προς  $a$ , η τελευταία σχέση για τη συνιστώσα  $A_\phi$  του διανυσματικού δυναμικού γράφεται

$$A_\phi = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{(a df) \cos f}{r'} \quad (1)$$

Αν χρησιμοποιήσουμε σφαιρικές συντεταγμένες  $(r, \theta, \phi)$  και υποθέσουμε ότι η ακτίνα  $a$  του κυκλικού ρεύματος είναι πολύ μικρή σε σχέση με την απόσταση του κέντρου του δακτυλίου από το σημείο P, δηλαδή αν υποθέσουμε ότι ισχύουν οι σχέσεις ( $a/r \ll 1$  και  $r/r' \approx 1$ ),

$$r'^2 = r^2 + a^2 - 2ar \cos \psi \quad (2)$$

από την οποία προκύπτει ο λόγος  $r/r' = (1 + a^2/r^2 - 2a/r \cos \psi)^{1/2}$  και αν ληφθούν υπόψη οι παραπάνω προϋπόθεσης ο λόγος

$$\frac{r}{r'} \approx 1 - \frac{a^2}{2r^2} + \frac{a}{r} \cos \psi \quad (3)$$

Εξάλλου από τη δοσμένη γεωμετρία του σχήμα 9 εύκολα προκύπτει ότι ισχύει η σχέση  $\cos \psi = (x/r) \cos \phi$  οπότε η σχέση (3) γράφεται

$$r/r' = 1 - (a^2/2r^2) + (ax/r^2) \cos \phi \quad (4)$$

Το διανυσματικό δυναμικό θα είναι συνεπώς  $A = (\mu_0 I \pi a^2 / 4\pi r^2) \sin \theta \cos \phi$  (5) αφού οι δυο πρώτοι όροι μετά την ολοκλήρωση μηδενίζονται.

Το διανυσματικό δυναμικό  $A$  είναι ανάλογο προς το γινόμενο  $I (\pi a^2) = I S$ , δηλαδή προς το γινόμενο της έντασης του ρεύματος και της επιφάνειας την οποία περικλείει ο αγωγός.

Αυτό το γινόμενο ονομάζεται μαγνητική διπολική ροπή  $m$  του συστήματος και ορίζεται ως  $m = I S n_0$  (6).

Επομένως η τελευταία σχέση μπορεί να γραφτεί ως

$$A = \mu_0 m \times r_0 / 4\pi r^2 \quad (7)$$

Τη μαγνητική διπολική ροπή τη θεωρούμε διανυσματικό μέγεθος. Είναι εξ ορισμού ένα διάνυσμα με μέτρο ίσο προς το γινόμενο της έντασης του ρεύματος επί την επιφάνεια που αυτό περικλείει, με διεύθυνση κάθετη στην επιφάνεια και φορά τη φορά κατά την οποία προχωρεί δεξιόστροφος κοχλίας, όταν στρέφεται κατά τη φορά της ροής του ρεύματος. Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε και για οποιοδήποτε επίπεδο ηλεκτρικό κλειστό ρεύμα, αρκεί οι γεωμετρικές του διαστάσεις να είναι μικρές, γιατί οποιοδήποτε επίπεδο κλειστό ρεύμα ανάγεται σε σύνολο στοιχειωδών κλειστών ρευμάτων.

Μπορούμε συνεπώς να γενικεύσουμε την έννοια της διπολικής ροπής, τυχαίου κυκλώματος, αν μετασχηματίσουμε κατάλληλα τη σχέση (6) γράφοντας την με τη μορφή  $m = I / 2(r \times dI)$  (8) για τη μαγνητική ροπή καθενός από τα στοιχειώδη κυκλώματα από τα οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται ένα οποιοδήποτε τυχαίο, επίπεδο ή όχι κύκλωμα. Η μαγνητική ροπή  $M$  του κυκλώματος προκύπτει από την ολοκλήρωση της σχέσης (8) για το πλήρες κύκλωμα:

$$M = 1 / 2 \oint r \times I dI \quad (9)$$

όπου  $r$  είναι το διάνυσμα από το σημείο  $P$  του πεδίου ως τη θέση του στοιχειώδους ρεύματος  $I dI$ .

Ο τύπος (9) μπορεί να γενικευτεί και για τυχαίες κατανομές ρευμάτων σε όγκο  $\tau$ , αν γραφτεί με τη μορφή

$$M = 1/2 \int_{\tau} r \times J(r) d\tau \quad (10)$$

Οι συνιστώσες της μαγνητικής επαγωγής  $B$  του πεδίου του μικρού κυκλικού ρεύματος προκύπτουν από τη σχέση (7), αν ληφθεί υπόψη η

$$B = \nabla \times A ,$$

$$B_r: B_r = \mu_0 2 m \cos \theta / 4 \pi r^3$$

$$B_\theta: B_\theta = \mu_0 m \sin \theta / 4 \pi r^3$$

$$B_\phi : B_\phi = 0$$

Παρατηρούμε ότι οι συνιστώσες του διανύσματος  $B$  της μαγνητικής επαγωγής του μικρού κυκλικού ρεύματος έχουν την ίδια συμπεριφορά με τις συνιστώσες της έντασης  $E$  του πεδίου ηλεκτρικού δίπολου, του οποίου ο άξονας έχει τη διεύθυνση του άξονα  $\zeta$ . Αυτός είναι εξάλλου ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται ο όρος μαγνητικό δίπολο, αν και δεν υπάρχουν μαγνητικοί πόλοι ανάλογοι προς τους ηλεκτρικούς.<sup>14,15,16</sup>

#### 2.4.5 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

Τα νευρομαγνητικά σήματα είναι συνήθως 50-500 fT, το 10<sup>9</sup> ή 10<sup>8</sup> του γήινου γεωμαγνητικού πεδίου. Ο μόνος ανιχνευτής που προσφέρει την ικανοποιητική ευαισθησία για τη μέτρηση αυτών των μικροσκοπικών πεδίων είναι το SQUID.

Κατά συνέπεια η απόρριψη των εξωτερικών διαταραχών είναι εξαιρετικά σημαντική. Ο σημαντικός μαγνητικός θόρυβος προκαλείται, παραδείγματος χάριν, από τις διακυμάνσεις στο γήινο γεωμαγνητικό τομέα, με την κίνηση των οχημάτων και των ανελκυστήρων, από το ραδιόφωνο, την τηλεόραση, και τις συσκευές αποστολής σημάτων μικροκυμάτων, και από τους πανταχού παρόντες τομείς ρευματοδοτών. Η ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς παράγει

επίσης έναν τομέα, ο οποίος στο στήθος είναι δύο έως τρία μεγέθη μεγαλύτερα από τα σήματα του εγκεφάλου έξω από το κεφάλι.<sup>16</sup>

Η ευαισθησία του SQUID που μετρά το σύστημα στον εξωτερικό μαγνητικό θόρυβο μειώνεται πολύ από το κατάλληλο σχέδιο του μετασχηματιστή ροής, μια συσκευή που χρησιμοποιείται κανονικά για να φέρει το μαγνητικό σήμα στο SQUID.

Για την ακόμα καλύτερη απόρριψη των εξωτερικών διαταραχών, οι μετρήσεις MEG εκτελούνται συνήθως σε ένα μαγνητικά προστατευμένο δωμάτιο .

Η επεξεργασία των εισερχόμενων πληροφοριών από τον εγκεφαλο μπορεί να μελετηθεί με την καταγραφή των αντιδράσεων στα αισθητήρια ερεθίσματα. Σε πολλά πειράματα ,η αυθόρμητη δραστηριότητα εγκεφάλου, όπως ο ρυθμός Α ή τα ασυνάρτητα γεγονότα του περιβάλλοντος είναι πηγές θορύβου. Κατά συνέπεια τα σήματα πρέπει να υπολογιστούν από το μέσο όρο των αποτελεσμάτων πολλών διαδοχικών ερεθισμάτων που προκύπτουν από τους γύρω θορύβους. Για τον εντοπισμό της ενεργού περιοχής εγκεφάλου, οι μετρήσεις πρέπει να γίνουν σε πολλές περιοχές, χαρακτηριστικά σε 20 έως 60 σημεία που χωρίζονται από περίπου 3 εκατ.. Σε κάθε τοποθεσία το ερέθισμα πρέπει να επαναληφθεί 20 έως 500 φορές προκειμένου να ληφθεί μια επαρκής αναλογία σήματος προς θόρυβο . Αυτό είναι μια ενδεχομένως κουραστική και χρονοβόρα διαδικασία που διακινδυνεύει επίσης την αξιοπιστία των στοιχείων.

Πράγματι, το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου MEG στο παρελθόν ήταν ο μακροχρόνιος χρόνος που απαιτήθηκε για να συγκεντρώσει τα στοιχεία για έναν τοπογραφικό χάρτη πεδίων[ δείτε το σχέδιο 6 (β) ] από τον οποίο η ενεργοποιημένη φλοιώδης περιοχή θα μπορούσε να συναχθεί.<sup>16</sup>

#### **2.4.6 α) MEG και μαγνητικός τομογράφος**

Η με υπολογιστή ακτινών X τομογραφία (CAT) και η απεικόνιση μαγνητικής αντήχησης (MRI) παρέχουν ακριβείς εικόνες της ανατομίας εγκεφάλου με ακρίβεια χιλιοστού. Με την τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) παίρνουμε τις πληροφορίες για τη μεταβολική δραστηριότητα με τη χωρική ακρίβεια περίπου 4mm, αλλά η χρονική ακρίβεια είναι δεκάδες secs

Κάποιος μπορεί να πει ότι ο συνδυασμός αυτών των μεθόδων απεικόνισης MEG και MRI μπορεί να υποθέσει τις θέσεις της δραστηριότητας εγκεφάλου, που βρίσκονται από MEG στα MRI. Είναι έπειτα δυνατό να συγκριθούν οι υποθετικές θέσεις πηγής με τις πραγματικές περιοχές των ανατομικών δομών.

Οι υψηλής ποιότητας ανατομικές εικόνες επιτρέπουν τη χρήση των χωριστά διαμορφωμένων ρεαλιστικών αγωγών. Παραδείγματος χάριν, η αξιόπιστη αυτόματη κατάτμηση της μορφής του

εγκεφάλου από το MRI δεν είναι τετριμμένη. Αυτή τη στιγμή κάποια ανθρώπινη επέμβαση απαιτείται για να παραγάγει τα σωστά αποτελέσματα.

Με την υπόθεση ότι η MEG κυρίως απεικονίζει τη δραστηριότητα στο εφαιπτόμενο μέρος των φλοιωδών ρευμάτων, κάποιος θα μπορούσε, τουλάχιστον σε γενικές γραμμές, να εξαγάγει τη γεωμετρία του φλοιού από τον MRI και να χρησιμοποιήσει το αποτέλεσμα ως περιορισμό στις διαδικασίες εκτίμησης πηγής.

### ***β) MEG και επιληψία***

Η σημαντικότερη κλινική εφαρμογή MEG είναι μέχρι τώρα ο εντοπισμός των ερεθιστικών περιοχών εγκεφάλου στους ασθενείς που πάσχουν από την επιληψία. Οι μελέτες αυτού του τύπου πραγματοποιήθηκαν αρχικά στο πανεπιστήμιο Καλιφόρνιας στο Λος Άντζελες ( 1982) και στο πανεπιστήμιο της Ρώμης ( 1982). Στην εστιακή επιληψία, οι μικρές περιοχές του ιστού εγκεφάλου μπορούν να προκαλέσουν την επιληπτική κρίση. Στις δυτικές χώρες 0,5-1% του πληθυσμού πάσχει από την επιληψία. Παρά τις προόδους στο αντιεπιληπτικό φάρμακο, οι κρίσεις σε μερικούς ασθενείς δεν μπορούν να ελεγχθούν επαρκώς και η χειρουργική επέμβαση πρέπει να εξεταστεί. Για την επιτυχή έκβαση μιας εγχειρήσεως, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ότι υπάρχει μόνο μια περιοχή ώθησης που μπορεί να βρεθεί ακριβώς και που είναι τοποθετημένη σε μια φλοιώδη περιοχή και μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς σοβαρές παρενέργειες προς τον ασθενή. Αυτές οι απαιτήσεις απαιτούν τις εκτενείς προεγχειρητικές δοκιμές. Επομένως, οι προσπάθειες έχουν γίνει να λάβουν από τη MEG τα στοιχεία ,τις πρόσθετες πληροφορίες για την επιλογή και τη ακίνδυνη προεγχειρητική αξιολόγηση για τη χειρουργική επέμβαση επιληψίας.

### ***γ) MEG και κώφωση με δυσκολία κατανόησης ομιλίας***

Το σχήμα 12 επεξηγεί την επιληπτική δραστηριότητα ακίδων 3-Hz και κυμάτων που καταγράφηκε από ένα 7χρονο αγόρι που πάσχει από το σύνδρομο του Landau και Kleffner. Αρχικά μεγάλωνε κανονικά αλλά άρχισε να χάνει τη δυνατότητά του να καταλάβει την ομιλία στην ηλικία 3, εξ αιτίας των αυστηρών ατελειών στην ακουστική διάκριση. Το αγόρι είχε τα κανονικά κατώτατα όρια ακοής και τη νοημοσύνη, αλλά δεν θα μπορούσε να προσδιορίσει στην ομιλία, ούτε το όνομά του, ούτε θα μπορούσε να κάνει διακρίσεις μεταξύ του τηλεφωνικού χτυπήματος και άλλων ήχων. Τα ακουστικά προκλημένα μαγνητικά πεδία στους τόνους και τις συλλαβές ήταν απόντα πέρα από το δεξιό ημισφαίριο και μολύνθηκαν από τις ακίδες στην αριστερή πλευρά. Στο σχήμα 12, οι ισχυρότερες επιληπτικές απαλλαγές, περίπου 1 pT/cm., φαίνονται στο παράγωγο X των μονάδων 8 και 11, ενώ τα επόμενα μεγαλύτερα σήματα παρατηρούνται άνω των γειτονικών μονάδων 4 ..7 ..9, και των 12. Τα παράγωγα Y παρουσιάζουν



πολύ μικρότερα σήματα. Τα ρεύματα που προκαλούν τις επιληπτικές ακίδες είναι κάτω από τα μέγιστα σήματα και είναι περίπου κάθετα στον προσανατολισμό. Οι ακίδες ανιχνεύθηκαν μόνο στο αριστερό ημισφαίριο.

Το πρότυπο ενιαίων-δίπολων εξήγησε 90-99% της διαφοράς τομέων κατά τη διάρκεια όλων των ακίδων, και η χωρική διανομή του τομέα ήταν πολύ σταθερή. Οι θέσεις πηγής, που επιβάλλονται σε τρεις ανιχνεύσεις MRI (βλ. το κατώτατο μέρος του σχήματος 12), πτώση σε όλες τις προβολές σε μια στενή λουρίδα στον ακουστικό φλοιό κατά μήκος της ανώτερης επιφάνειας του χρονικού λοβού. Πιθανότατα μια τοπική επιληπτική εστίαση έχει ενοχλήσει την κανονική λειτουργία των ακουστικών φλοιωδών περιοχών του παιδιού.

Όταν οι εκτεταμένες ή πολλαπλάσιες περιοχές πηγής είναι ταυτόχρονα ενεργές, όπως συχνά συμβαίνει κατά τη διάρκεια της επιληπτικής κρίσεως, το πρότυπο ενιαίων-δίπολων είναι όχι πάντα ικανοποιητικό. Εντούτοις, ακόμα κι αν ο εντοπισμός πηγής αποτυγχάνει, οι χρήσιμες πληροφορίες μπορούν να ληφθούν με τη μελέτη του μαγνητικού πεδίου στις διαφορετικές χρονικές περιπτώσεις. Οι σαφείς αλλαγές u945 από ένα ερεθιστικό φαινόμενο σε άλλο προτείνουν την ύπαρξη διάφορων πηγών, αν και δεν αποκλείουν μια βαθύτερη κοινή ώθηση.

#### **δ) MEG και εγκεφαλικά επεισόδια**

Εκτός από την επιληψία, διάφορες άλλες κλινικές εφαρμογές MEG προκύπτουν. Μερικές καταγραφές έχουν γίνει από τους κωφούς ασθενείς που χρησιμοποιούν μια εμφυτευμένη κοχλιωτή πρόσθεση. Σε αυτούς τους ασθενείς το ακουστικό νεύρο υποκινείται άμεσα από ένα ηλεκτρόδιο που τίθεται στον κοχλία αυτιού, με τους κανονικούς μηχανισμούς δεκτών που παρακάμπτονται. Με αυτόν τον τεχνητό τρόπο, οι ασθενείς μαθαίνουν να αποκρίνονται στα ερεθίσματα, και μερικοί από τους αρχίζουν να καταλαβαίνουν την ομιλία ακόμη και χωρίς να διαβάζουν χείλια.

Τα εγκεφαλικά που συνδέονται με την ανεπαρκή ή παρεμποδισμένη ροή αίματος στο χρονικό λοβό προκαλούν συχνά τις χαρακτηρισμένες ατέλειες στη λεκτική αντίληψη και την παραγωγή. Ένα τραύμα στο supratemporal ακουστικό φλοιό οδήγησε στην εξαφάνιση της εκτροπής N100m της ακουστικής προκλημένης απάντησης μόνο όταν επεκτάθηκε βαθιά η χαλασμένη περιοχή στο χρονικό λοβό. Η εστιακή επιβράδυνση της αυθόρμητης δραστηριότητας MEG έχει ανιχνευθεί στους ασθενείς με τα εμφράγματα εγκεφάλου, τις αιμορραγίες, και τις παροδικές ισχαιμικές επιθέσεις. Οι περαιτέρω προσπάθειες να αναπτυχθούν οι κλινικές εφαρμογές MEG περιλαμβάνουν τις συνεχείς καταγραφές στους ασθενείς που πάσχουν από την ημικρανία για να ανιχνεύσουν τα μαγνητικά σήματα που συνδέονται με τη κατάθλιψη.<sup>16</sup>

## 2.5 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

- α. Απινιδωτές
- β. Διαθερμίες
- γ. Προκλητά δυναμικά

### 2.5.1 Ορισμός απινιδωτή και χαρακτηριστικά

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.

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 .

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 .

Μπορεί να τον χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε πολίτης έχει παρακολουθήσει ειδικά εκπαιδευτικά σεμινάρια ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗΣ (δηλ. 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.

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 φάρμακων, 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.

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 (όπως η AEGEAN AIRLINES και οι ΟΛΥΜΠΙΑΚΕΣ ΑΕΡΟΓΡΑΜΜΕΣ στα υπερατλαντικά ταξίδια της).

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.

Στο εξωτερικό «ΟΛΑ» τα αεροδρόμια διαθέτουν αυτόματους εξωτερικούς απινιδωτές ενώ εδώ στην Ελλάδα προς το παρόν μόνο το Ελευθέριος Βενιζέλος διαθέτει.

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.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση ([http://www.escardio.org/NR/rdonlyres/34E147C1-F45B-403D-B669-C6E585AD432C/0/Use\\_automated\\_external\\_defibrillators\\_AED.pdf](http://www.escardio.org/NR/rdonlyres/34E147C1-F45B-403D-B669-C6E585AD432C/0/Use_automated_external_defibrillators_AED.pdf)) 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.

Οι αυτόματοι εξωτερικοί απινιδωτές δεν είναι όλοι 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.

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.

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 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.

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».

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 που έχουμε αγοράσει!

Η ανάταξη της κοιλιακής μαρμαρυγής γίνεται με τη χορήγηση ηλεκτρικού shock γνωστό σαν απινιδισμός.

Αυτός γίνεται με ειδική συσκευή που λέγεται απινιδωτής. Τα ηλεκτρόδια του απινιδωτή (επαλείφονται με παχύ στρώμα ειδικής αλοιφής για να αποφεύγονται τα εγκαύματα) τοποθετούνται στο θωρακικό τοίχωμα με πίεση αντίστοιχα προς τη βάση και την κορυφή της καρδιάς και προσφέρεται ηλεκτρικό shock μεγάλης ισχύος (400 Watt/sec). Ο απινιδωτής πρέπει να είναι φορητός και να λειτουργεί με μπαταρία αλλά και ηλεκτρικό ρεύμα.

Η τεχνική μπορεί να επιτελεστεί με δύο τρόπους. Στην εσωτερική απινίδωση, δύο μεταλλικοί δίσκοι τοποθετούνται στο πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα. Στην εξωτερική απινίδωση που χρησιμοποιείται μερικές φορές στην καρδιοχειρουργική επέμβαση, οι μεταλλικοί δίσκοι εφαρμόζονται απευθείας στο μυοκάρδιο.

Η εξωτερική απινίδωση χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της αιφνίδιας έναρξης ορισμένων τύπων αρρυθμίας, συνήθως ταχυκαρδίας ή μαρμαρυγής. Περιστασιακά κάποιο φάρμακο ενίεται ενδοφλεβίως πριν την όλη διαδικασία για να σταθεροποιηθεί η δραστηριότητα στον καρδιακό μυ. Όταν η απινίδωση γίνεται σε αίθουσα επειγόντων περιστατικών και αφού ο ασθενής έχει καταρρεύσει δεν χρειάζεται παυσίπονη αγωγή. Αν όμως γίνεται σε ασθενή που παρουσιάζει αρρυθμία για αρκετές ώρες και είναι σε πλήρη συνείδηση συνήθως χορηγείται κάποιο ηρεμιστικό.

Οι άνθρωποι που επιτελούν την απινίδωση δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με τον άρρωστο ή το κρεβάτι όταν ο απινιδωτής βρίσκεται σε λειτουργία διότι το ηλεκτρικό shock θα μπορούσε να επηρεάσει τη δική τους λειτουργία<sup>13, 10</sup>.

### **Νοσηλευτικές διαδικασίες.**

1. Ο νοσηλευτής θα πρέπει να γνωρίζει τον τρόπο λειτουργίας του απινιδωτή.
2. Να ελέγχει αν είναι πάντα φορτισμένος.
3. Να γνωρίζει πώς γίνεται η επαναφόρτιση
4. Να ξέρει πώς να καθορίζει την ισχύ σε Watt που θα χορηγήσει ο γιατρός στον άρρωστο.<sup>13</sup>

## **2.6 ΔΙΑΘΕΡΜΙΕΣ**

### **2.6.1 ΟΡΙΣΜΟΣ**

Διαθερμία είναι μία θεραπευτική μέθοδος, που στοχεύει στη θέρμανση των βαθύτερων ιστών μέσω μιας τεχνικής διάταξης, όπου η εκπεμπόμενη ΥΣ ηλεκτρική και ηλεκτρομαγνητική ενέργεια μετατρέπεται μέσα στο σώμα σε θερμότητα.

### **2.6.2 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Έχει δύο διαφορετικούς τύπους ρεύματος, έναν για κόψιμο και έναν για αιμόσταση. Προκειμένου να ικανοποιήσει ειδικές συνθήκες και απαιτήσεις, η διαθερμία μπορεί να ενεργοποιηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους :

- με χειρολαβή που φέρει κομβία ή
- με ποδοδιακόπτη.

Μπορεί να εξοπλισθεί μ' ένα μεγάλο φάσμα ηλεκτροδίων και εξαρτημάτων υψηλής ποιότητας, τα οποία αναφέρονται παρακάτω :

### **ΑΠΛΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

Όλες οι λειτουργίες δεικνύονται ευκρινώς στο εμπρός μέρος. Ένας αναλογικός επιλογές χρησιμοποιείται για την θέση της επιθυμητής ισχύος.

Οι δύο τύποι ρεύματος μπορούν να ενεργοποιηθούν μέσω χειρολαβής με κομβία ή ποδοδιακόπτη.

### **ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

Η MD 62 έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ο οποίος υπερκαλύπτει τις υψηλότερες απαιτήσεις.

Η συσκευή φέρει το "CE" σήμα σύμφωνα με τον κανονισμό EEC, που σχετίζεται με τα ιατρικά προϊόντα, όπως δημοσιεύτηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στις 14 Ιουνίου 1993.

Χάρη στην monoterminial τεχνική που εφαρμόζεται δεν απαιτείται ουδέτερο ηλεκτρόδιο κατά την χρήση της, με όλα τα οφέλη για τον ασθενή που απορρέουν απ' αυτό, παρά ταύτα συνοδεύεται και από πλάκα γείωσης.

### **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ**

Ο χρήστης έχει δύο τύπους ρεύματος διαθέσιμους : Έναν για κόψιμο (CUTTING) και έναν για αιμόσταση (COAGULATION - FULGURATION).

Αυτοί οι τύποι ρεύματος έχουν ειδικά προσαρμοστεί στις διαφορετικές αντιστάσεις που προβάλλουν οι διάφοροι τύποι ιστών, λόγω της διαφορετικής κατασκευής τους, καθώς και με τον monoterminial τρόπο λειτουργίας.

Αυτή η ισχύς της ηλεκτροχειρουργικής συσκευής προσφέρει ακριβώς την αξιοπιστία, τη μέγιστη τεχνολογική ποιότητα και ασφάλεια που ο εξειδικευμένος γιατρός απαιτεί κατά την καθημερινή της χρήση.

### **ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ**

Το περίβλημά της είναι κατασκευασμένο από υψηλής ποιότητας αντιοξειδωτικό (στην επίδραση απολυμαντικών) μέταλλο.

Μια και δεν απαιτείται ανεμιστήρας ή ανοίγματα για την ψύξη και η διαθερμία είναι αεροστεγώς κλεισμένη, δεν υπάρχει περίπτωση υγρά καθαρισμού ή απολύμανσης, να εισέλθουν στο εσωτερικό της.

Η χειρολαβή είναι ειδικά σχεδιασμένη για να ταιριάζει στις ανατομικές συνθήκες του σώματος. Συνοδεύεται από ένα ευρύ φάσμα ενεργών ηλεκτροδίων, ώστε να εξασφαλίζεται εύκολα και αξιόπιστα στην καθημερινή χρήση.

### **ΑΠΟΛΟΣΕΙΣ**

- ΤΟΜΗ : 50 W σε 600 Ohms
- ΑΙΜΟΣΤΑΣΗ : 30 W σε 1200 Ohms
- ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ : 78 mm x 200 mm x 185 mm (ύψος x πλάτος x βάθος)
- ΒΑΡΟΣ : 2,8 kg

### **2.6.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΡΜΙΩΝ**

Υπόλογοι για τις επιδράσεις των ΥΣ ρευμάτων στο βιολογικό αντικείμενο είναι τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των ρευμάτων αυτών. Τονίζουμε ότι η προκαλούμενη θερμότητα κατά την εφαρμογή των ΥΣ δεν είναι πρωτογενές αλλά δευτερογενές φαινόμενο, λόγω της απώλειας ή μεταβολής της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας.

Οι διαφορές που υπάρχουν από τις άλλες μεθόδους θερμοθεραπείας είναι οι εξής:

- α) Στις διαθερμίες η θερμότητα δεν εκπέμπεται, αλλά δημιουργείται με φυσικές ιδιότητες κατά τη διήθηση της ηλεκτρικής ή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας.
- β) Η θερμότητα που παράγουν οι συσκευές διαθερμιών εξαρτάται από τη συχνότητα των ΥΣ ρευμάτων και το πεδίο μέσα στο οποίο βρίσκεται το βιολογικό αντικείμενο.

Η θερμότητα, που είναι αποτέλεσμα της ηλεκτρικής και ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, εξηγείται με δύο κύριους φυσικούς τρόπους:

- α) με το νόμο του Joule, σύμφωνα με τον οποίο η θερμότητα δημιουργείται από την αντίσταση που προβάλλουν τα διάφορα στοιχεία του σώματος στη ροή των ΥΣ ρευμάτων,
- β) με τον προσανατολισμό των διπόλων μορίων, που συμβαίνει όταν αυτά βρεθούν μέσα σε ηλεκτρικό ή μαγνητικό πεδίο.

Τα δίπολα μόρια βρίσκονται στο σώμα σε ακαταστασία. Με την εναλλασσόμενη υψίσυχη τάση, που εκπέμπουν οι διαθερμίες, αυτά υποβάλλονται σε παλινδρομική ή περιστροφική κίνηση, κατά την οποία δημιουργείται τριβή με τα γειτονεύοντα μόρια, με αποτέλεσμα να παράγεται η θερμότητα στους ιστούς. Στη μέθοδο πεδίου πυκνωτή η θερμότητα φτάνει μέχρι ένα συγκεκριμένο βάθος. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα αγώγιμα στοιχεία των ιστών, όταν βρεθούν στο

κέντρο του πεδίου του πυκνωτή, ισορροπούν ή κινούνται πολύ αργά και έτσι δεν υπάρχει έντονο το φαινόμενο της τριβής (Joule). Αυτόνοητο είναι ότι στις άκρες (δέρμα) το πεδίο είναι πολύ ισχυρό, γιατί εκεί υπάρχει μεγάλη παλινδρομική κίνηση και συνεπώς μεγαλύτερη θερμότητα.

### **2.6.3.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΡΜΙΩΝ**

Τα ΥΣ ρεύματα κατά την εφαρμογή τους ασκούν συγκεκριμένες φυσιολογικές επιδράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς:

- α) Η θερμότητα που παράγεται (αύξηση μέχρι 2° C) δημιουργεί την υπεραιμία, η οποία δεν εντοπίζεται μόνο στην περιοχή εφαρμογής, αλλά μέσω αντανακλαστικών οδών και της κυκλοφορίας του αίματος, μεταφέρεται και σε απομακρυσμένα όργανα.
- β) Η αύξηση της τοπικής αιμάτωσης, που είναι αποτέλεσμα της αγγειοδιαστολής, υπολογίζεται σε ποσοστό 80-200%. Η ενεργητική αυτή υπεραιμία (παραμένει μέχρι 90 min μετά τη θεραπεία), μετά από μια σειρά συνεδριών, μπορεί να σταθεροποιηθεί και να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- γ) Μετά από μια σειρά συνεδριών ο ενεργητικός μεταβολισμός αυξάνεται και η αύξηση αυτή οφείλεται τόσο στο νόμο αντίδραση-ταχύτητα-θερμοκρασία, (σύμφωνα με τον οποία υπάρχει διπλασιασμός όλων των χημικών αντιδράσεων, όταν η θερμοκρασία αυξηθεί σε ποσοστό 10%), όσο και στο νόμο της όσμωσης, κατά την οποία αυξάνεται η διαπερατότητα των τριχοειδών αγγείων.

Κατά τη διάρκεια εφαρμογής των ΥΣ ρευμάτων σε ένα βιολογικό αντικείμενο η μέθοδος θεραπείας που πραγματοποιείται ενεργεί ως ερεθισμός των αλληλοδιαδόχων σταδίων εξέλιξης των φυσιολογικών φαινομένων. Σε παθολογικές καταστάσεις, όπως μια φλεγμονή, η οποία συχνά είναι μια αντίδραση του οργανισμού, που μπορεί να οφείλεται σε ερεθισμό (λόγω φθοροποιού αιτίου) και έχει στόχο την πρόκληση του μηχανισμού άμυνας για την αποκατάσταση της βλάβης.

### **2.6.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΡΜΙΩΝ**

Για τη διήθηση της ΥΓ ενέργειας στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν τέσσερις κύριες μέθοδοι (Paetzold):

1. Η μέθοδος ηλεκτρικού πεδίου, κατά την οποία το σώμα βρίσκεται σαν μία αντίσταση μεταξύ δύο μεταλλικών ηλεκτροδίων, όπως συμβαίνει και στα ΧΣ ή στα ρεύματα ΜΣ. Στη μέθοδο



αυτή κατατάσσεται η κλασική διαθερμία των μακρών κυμάτων, η οποία δε χρησιμοποιείται πλέον ( $\nu=300 \text{ KHz} - 1\text{MHz}$ ,  $\lambda=100 \text{ m} - 300 \text{ m}$ ).

2. Η μέθοδος πεδίου πυκνωτή (βραχέα κύματα,  $\lambda=20 - 10 \text{ m}$ ,  $\nu=15 - 30 \text{ MHz}$ ). Στη μέθοδο αυτή το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σαν ένα ανομοιογενές διηλεκτρικό, μέσα σε υψίσυχο ηλεκτρικό πεδίο, που εκπέμπεται από δύο μονωτικά ηλεκτρόδια.
3. Η μέθοδος πεδίου πηνίου (βραχέα κύματα), όπου το σώμα βρίσκεται μέσα σε υψίσυχο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ενός πηνίου (θεραπεία με δινόρευμα).
4. Η μέθοδος πεδίου ακτινοβολίας (υπερβραχέα και μικροκύματα  $\lambda=10\text{m} - 10\text{cm}$ ,  $\nu=300 - 300\text{MHz}$ ), στην οποία το σώμα βρίσκεται δίπλα σε πεδίο ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας υψηλής τάσης.

### **2.6.5 ΔΙΑΘΕΡΜΙΑ ΜΑΚΡΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ**

Η μέθοδος αυτή θεραπείας, όπως αναφέραμε, ανήκει πλέον στην ιστορία της ηλεκτροθεραπείας των ΥΣ ρευμάτων. Η τεχνική της είναι ίδια με των ΧΣ ρευμάτων. Η υψίσυχη ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα με την άμεση επαφή των πλακοειδών μεταλλικών ηλεκτροδίων στο σώμα. Η δράση της είναι περισσότερο επιφανειακή και το επιδερμικό φαινόμενο είναι έντονο.

#### **2.6.5.1 ΔΙΑΘΕΡΜΙΑ ΒΡΑΧΕΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ**

Η εφαρμογή της διαθερμίας βραχέων κυμάτων επιτυγχάνεται με τη μέθοδο πεδίου πυκνωτή και τη μέθοδο πεδίου πηνίου.

##### **2.6.5.1.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΕΔΙΟΥ ΠΥΚΝΩΤΗ**

Πυκνωτής στην τεχνολογία χαρακτηρίζεται ένα συγκεκριμένο ηλεκτρικό σύστημα, που έχει την ιδιότητα να συγκεντρώνει και να αποβάλλει μεγάλα ηλεκτρικά φορτία. Στην απλή του μορφή αποτελείται από δύο μεταλλικές πλάκες, που έχουν μια ορισμένη απόσταση μεταξύ τους και ανάμεσα βρίσκεται ένα υλικό σώμα, που ονομάζεται διηλεκτρικό και είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού (π.χ. αέρας, γυαλί, βακελίτης, κλπ.).

Αν συνδέσουμε τα άκρα του πυκνωτή (πλάκες) με μία πηγή συνεχούς ρεύματος θα δημιουργηθεί θετική φόρτιση (+) στη μία πλάκα και αρνητική (-) στην άλλη. Επειδή στους οπλισμούς του πυκνωτή υπάρχουν αντίθετα φορτία, ανάμεσα στις δύο πλάκες δημιουργείται ένα δυναμικό ηλεκτρικό πεδίο, που ονομάζεται πεδίο πυκνωτή. Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή εξαρτάται από την απόσταση των πλακών (οπλισμών), το μέγεθος της επιφάνειάς τους και το

υλικό του διηλεκτρικού. Στο συνεχές ρεύμα ο πυκνωτής παίζει το ρόλο μιας δεξαμενής συνεχούς ρεύματος.

Αν συνδεθεί με τον πυκνωτή εναλλασσόμενο ρεύμα, τότε εξαιτίας της εναλλασσόμενης φόρτισης και εκφόρτισής του, το εναλλασσόμενο ρεύμα θα διέρχεται μεν από τον πυκνωτή, δεν θα έχει όμως την ίδια ένταση που θα είχε αν αυτός δεν υπήρχε. Στο εναλλασσόμενο ρεύμα ο πυκνωτής συμπεριφέρεται ως αντίσταση, η οποία χαρακτηρίζεται ως χωρητική ή διηλεκτρική αντίσταση. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος, τόσο η χωρητική αντίσταση είναι μικρότερη και η ένταση του ρεύματος μεγαλύτερη.

Στην εφαρμογή των ΥΣ ρευμάτων σε ανθρώπινους ιστούς δεν έχουμε ομοιογενή διηλεκτρικά. Οι βιολογικοί ιστοί κατατάσσονται στην τάξη των ανομοιογενών διηλεκτρικών, γιατί μικροσκοπικά και μακροσκοπικά έχουν διαφορετική σύνθεση. Άλλα από τα δομικά στοιχεία του είναι καλοί κι άλλα κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Τα αγωγά λοιπόν στοιχεία των ιστών και τα διατηδούντα ΥΣ ρεύματα, που βρίσκονται μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο, δημιουργούν τριβή, με την οποία παράγεται η θερμική ενέργεια. Επειδή το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από ανομοιογενή στοιχεία, δεν μπορεί προς το παρόν να υπολογισθεί επακριβώς η ένταση των ΥΣ ρευμάτων. Σαν δείκτης μέτρησης λαμβάνεται υπόψη η ισχύς εξόδου της συσκευής των ΥΣ ρευμάτων.

Ανάλογα με τη μέθοδο πεδίου που εφαρμόζουμε έχουμε και την κατανομή της θερμότητας στους διάφορους ιστούς. Στη μέθοδο πεδίου πυκνωτή το λίπος και το δέρμα, που είναι κακοί αγωγοί, θερμαίνονται εννέα φορές περισσότερο από του μύες και το αίμα, που είναι καλοί αγωγοί – εδώ υπερισχύει το φαινόμενο Joule – κι έτσι η αναλογία της θερμότητας είναι εννέα προς ένα (9 λίπος / 1 μυς), στην περίπτωση που τα ηλεκτρόδια εφάπτονται στο σώμα.

Το ποσοστό της θερμότητας μπορεί να καθοριστεί ακόμη και από την απόσταση των ηλεκτροδίων από το σώμα. Αν θέλουμε να επιδράσουμε σε βάθος, η μεγάλη θερμότητα στον υποδόριο και λιπώδη ιστό είναι πολλές φορές ανωφελής. Στη μέθοδο πεδίου πυκνωτή μια σωστή κατανομή της θερμότητας επιτυγχάνεται με την κατάλληλη τοποθέτηση των ηλεκτροδίων: αν τα ηλεκτρόδια τοποθετηθούν σε μικρή απόσταση από το σώμα δημιουργείται μια ισχυρή διασπορά στην ηλεκτρομαγνητική γραμμή του πεδίου και εξαιτίας αυτού η μεγάλη πυκνότητα του ρεύματος παρουσιάζεται στην επιφάνεια (δέρμα – λίπος), πράγμα που ενδεχομένως δεν θα θέλαμε. Αντίθετα, αν αυξήσουμε την απόσταση των ηλεκτροδίων από το σώμα, η περιοχή της ισχυρής διασποράς βρίσκεται μεταξύ ηλεκτροδίων και σώματος, δηλαδή στον κενό χώρο, που χωρίζει το σώμα από τα ηλεκτρόδια. Έτσι, το ηλεκτρικό πεδίο γίνεται πιο ομοιογενές και η θερμότητα κατανέμεται σωστότερα στα διάφορα στρώματα των ιστών.

**2.6.6 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Είναι δύο:

α. Τα ηλεκτρόδια ή τύμπανα τοποθετούνται παράλληλα προς τους ιστούς.

Χρησιμοποιείται συνήθως όταν θέλουμε να επιτύχουμε αύξηση θερμοκρασίας στους εν τω βάθει ιστούς. Η άρθρωση του γόνατος, αγκώνα, ποδοκνημική, πηχεοκαρπική και ώμου θερμαίνονται ομοιόμορφα με τη μέθοδο αυτή. Ενώ η άρθρωση του ισχίου δεν θερμαίνεται επιτυχώς με αυτή τη μέθοδο.

β. Τα ηλεκτρόδια και τα τύμπανα τοποθετούνται εν σειρά προς τους ιστούς. Με την μέθοδο αυτή

επιτυγχάνουμε συνήθως μεγαλύτερη αύξηση θερμοκρασίας στους επιπολής ιστούς απ' ότι στους εν τω βάθει.

Κατά την εφαρμογή μπορούμε να χρησιμοποιούμε τύμπανα ίδιου μεγέθους ή διαφορετικού μεγέθους. Σε περίπτωση διαφορετικών τυμπάνων μεγαλύτερη αύξηση θερμοκρασίας γίνεται στην περιοχή με το μικρό τύμπανο. Αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε και με τα τύμπανα ίδιου μεγέθους τοποθετώντας το ένα σε απόσταση από το σώμα μικρότερη απ' ότι το άλλο τύμπανο (Μεγαλύτερη αύξηση θερμοκρασίας στο τύμπανο που είναι πιο κοντά στο σώμα). Χρησιμοποιείται κυρίως σε κακώσεις μηνίσκων, συνδέσμων, φλεγμονές στη μια πλευρά της άρθρωσης.

Μέθοδος πεδίου πηνίου. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούμε:

- A. Πτυσσόμενο τύμπανο
- B. Monode
- Γ. Τηγανίτας
- Δ. Καλώδιο

Με τη μέθοδο αυτή έχουμε μεγαλύτερη απορρόφηση ενέργειας από του εν τω βάθει και μεγάλης περιεκτικότητας σε νερό ιστούς απ' ότι στον υποδόριο ιστό.

**2.6.7 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ**

- Προ της ενάρξεως της θεραπείας πρέπει να αποβάλλονται από τον ασθενή ρούχα που έχουν κάποιο μέταλλο, καθώς και το περιεχόμενο της τσέπης, όπως π.χ. Δακτυλίδια, αλυσίδες, κόπιτσες, βραχιόλια, κοσμήματα, ωρολόγια, καθώς και στηθόδεσμοι, ζαρτιέρες, κορσέδες, ακουστικά, κλπ., που είναι εφοδιασμένα με μέταλλο.

- Το ίδιο ισχύει και για υγρά ρούχα που μπορούν εύκολα να οδηγήσουν σε αύξηση επιδρώσεως του δέρματος, όπως δερμάτινα ρούχα, ρούχα από συνθετικές ίνες ή νάυλον κ.λ.π.

### **ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΑΥΤΟΥ**

- Σε μια περιφέρεια ακτίνας δύο περίπου μέτρων γύρω από τα ηλεκτρόδια και τις μεταβιβάσεις τους υπάρχει κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ένα πεδίο υψηλής συχνότητας, το οποίο μπορεί από μια απροσεξία να προκαλέσει καύσεις.

Γι' αυτό τα άτομα τα οποία παραμένουν στην περιοχή αυτή πρέπει να αφαιρούν τα μεταλλικά αντικείμενα, όπως π.χ. ηλεκτρονικά κατευθυνόμενες συσκευές, ακουστικά, ωρολόγια, δακτυλίδια, αλυσίδες ή κολιέ, βραχιόλια κ.λ.π., για λόγους ασφαλείας. Δεν πρέπει επίσης το προσωπικό που χειρίζεται το μηχάνημα να φοράει υγρά ρούχα, συνθετικά ή δερμάτινα.

- Μεγάλα μεταλλικά κομμάτια, όπως τραπέζια και ντουλάπια μεταλλικά στην ακτίνα που αναφέραμε μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την ενέργεια του πεδίου.

Το μηχάνημα θα πρέπει τουλάχιστον να τοποθετηθεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε μεταλλικά τραπέζια, καθίσματα, ντουλάπες, κιγκλίδωμα σκάλας, σώματα θερμάνσεως ή διάφορες άλλες μεταλλικές κατασκευές να βρίσκονται σε μέρος που να μη φθάνουν τον ασθενή.

- Για μια αποτελεσματική θεραπεία είναι απαραίτητη προϋπόθεση η πλήρης ομογένεια του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Δια τον λόγο αυτό τα άτομα που είναι πολύ κοντά στον ασθενή κατά την διάρκεια της θεραπείας φέρουν ενόχληση στο πεδίο θεραπείας και έτσι μειώνουν την επίδραση της θεραπείας.
- Για να αποφευχθούν παρεμβολές ανάμεσα σε δύο μηχανήματα βραχέων κυμάτων που βρίσκονται στον ίδιο χώρο πρέπει να τηρηθεί μια απόσταση τουλάχιστον δύο μέτρων. Επίσης δεν επιτρέπεται να ακτινοβολούν προς την κατεύθυνση του μηχανήματος άλλα μηχανήματα ακτινοβολίας, όταν βρίσκονται στον ίδιο ή σε γειτονικό χώρο με την διαθερμία των βραχέων κυμάτων. Εν ανάγκη πρέπει να κάνετε μια περιφραγή.

### **2.6.8 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΒΡΑΧΕΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ**

1. Όλες οι μετατραυματικές και μετεγχειρητικές καταστάσεις όπως: αρθροπάθειες, μώλωπες, φλεγμονώδεις διαστρέμματα. Ξεκινάμε με παλμική διαθερμία σε συχνότητα καταρχάς 62-110 Hz και αργότερα 150-200 Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότης θεραπειών: 1 ημερησίως και αν είναι εφικτό προτιμούμε 2 ημερησίως. Αριθμός συνεδριών: 20 με 1 συνεδρία ημερησίως, 30 με 2

συνεδρίες ημερησίως, διάρκειας 2 εβδομάδες και ακολουθούν 2 εβδομάδες με 1 συνεδρία ημερησίως. Τα αποτελέσματα είναι πολύ καλά αν η θεραπεία αρχίσει αμέσως μετά τον τραυματισμό ή την εγχείρηση. Ο ασθενής στην παλμική διαθερμία δεν έχει αίσθηση πόνου και ζέστης.

2. Παραμορφωμένη άρθρωση: συνεχής ή παλμική. Συχνότης θεραπειών: 3 συνεδρίες την εβδομάδα. Αριθμός συνεδριών: 20. Αποτελέσματα: καλά.

3. Θυλακίτις: παλμική. Συχνότητα: 62-110Hz. Εάν υπάρξει κάποια αίσθηση πόνου μειώνεται η συχνότητα και αυξάνεται στις υπόλοιπες συνεδρίες. Χρόνος θεραπείας: 10-15 min. Συχνότητα θεραπειών: 3 εβδομαδιαίως. Αριθμός θεραπειών: 20. Αποτελέσματα: καλά.

4. Θλάση, μώλωπες: όπως στην περίπτωση 1.

5. Επικονδυλίτις: μόνο παλμική. Επικονδυλίτις + μυϊκό σύστημα: παλμική ή συνεχής. Συχνότητα: 62-110Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινή ή 3 εβδομαδιαίως. Αριθμός θεραπειών: 18-20. Αποτελέσματα: μέτρια.

6. Μυϊκοί ρευματισμοί και μυαλγία (οξεία): παλμική. Συχνότητα: 62Hz. Χρόνος θεραπείας: 10-15 min. Συχνότητα θεραπειών: 1-2 ημερησίως. Αποτελέσματα: καλά.

7. Μυϊκοί ρευματισμοί (χρόνιοι): παλμική ή συνεχής. Συχνότητα: 110Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινά ή 3 εβδομαδιαίως. Αριθμός συνεδριών: 18-20. Αποτελέσματα: μέτρια.

8. Περιαρθρίτις: παλμική ή συνεχής. Συχνότητα: 110Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινά. Σε οξείες περιπτώσεις π.χ. θυλακίτις - 2 ημερησίως και μπορούν να μειωθούν σε 3 εβδομαδιαίως στη διάρκεια των συνεδριών. Αριθμός συνεδριών: 18-20. Αποτελέσματα: μέτρια έως πολύ καλά.

9. Περιοστίτις: παλμική. Συχνότητα: 110Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: 1 – 2 ημερησίως. Αριθμός συνεδριών: 20. Αποτελέσματα: καλά.

10. Πολυαρθρίτις: παλμική ή συνεχής. Συχνότητα: 110Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινά ή 3 εβδομαδιαίως. Αριθμός συνεδριών: 18-20. Αποτελέσματα: μέτρια.

11. Ισχιαλγία (οξεία): παλμική. Συχνότητα: 65-110Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: 1 – 2 ημερησίως. Αριθμός συνεδριών: 20 max. Αποτελέσματα: καλά.

12. Ισχιαλγία (χρόνια): παλμική ή συνεχής. Συχνότητα: 150Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινά. Αριθμός συνεδριών: 18 max. Αποτελέσματα: μέτρια.

13. Σπονδυλόλυση: παλμική. Συχνότητα: 82-200Hz. Χρόνος θεραπείας: 15 min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινά ή 3 εβδομαδιαίως. Αριθμός συνεδριών: 18 max. Αποτελέσματα: μέτρια.

14. Κολπίτις οξεία και χρόνια: παλμική. Συχνότητα: 26-65Hz. Χρόνος θεραπείας: 5-10 min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινά ή 3 εβδομαδιαίως. Αριθμός συνεδριών: 10 max. Αποτελέσματα: καλά.

Γυναικολογία:

Εξαρτημαρτίτις οξεία και χρόνια: παλμική. Συχνότητα: 82-110Hz. Χρόνος θεραπείας: 15min. Συχνότητα θεραπειών: καθημερινά ή 3 εβδομαδιαίως. Αριθμός συνεδριών: 12 max. Αποτελέσματα: καλά.

### **2.6.9 ΔΙΑΘΕΡΜΙΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ**

Η διαθερμία μικροκυμάτων είναι συσκευή εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ραδιοφωνικής συχνότητας. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της διαθερμίας μικροκυμάτων βρίσκεται στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα μεταξύ των βραχέων κυμάτων και των υπερύθρων ακτινών και για το λόγο αυτό η συμβολή της στην φυσ/πεία είναι μεγάλη.

Η συσκευή μικροκυμάτων παράγει ηλεκτρομαγνητικές ταλαντώσεις υψηλής συχνότητας που παράγονται από την Magnetron μεταβιβάζεται σε μία αντέννα. Η αντέννα βρίσκεται μέσα σε έναν ανακλαστή που καλύπτεται από πλαστική επιφάνεια. Η αντέννα και ο ανακλαστής χαρακτηρίζονται σαν οδηγός διότι αυτά οδηγούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Οι διαθερμίες μικροκυμάτων λειτουργούν συνήθως σε συχνότητες 24540MHZ και μήκος κύματος 12,2 cm. Αργότερα κατασκευάστηκαν και συσκευές μικροκυμάτων με μικρότερες συχνότητες και μεγαλύτερο μήκος κύματος οι οποίες έχουν καλύτερα θερμικά αποτελέσματα στους εν τω βάθει μυϊκούς ιστούς. Οι συχνότητες αυτές είναι 915MHZ με 33 cm μήκος κύματος και 433,92MHZ με 69 cm μήκος κύματος.

### **2.6.10 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΔΙΑΘΕΡΜΙΩΝ**

Οι ενδείξεις και αντενδείξεις της εφαρμογής της διαθερμίας μικροκυμάτων είναι ίδια με τις ενδείξεις και αντενδείξεις της εφαρμογής της διαθερμίας βραχέων κυμάτων. Όπου δεν διευκολύνει η χρήση της διαθερμίας βραχέων κυμάτων χρησιμοποιείται η διαθερμία μικροκυμάτων.

Συνήθως δια την θέρμανση των εν τω βάθει ιστών χρησιμοποιούμε την διαθερμία βραχέων κυμάτων όταν έχουμε τα κατάλληλα ηλεκτρόδια δια την περιοχή αυτή.

Επειδή είναι δύσκολη η χρήση της διαθερμίας βραχέων κυμάτων σε ορισμένες περιοχές όπως: οσφύος, ισχίου, γλουτού, κατάφυση ράχης, αυχέννας, αύλακας δικεφάλου, περιοχών με οστικές

προεξοχές, έκφυση εκτεινόντων καρπού, κλπ. χρησιμοποιείται με επιτυχία η διαθερμία μικροκυμάτων.

Περιοχές: α) με μεγάλες μυικές μάζες β) με παχύ στρώμα λίπους δεν μπορούν να θερμανθούν με διαθερμίες μικροκυμάτων όπως συμβαίνει με περιοχές που καλύπτονται με λεπτά στρώματα μαλακού ιστού όπως άρθρωση καρπών, αρθρώσεις μετακαρποφαλαγγικές, κ.λ.π.

### **2.6.11 ΠΑΛΜΙΚΗ ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΕΥΜΑΤΩΝ**

Η διαθερμία με παλμική εκπομπή χαρακτηρίζεται με διακεκομμένη ροή των ρευμάτων ΥΣ και έχει σαν πλεονέκτημα την απαλλαγή των ιστών από το θερμικό αποτέλεσμα που σε ορισμένες περιπτώσεις αντενδείκνυται. Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ των δύο παλμών τόσο και μεγαλύτερη είναι η ισχύς, επομένως και το θερμικό αποτέλεσμα της παλμικής διαθερμίας.

Η χρήση της παλμικής διαθερμίας ενδείκνυται:

- α. Σε φλεγμονές και τραύματα
- β. Οξείες καταστάσεις
- γ. Αθλητικές κακώσεις
- δ. Σε περιοχές με ολική αρθροπλαστική
- ε. Περιοχές με εμφυτευμένα μεταλλικά αντικείμενα.

Άρα συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η παλμική διαθερμία εφαρμόζεται όπου θέλουμε να έχουμε όλα τα πλεονεκτήματα των διαθερμιών χωρίς να έχουμε τα θερμικά αποτελέσματα αυτών.

## **2.7 ΠΡΟΚΛΗΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ**

### **2.7.1 ΟΡΙΣΜΟΣ**

Τα Εγκεφαλικά Προκλητά Δυναμικά είναι διαφορές δυναμικού που δημιουργούνται στον εγκέφαλο ύστερα από κάποιο ερέθισμα και κατά τη διάρκεια μιας πειραματικής διαδικασίας. Χρησιμοποιούνται για να εκτιμήσουν την εγκεφαλική λειτουργία.

### 2.7.2 Κατηγορίες προκλητών δυναμικών

- α. Οπτικά: τα οπτικά προκλητά δυναμικά μπορούν να καταγραφούν ερεθίζοντας τον αμφιβληστροειδή. Εκλύονται με τη βοήθεια οπτικών ερεθισμάτων, συνήθως με ασπρόμαυρα τετραγωνίδια σε σκακιέρα, διαδοχικά εναλλασσόμενα σε οθόνη υπολογιστή με συχνότητα 2-3 Hz. Ο εξεταζόμενος κάθεται σε σταθερή απόσταση (περίπου 1m) από την οθόνη του ερεθιστή. Καταγράφουμε την απάντηση στον εγκέφαλο με ηλεκτρόδια επιφανείας στο τριχωτό της κεφαλής. Οι απαντήσεις προστίθενται υπολογιστικά η μία πάνω στην άλλη (averaging) για να μπορούν να διακριθούν από κάθε άλλη τυχαία ηλεκτρική δραστηριότητα όπως στατικός ηλεκτρισμός του σώματος, εξωτερικές πηγές κλπ. Ο ρόλος τους είναι να αποκαλύψουν προσβολή του οπτικού νεύρου ελέγχοντας την οπτική οδό από το οπτικό νεύρο ως τον φλοιό.
- β. σωματοαισθητικά: η εξέταση των σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών γίνεται με ελαφρό ηλεκτρικό ερεθισμό ενός περιφεριακού νεύρου. Για την εξέταση από το άνω άκρο τα ηλεκτρόδια καταγραφής τοποθετούνται στο μέσο της κλείδας, στο ύψος του 7<sup>ου</sup> αυχενικού σπονδύλου και στο κρανίο πάνω από την αντίθετη σωματοαισθητική φλοιική περιοχή. Για την εξέταση από το κάτω άκρο τα ηλεκτρόδια καταγραφής τοποθετούνται στη κεφαλή (σημείο Vertex) λίγο πίσω από το κέντρο του θόλου του κρανίου.

Τα επάρματα που καταγράφονται από τα άνω άκρα με ανάλογη ανατομική αντιστοιχία είναι: από το ηλεκτρόδιο 1=N<sub>9</sub>-βραχιόνιο πλέγμα. Από το ηλεκτρόδιο 2=N<sub>11</sub>-σφηνοειδής πυρήνας ή κατώτερο στέλεχος, N<sub>13</sub>-έσω λημνίσκος και N<sub>14</sub>- θάλαμος. Από το ηλεκτρόδιο 3= N<sub>20</sub>-αισθητικός φλοιός και P<sub>25</sub>-άγνωστο. Τα περισσότερα σαφή επάρματα είναι το N<sub>9</sub>, N<sub>13</sub>, N<sub>20</sub>. Από τα κάτω άκρα τα σαφέστερα επάρματα από το ηλεκτρόδιο Vertex είναι το N<sub>30</sub> που αντιστοιχεί στον αισθητικό φλοιό και το P<sub>40</sub> που η αντιστοιχία του είναι άγνωστη.

Το πλεονέκτημα των σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών έγκειται στο γεγονός ότι, λαμβάνοντας ως σταθερό σημείο το N<sub>9</sub>, είναι δυνατό να υπολογιστούν βλάβες κεντρικότερες του βραχιόνιου πλέγματος (που αφορούν το αισθητικό σύστημα μέχρι το φλοιό) με βάση τις καθυστερήσεις ή και τις εξαφανίσεις των επαρμάτων που αντιστοιχούν σε μία ανατομική περιοχή.

Τα σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά βοηθούν στη διάγνωση των περιφεριακών νευροπαθειών, ιδιαίτερα στη διερεύνηση βλαβών στα πλέγματα και στις ρίζες. Βοηθούν, επίσης, διαγνωστικά στο σύνδρομο Guillain-Barre και στην αυχενική σπονδύλωση και πάνω από όλα στη σκλήρυνση κατά πλάκας, όπου παθολογικά, ευρήματα ανευρίσκονται σε ποσοστό 50-80%, στις διάφορες μορφές της νόσου. Φυσικό είναι ότι όγκοι, αιμορραγίες και



έμφρακτα του εγκεφάλου μπορούν να καθυστερήσουν το ερέθισμα και Να δώσουν παθολογικά ευρήματα.

γ. γνωσιακά ακουστικά: είναι ηλεκτρικά κύματα που παράγονται όταν ο εξεταζόμενος καλείται να διακρίνει και να μετρήσει νοερά ένα ερέθισμα (ήχος-στόχος) που παρεμβάλλεται τυχαία ανάμεσα από μία διαδοχή ηχητικών ερεθισμάτων (ήχος μη-στόχος). Το P300 σχετίζεται με γνωσιακές διαδικασίες και χρησιμοποιείται ως νευροφυσιολογικός δείκτης των γνωσιακών διαδικασιών σε μία προσπάθεια εκτίμησης των ανώτερων πνευματικών λειτουργιών. Οι λειτουργίες αυτές έχουν να κάνουν με την αναγνώριση, κωδικοποίηση, σύγκριση στη μνήμη και επιλογή του ερεθίσματος - στόχου από τον εξεταζόμενο. Το αποτέλεσμα εξαρτάται και από την εκλεκτική προσοχή του εξεταζομένου προς το ερέθισμα. Η μεγαλύτερη θετική κυματομορφή που προκύπτει στο χρονικό διάστημα 250 μέχρι 600 msec ονομάζεται P300, αφού η ο χρόνος που απαντάται είναι περίπου 300 ms για φυσιολογικά άτομα. Οι παθολογικές τιμές του P300 εκφράζουν βραδύτητα στη συνειδητή, ελεγχόμενη επεξεργασία της πληροφορίας και ενδεχομένως διαταραχή της άμεσης μνήμης.

δ. στελεχιαία ακουστικά: (BAEPs - BrainStem Auditory Evoked Potentials) είναι ηλεκτρικά κύματα που παράγονται από την ακουστική οδό. Δίνουμε ένα ακουστικό ερέθισμα σε κάθε αντί ξεχωριστά με clicks, που παράγονται σε ειδικά ακουστικά, έντασης περί τα 80 decibel (ανάλογα με τον ουδό ακοής) με συχνότητα περίπου 11 Hz. Καταγράφουμε την απάντηση στον εγκέφαλο με ηλεκτρόδια επιφανείας στο τριχωτό της κεφαλής. Οι απαντήσεις και εδώ προστίθενται υπολογιστικά η μία πάνω στην άλλη (averaging). Οι κυματομορφές που προκύπτουν καταγράφονται μέσα σε χρόνο 10 ms. Στην αξιολόγηση δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία ο χρόνος της κάθε κυματομορφής αλλά οι μεταξύ των κυμάτων καθυστερήσεις οι οποίες εμφανίζονται σταθερές στα φυσιολογικά άτομα. Τα Στελεχιαία Ακουστικά Προκλητά Δυναμικά ελέγχουν την ακουστική οδό από το ακουστικό νεύρο ως το εγκεφαλικό στέλεχος. Ο ρόλος τους είναι να αποκαλύψουν προσβολή του ακουστικού νεύρου ή του εγκεφαλικού στελέχους και οι τιμές που καταγράφονται αντανακλούν σε βλάβες ή διαταραχές του στελέχους στο βαθμό που έχει επηρεαστεί η ακουστική οδός.

Στη σκλήρυνση κατά πλάκας ασθενείς χωρίς να έχουν ιστορικό ή σημειολογία από το στέλεχος παρουσιάζουν παθολογικά ευρήματα, σε ποσοστό 35-75% ανάλογα με τη μορφή της νόσου. Φυσικό είναι και άλλες βλάβες στελεχιαίες να έχουν παθολογικά ευρήματα όπως όγκοι και αγγειακά επεισόδια. Όγκοι της γεφυροπαρεγκεφαλιδικής γωνίας, όπως τα ακουστικά νευρινώματα, μπορούν να διαγνωσθούν πρώιμα (κυρίως με καθυστέρηση του λανθάνοντα χρόνου μεταξύ I-III επαυμάτων). Αντίθετα, με άλλες μεθόδους, ακόμη και με την

αξονική τομογραφία, είναι δυνατό να διαφύγουν, ιδιαίτερα όταν το μέγεθός τους είναι μικρό (< 1 cm).

Σε περιπτώσεις κώματος έχουν γίνει προσπάθειες, ώστε τα ευρήματα από τα ακουστικά προκλητά δυναμικά να έχουν κάποια προγνωστική σημασία για την εξέλιξη της κατάστασης του αρρώστου.

### ***2.7.3 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ***

Γενικά, μπορεί να πει κανείς ότι η εξέταση των προκλητών δυναμικών βοηθά στη νευρολογική κλινική πράξη κυρίως με τους εξής τρόπους: α) σε αρρώστους ύποπτους για απομυελινωτική νόσο που παρουσιάζουν μια εστία βλάβης στο ΚΝΣ, τα προκλητά δυναμικά μπορούν να βοηθήσουν στη διαπίστωση μιας άλλης ανύποπτης εστίας βλάβης, β) σε αρρώστους με ασαφές ιστορικό ή αβέβαια κλινικά ευρήματα, παθολογικά προκλητά δυναμικά προσφέρουν μια αντικειμενική ένδειξη υποκείμενης οργανικής βλάβης, γ) τα προκλητά δυναμικά βοηθούν στην εντόπιση μιας παθολογικής εξεργασίας, δ) με την παρακολούθηση των προκλητών δυναμικών μπορεί να ελέγχεται η εξέλιξη μιας βλάβης και το αποτέλεσμα μιας θεραπείας.<sup>15,16</sup>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ**

Οι βιολογικές επιδράσεις των τεχνητών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων (μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) είναι ένα θέμα που απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα αλλά και το ευρύ κοινό τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς συσσωρεύονται ολοένα και περισσότερες ενδείξεις και αποδείξεις για βλαβερές συνέπειες από τη λεγόμενη «ηλεκτρομαγνητική ρύπανση».

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται πληροφορίες για τις ιδιότητες των ακτινοβολιών, με ιδιαίτερη έμφαση στην κινητή τηλεφωνία όπου παρουσιάζεται με μετρήσεις η ένταση της ακτινοβολίας από τις κεραίες βάσης και από τα κινητά τηλέφωνα. Διατυπώνονται προτάσεις για την τοποθέτηση των κεραιών βάσης ώστε να ευρίσκονται σε απόλυτη ασφάλεια οι κάτοικοι που ζουν γύρω από τις κεραίες και τέλος δίνονται οδηγίες για ασφαλή χρήση των κινητών τηλεφώνων με τη χρήση ειδικής «θήκης προστασίας» την οποία έχουμε επινοήσει. Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται έχουν προκύψει από τις δραστηριότητες της ερευνητικής μας ομάδας, στον Τομέα Βιολογίας Κυττάρου και Βιοφυσικής του Τμήματος Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, η οποία ασχολείται ερευνητικά και εκπαιδευτικά επί σειράν ετών με τις επιπτώσεις της μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στη ζωντανή ύλη.<sup>17</sup>

#### ***3.1 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ***

Σπάνια αναρωτιέται ο κάτοχος κινητού τηλεφώνου πως γίνεται και μπορεί να επικοινωνεί από οπουδήποτε (στην κυριολεξία, από θεωρητικής πλευράς). Φυσικά ίσως νομίζει ότι το κινητό λειτουργεί όπως ένα ραδιόφωνο που πράγματι μπορεί να «πιάσει» σταθμούς σχεδόν παντού. Αυτό είναι σωστό κατά το ήμισυ, γιατί το κινητό είναι παράλληλα και πομπός, εκπέμποντας ακτινοβολία. Αν τώρα σκεφτείτε ότι βρίσκεστε σε ένα δύσκολο σημείο, π.χ. στη βιβλιοθήκη ενός εργαστηρίου ή σπουδαστηρίου και μάλιστα χωρίς παράθυρα, τότε δεν είναι εύκολο πράγμα για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του κινητού να βγει από το δωμάτιο και να βρει διέξοδο προς την πλησιέστερη κεραία βάσης της αντίστοιχης εταιρείας (cosmote κ.λπ.) και φυσικά δεν συνειδητοποιείτε ότι σε αυτή του την προσπάθεια (της εκπομπής), το κινητό ακτινοβολεί τον χρήστη με ένταση που ποικίλλει και που μπορεί μάλιστα να ξεπεράσει τα λεγόμενα «όρια ασφαλείας». Ας δούμε όμως τα πράγματα από την αρχή.

Το ισχύον σύστημα κινητής τηλεφωνίας στηρίζεται στην ύπαρξη κεραιών-σταθμών βάσης εγκατεστημένων με μορφή κυψέλης (βλ. εικόνα). Οι κεραίες βάσης επικοινωνούν μεταξύ τους

δημιουργώντας δίκτυο επικοινωνίας, ενώ παράλληλα μπορούν και διαχειρίζονται τις κλήσεις που λαμβάνουν από τα κινητά τηλέφωνα

Κατά τη διαδικασία αυτή, όπως είναι φανερό συμβαίνουν τα εξής: Πρώτον: Η κεραία βάσης εκπέμπει ακτινοβολία οριζοντίως με κατευθυνόμενη δέσμη προς την πλησιέστερη κεραία βάσης η και σε περισσότερες από μία. Δεύτερον: Η κεραία βάσης εκπέμπει μικρότερης ισχύος ακτινοβολία προς το έδαφος ώστε να είναι δυνατή η λήψη του σήματος από το αντίστοιχο κινητό τηλέφωνο. Τρίτον: Το κινητό τηλέφωνο εκπέμπει ακτινοβολία την ώρα της συνομιλίας προς όλες τις κατευθύνσεις ανάλογα με τον τρόπο σχεδιάσής του. Τέταρτον: η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα εξαρτάται από δύο παράγοντες. Από την ευκολία λήψης του σήματος που εκπέμπει η «πλησιέστερη» κεραία βάσης (δηλαδή όταν υπάρχει πολύ κοντά κεραία βάσης τότε το κινητό εκπέμπει μικρή ένταση ακτινοβολίας), αλλά και από την ένταση της φωνής.<sup>17</sup>

### ***3.2 ΤΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ***

Κατά την πορεία της διερεύνησης μακροπρόθεσμων προβλημάτων υγείας, οι μελέτες που καταλήγουν σε θετικό αποτέλεσμα στην πραγματικότητα πιστοποιούν ότι υπάρχουν βιολογικές επιπτώσεις ακόμα κι όταν δεν διευκρινίζεται το πώς συμβαίνουν. Ως μεμονωμένες αυτές οι μελέτες, μπορεί να μην αντιπροσωπεύουν μια ολοκληρωμένη επιστημονική απόδειξη, είναι όμως σημαντικά τμήματα μιας δαιδαλώδους βιολογικής αιτιολογίας, που μπορεί να πάρει χρόνια για να αποκαλυφθεί πλήρως. Υπό αυτή την έννοια, μπορεί να μην υπάρχει πλήρως ολοκληρωμένη απόδειξη ότι π.χ. το τσιγάρο ή η ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων προκαλούν καρκίνο, όμως οι έρευνες διαρκώς αποκαλύπτουν επιμέρους σαφείς ενδείξεις και στατιστικά στοιχεία που δείχνουν ότι υφίσταται πρόβλημα υγείας. Καθώς η αφανής περίοδος εξέλιξης πολλών μακροχρόνιων ασθενειών κυμαίνεται από 10 έως 40 χρόνια, στην Ελλάδα οι επιπτώσεις των κινητών τηλεφώνων στην υγεία μας θα γίνουν φανερές κυρίως μετά το 2010, επειδή η ευρεία χρήση τους ξεκίνησε στην χώρα μας πριν μια 5ετία περίπου.

Οι εταιρείες κατασκευής κινητών τηλεφώνων εξακολουθούν να υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει εναντίον των προϊόντων τους ούτε ένα επιβαρυντικό στοιχείο, θέση που θα μπορούσε να είναι είτε εσκεμμένη παραπληροφόρηση της κοινής γνώμης ή ανεπαρκής κατανόηση των διαδικασιών της επιστημονικής έρευνας. Η επιλεκτική προσέγγιση των κινδύνων για την υγεία μας από τις

εταιρείες κινητής τηλεφωνίας και γενικότερα από άλλες εταιρείες παραγωγής επισφαλών προϊόντων, και από τις ουσιαστικά συμπορευόμενες με αυτές εθνικές και διεθνείς υπηρεσίες ελέγχου, ουσιαστικά ωθεί τους πολίτες να συνεχίζουν να εκτίθενται σε τοξικούς παράγοντες ακόμα κι όταν υπάρχουν έρευνες που δείχνουν ότι κινδυνεύει η υγεία τους. Τα κράτη στην καλύτερη περίπτωση φθάνουν μέχρι να συνιστούν στους χρήστες την 'ελεογισμένη' χρήση των προϊόντων αυτών, θέτοντας και κάποια «όρια ασφαλείας»-άλλοθι, όπως θα δούμε. Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση της λύσης αυτού του προβλήματος θα απαιτούσε από τις εταιρείες αυτές να αποδεικνύουν την ασφάλεια των προϊόντων τους πριν τα κράτη τους επιτρέψουν τη διάθεσή τους στους καταναλωτές. Κάτι τέτοιο είναι ουτοπικό για τις οικονομίες της «ελεύθερης αγοράς» των χωρών της ΕΕ.<sup>17</sup>

### **3.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**

Τα κινητά τηλέφωνα, όπως και οι κεραίες των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας, οι κεραίες ραδιοτηλεοπτικών σταθμών και οι πυλώνες της ΔΕΗ, εκπέμπουν μια μορφή ακτινοβολίας που εμφανίστηκε στον πλανήτη μας πολύ πρόσφατα (πριν περίπου 100 χρόνια). Κατά συνέπεια, ο οργανισμός του ανθρώπου δεν ανέπτυξε μηχανισμούς προστασίας έναντι αυτής κατά την μακρόχρονη διάρκεια της εξέλιξής του. Το σώμα μας αποτελείται από κύτταρα και όργανα, και η φυσιολογική ανάπτυξή του εξαρτάται από την αρμονική λειτουργία τους. Πολλές σημαντικές λειτουργίες των κυττάρων, όπως του εγκεφάλου μας, στηρίζονται σε ηλεκτρικά ρεύματα ανάλογα αυτών που παράγουν οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Είναι λοιπόν προφανές ότι τα κινητά τηλέφωνα και οποιαδήποτε άλλη παρόμοια εξωτερική πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αλλοιώνουν τις φυσιολογικές λειτουργίες των κυττάρων και βλάπτουν τον οργανισμό μας.

Πρόσφατη μελέτη εξουδετέρωσε το μοναδικό επιχείρημα των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας, ότι δηλαδή οι ακτινοβολίες των κινητών τηλεφώνων δεν προκαλούν βιολογικές βλάβες επειδή δεν είναι «ιονίζουσες» (δηλαδή, δεν αλλοιώνουν τα χημικά συστατικά των κυττάρων και των οργανισμών), και ότι το μόνο που θα μπορούσαν να προκαλέσουν είναι «θερμικές επιδράσεις», που όμως είναι αμελητέες με το λίγο ποσό ακτινοβολίας που εκπέμπουν. Η μελέτη βρήκε έναν νέο μηχανισμό πρόκλησης βιολογικών βλαβών από την ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων. Μπορεί να αυξήσει δραματικά (έως 11 φορές) τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των συστατικών του σώματός μας, κι επομένως τις φυσιολογικές αλληλεπιδράσεις τους [5], με συνέπεια καρκινογενέσεις και άλλες σοβαρές βλάβες που θα εκδηλωθούν 10-20 χρόνια αργότερα. Οι βιολογικές βλάβες στον άνθρωπο και στα πειραματόζωα (οι οποίες θα παρουσιαστούν ακολούθως) μπορούν να εξηγηθούν με βάση αυτόν το μηχανισμό.

Η ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων εκπέμπεται ισόποσα προς όλες τις κατευθύνσεις και απορροφάται κυρίως από τον εγκέφαλό μας. Έρευνες στη Ρωσία το 2000 έδειξαν ότι ο εγκέφαλος απορροφά το 98% και η υπόλοιπη αρκεί για να πραγματοποιηθεί το τηλεφώνημα. Αυτά επιβεβαιώθηκαν και από μια έκθεση της Επιτροπής Περιβαλλοντικής Υγείας της Αγγλίας, που συμπέρανε ότι το «20-80% της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων απορροφάται άμεσα από το κεφάλι του χρήστη», και ότι η «έκθεση στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων επί μερικά λεπτά μπορεί να μετασχηματίσει έναν όγκο από 5% σε 95% καρκινικό» [6]. Η ακτινοβολία ενός κινητού τηλεφώνου διεισδύει πιο βαθιά στον εγκέφαλο ενός 5χρονου και 10χρονου παιδιού απ' ότι ενός ενήλικα (**εικόνα-1**) [7]. Ενδεικτικά, από το 1998 ήταν γνωστό ότι οι συστηματικοί χρήστες παρουσιάζουν κούραση, πονοκεφάλους, αίσθηση καψίματος στο δέρμα κ.α. [8, 9]. Οι επιπτώσεις όμως είναι πολύ πιο σοβαρές (μέχρι και καρκινογενέσεις), όπως δείχνουν οι ακόλουθες έρευνες.<sup>17</sup>

### **3.3.1 ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΟ DNA ΣΤΑ ΕΜΒΡΥΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ**

Το σώμα μας αποτελείται από 50.000 τρισεκατομμύρια κύτταρα και δημιουργεί 1 δισεκατομμύριο νέα κύτταρα κάθε ώρα. Το αν αυτά τα κύτταρα θα είναι φυσιολογικά ή καρκινογόνα εξαρτάται και από το αν είναι κατεστραμμένο το DNA τους. Στις ΗΠΑ, ο Δρ. Henry Lai από το Πανεπιστήμιο Ουάσινγκτον διαπίστωσε καταστροφή του DNA (**εικόνα-2**) μετά από έκθεση ποντικού σε ποσότητα ακτινοβολίας κινητού τηλεφώνου πιο κάτω ακόμα και από το «ασφαλές» επίπεδο έκθεσης (SAR ή Ειδικός Ρυθμός Απορρόφησης, βλέπε σχετικά παρακάτω) που ισχύει στις ΗΠΑ [10, 11]. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από έρευνα του Δρ. Phillips και συνεργατών του, που διαπίστωσαν καταστροφή του DNA σε κύτταρα μετά από 24ωρη έκθεση σε χαμηλής έντασης ακτινοβολία μέχρι και 666 φορές χαμηλότερη από το θεσπισθέν επίσημο όριο έκθεσής μας [12]. Η καταστροφή του DNA από την ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου μπορεί να οδηγήσει σε βλαβερές μεταλλάξεις στα γονίδια, που μεταφέρονται από γενεά σε γενεά. Αυτό το παρατήρησαν οι Δρ. Magras και Xenos σε ποντίκια που παρουσίασαν μόνιμη στειρότητα μετά από έκθεση επί 5 γενεές σε ακτινοβολία ισόποση με αυτή που εκτίθενται οι χρήστες κινητών και ζουν κοντά σε κεραιές κινητής τηλεφωνίας. Αξίζει δε να σημειωθεί ότι το ποσό της ακτινοβολίας στο οποίο εκτέθηκαν τα ποντίκια ήταν 500 φορές χαμηλότερο από το μέγιστο επιτρεπτό όριο έκθεσης του ανθρώπου σήμερα [13]. Άλλες μελέτες σε εγκυμονούντα ποντίκια έδειξαν ότι η μακροχρόνια έκθεση στην ακτινοβολία των κινητών επηρεάζει την ανάπτυξη του εμβρύου, κάτι που έχει επιβεβαιωθεί επίσης στα κοτόπουλα και τις φρουτόμυγες [14, 15].

Το 1997, ερευνητές του Καθολικού Πανεπιστημίου των ΗΠΑ έκθεσαν 3.000 έμβρυα όρνιθας σε ακτινοβολία ανάλογη με αυτή που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα, και διαπίστωσαν αύξηση νευρωνικών βλαβών κατά 2,5 φορές (**εικόνα-3**) [16, 17]. Οι βρεφικές ανωμαλίες είναι το βασικό αίτιο της βρεφικής θνησιμότητας στον Δυτικό κόσμο, με υπεύθυνες κυρίως την ανεγκεφαλίτιδα και την δισχιδή ράχη. Είναι ανωμαλίες του φυσιολογικού κλεισίματος του νευρικού σωλήνα (στο έμβρυο 4 εβδομάδων) και αποτελούν δυσμορφίες του νωτιαίου μυελού και του αναπτυσσόμενου εγκεφάλου. Επομένως, η ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου μπορεί να προκαλέσει τέτοιες ανωμαλίες σε χρήστες π.χ. έγκυες γυναίκες.<sup>17</sup>

### **3.3.2 ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ**

*Πρόκληση καλοήθων και κακοήθων όγκων:* Η χρήση κινητού τηλεφώνου για πάνω από 10 χρόνια αυξάνει 4 φορές τον κίνδυνο ανάπτυξης ακουστικού νευρώματος στο ακουστικό νεύρο του αυτιού [18]. Το ακουστικό νεύρωμα μπορεί να προκαλέσει βλάβες στον εγκέφαλο και να εξελιχθεί σε καρκίνο. Οι όγκοι του ακουστικού νευρώματος αναπτύσσονται πιο συχνά στην πλευρά του εγκεφάλου (πίσω από το αυτί) που τοποθετεί ο χρήστης το κινητό τηλέφωνο, και ο κίνδυνος αυξάνει με την αύξηση της συχνότητας και της διάρκειας χρήσης του κινητού. Κίνδυνο ανάπτυξης εγκεφαλικών όγκων επίσης διατρέχουν και οι χρήστες ασύρματων τηλεφώνων (ντεκ) [14,19]. Οι συχνοί χρήστες κινητού τηλεφώνου παρουσιάζουν επίσης μείωση της αντικαρκινικής ορμόνης μελατονίνη, γεγονός που συσχετίστηκε με αύξηση κατά 2,5 φορές της συχνότητας εμφάνισης καρκίνου στον εγκέφαλο [20]. Επιτάχυνση της καρκινογένεσης διαπιστώθηκε σε λευχαιμικά κύτταρα μετά από έκθεσή τους σε ακτινοβολία 1 μιλιβαττ (τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν και 5 φορές πιο πάνω) [14, 21], ενώ διπλάσιο ποσοστό ανάπτυξης καρκίνου μετρήθηκε σε ποντίκια που εκτέθηκαν επί ενάμισι χρόνο σε ανάλογη ακτινοβολία [14].

*Βλάβες στον αιματο-εγκεφαλικό φραγμό:* Το 2002, έρευνες του καθηγητή Darius Leszczynski της Υπηρεσίας Ασφαλείας από Ακτινοβολίες και Πυρηνικά της Φιλανδίας, έδειξαν για πρώτη φορά στον άνθρωπο ότι τα κινητά τηλέφωνα ενεργοποιούν εκατοντάδες πρωτεϊνών σε κύτταρα αρτηριών [22, 23], με αποτέλεσμα την υπολειτουργία του αιματο-εγκεφαλικού φραγμού και την είσοδο σε αυτόν τοξικών ουσιών. Ανάλογα αποτελέσματα είχαν δείξει και άλλες προηγούμενες μελέτες [24]. Η αδιαμφισβήτητη σχέση μεταξύ βλάβης στον εγκέφαλο και της ακτινοβολίας κινητού τηλεφώνου δείχθηκε σε ποντικούς από τον καθηγητή Νευροχειρουργικής Leif Salford, στο Πανεπιστήμιο Lund της Σουηδίας. Έδειξε ότι ακτινοβολία 16.000 φορές χαμηλότερη από το «αβλαβές» επίσημο όριο έκθεσης του ανθρώπου προκαλεί διαρροή πρωτεϊνών μέσα από τον αιματο-εγκεφαλικό φραγμό σε πάνω από το 50% των ποντικών [25-29]. Ο εκτεθειμένος

εγκέφαλος είναι διάσπαρτος με μαύρες κηλίδες από τις πρωτεΐνες που έχουν διαρρεύσει από τα γειτονικά αιμοφόρα αγγεία, και επίσης δείχνει σημάδια σημαντικών νευρωνικών βλαβών (εικόνα-4). Επομένως, ακόμα και ένα άτομο που βρίσκεται κοντά σε κάποιο χρήστη κινητού τηλεφώνου ή μακριά από μια κεραία μπορεί να επηρεαστεί από την ακτινοβολία τους.<sup>17</sup>

### 3.3.3 ΑΛΛΕΣ ΒΛΑΒΕΣ

*Προβλήματα στην ακοή και την όραση:* Τα συνήθη συμπτώματα που σχετίζονται με προβλήματα ακοής είναι η προσωρινή μείωσή της, ζαλάδες, ναυτία, προβλήματα ισορροπίας, καθώς και οξείς πόνοι, αίσθηση θέρμανσης και καψίματος στο αυτί. Στα προβλήματα στο μάτι περιλαμβάνονται ο περιοδικός ακούσιος σπασμός (το γνωστό τικ), το τρεμόπαιγμα, η θολή όραση, και ως πιο ακραίες οι αιμορραγίες και η τύφλωση. Αυτά επιβεβαιώνονται από έρευνες του φημισμένου νοσοκομείου Karolinska της Σουηδίας, καθώς και από τον καθηγητή Henry Kues του πανεπιστημίου John Hopkins των ΗΠΑ, που μετά από 15ετή έρευνα βρήκε ότι η ακτινοβολία των κινητών καταστρέφει τα ενδοθηλιακά κύτταρα του κερατοειδή χιτώνα και τα φωτοκύτταρα του αμφιβληστροειδή χιτώνα (εικόνα-5) [30].

*Διαταραχές ύπνου, πονοκέφαλοι, ημικρανίες:* Η ακτινοβολία προκαλεί μέχρι και διαταραχές στα αρχικά στάδια ύπνου σε άτομα που χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο λίγο πριν κοιμηθούν, όπως έδειξε μελέτη των ερευνητών Alexander Borbely και Peter Ackerman του Πανεπιστημίου της Ζυρίχης [14, 31, 32]. Η καταστροφή του *αιματο-εγκεφαλικού* φραγμού μπορεί επίσης να προκαλέσει πονοκεφάλους, αίσθημα κούρασης, προβλήματα ύπνου [22, 23], κάτι που επιβεβαιώνει σουηδική μελέτη σε χρήστες κινητού για πάνω από 15 λεπτά [14], και μια περιπτώσιολογική έρευνα ανάλυσης των συμπτωμάτων 3.000 χρηστών [33]. Το πιο συχνό παράπονο αυτών των χρηστών (του 38%) ήταν οι πονοκέφαλοι (ήπιοι, αυξομειούμενοι, οξείς) και οι ημικρανίες. Συσχέτιση μεταξύ εμφάνισης πονοκεφάλων και βλάβης του *αιματο-εγκεφαλικού* φραγμού έχει δειχθεί και από άλλες δημοσιευμένες έρευνες [34, 35].

*Νευροεκφυλιστικές ασθένειες:* Σουηδική μελέτη αποκάλυψε το ενδεχόμενο πρόκλησης της ασθένειας Alzheimer [6, 36, 37], μια γαλλική μελέτη έδειξε την εμφάνιση συμπτωμάτων της ασθένειας Alzheimer σε ποντικούς [6, 38], και μια αμερικάνικη μελέτη σε ποντίκια διαπίστωσε απώλεια της βραχύβιας μνήμης και μαθησιακά προβλήματα μετά από 45λεπτη έκθεση στην ακτινοβολία [14].

*Αύξηση της αρτηριακής πίεσης:* Έρευνα του νευρολόγου Δρ. Stefan Braune και συνεργατών του το 1998 στο Freiburg της Γερμανίας, χρηματοδοτηθείσα από την Deutsche Telecom, έδειξε ότι η ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων προκαλεί αύξηση της πίεσης του αίματος [39]. Οι ερευνητές



τοποθέτησαν κινητό τηλέφωνο στην δεξιά πλευρά του κεφαλιού 10 εθελοντών και το λειτουργούσαν εν αγνοία τους με τηλεκοντρόλ. Κάθε φορά που ενεργοποιείτο το κινητό ανέβαινε η πίεση του αίματος των εθελοντών κατά περίου 1 μονάδα (5-10 mm Hg), πιθανώς διότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του δημιουργούσε συστολή στις αρτηρίες του αίματος. Αυτή η αύξηση θα μπορούσε να προκαλέσει καρδιακή προσβολή σε κάποιον με σοβαρά καρδιαγγειακά προβλήματα (π.χ. ανεύρισμα).<sup>17</sup>

### **3.4 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ**

\* Καθορίστε την απόσταση που πρέπει να κρατάτε από συσκευές που εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες στο σπίτι και στην εργασία, όπως ο φούρνος μικροκυμάτων, το ηλεκτρικό ξυπνητήρι, η οθόνη του υπολογιστή κ.ά., προκειμένου να μειώσετε την έκθεσή σας σε αυτές.

\* Αλλάξτε τη θέση των επίπλων σας (ειδικά τα κρεβάτια, τα γραφεία και τους καναπέδες όπου περνάτε τις περισσότερες ώρες) ώστε να είναι μακριά από ηλεκτρικές θερμάστρες, καλωδιακές εγκαταστάσεις και άλλα «καυτά σημεία» ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

\* Δοκιμάστε αν είναι δυνατόν με έναν μετρητή την ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει η συσκευή που θέλετε να αγοράσετε και προτιμήστε εκείνη που εκπέμπει τη χαμηλότερη. Βγάλτε από την πρίζα, μη χρησιμοποιείτε ή πετάξτε τις συσκευές που δεν σας είναι απαραίτητες.

\* Χρησιμοποιείτε προστατευτικές ασπίδες στην οθόνη του υπολογιστή, ιδίως αν τον χρησιμοποιούν παιδιά.

\* Ελαχιστοποιήστε όσο είναι δυνατόν τη χρήση κινητών και ασύρματων τηλεφώνων.<sup>17</sup>

#### **3.4.1 ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΙΔΙΑ**

Όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω ισχύουν πολύ περισσότερο για τα παιδιά κάθε ηλικίας αφού ο εγκέφαλός τους αλλά και τα υπόλοιπα μέρη του σώματός τους ευρίσκονται σε συνεχή ανάπτυξη. Έτσι κάθε διαταραχή, έστω και μικρή, που μπορεί να προκληθεί από την ακτινοβολία μπορεί να είναι σημαντική σε βάθος χρόνου. Κατά συνέπεια δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούν το κινητό στο αντί παρά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις.<sup>17</sup>

#### **3.4.2 ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ**

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αποφεύγεται η εκτεταμένη χρήση του κινητού μέσα στο αυτοκίνητο. Εκτός του γεγονότος ότι η ακτινοβολία ανακλάται από τα μεταλλικά μέρη και

συνεπώς τμήμα της κυκλοφορεί εντός του αυτοκινήτου ακτινοβολώντας τον χρήστη και τους συνεπιβάτες με ένταση που μπορεί να είναι υπολογίσιμη, αποσπάται η προσοχή του οδηγού-χρήστη. Εάν είναι απόλυτα απαραίτητη η χρήση κινητού, αυτό μπορεί να χρησιμοποιείται με hands free ή blue tooth, αλλά τοποθετώντας το κινητό μακριά από το σώμα και κοντά σε παράθυρο ώστε να εξέρχεται η ακτινοβολία.<sup>17</sup>

### **3.4.3 ΚΕΡΑΙΕΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ**

Η έλλειψη σαφούς πλάνου για την προστασία του κοινού από την ακτινοβολία που εκπέμπουν οι κεραίες της κινητής τηλεφωνίας δεν απασχολεί μόνο τους Έλληνες αλλά και τους κατοίκους των υπόλοιπων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στη Γερμανία ωστόσο έχουν τεθεί όρια που να διασφαλίζουν τον πληθυσμό από πιθανές επιβλαβείς επιπτώσεις της λειτουργίας τους. Η τυπική ισχύς των κεραιών της κινητής τηλεφωνίας κυμαίνεται από 10 W ως 50 W. Όταν η ισχύς είναι πάνω από 10 W, επιβάλλεται να γίνεται έλεγχος της κατάστασης, όπως για παράδειγμα η λειτουργία άλλων κεραιών που βρίσκονται στον ίδιο χώρο ή πρόκειται να εγκατασταθούν εκεί. Οι αρμόδιες υπηρεσίες πρέπει να φροντίζουν ώστε η απόσταση των κεραιών από κατοικημένες περιοχές να είναι τέτοια ώστε να τηρούνται τα όρια για τη δόση απορρόφησης.<sup>17</sup>

### **3.4.4 ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ**

Οι επιστήμονες προειδοποιούν ότι η μοντέρνα κουζίνα, είναι ένα πεδίο γεμάτο ακτινοβολία. Το ψυγείο, τα πλυντήρια πιάτων και ρούχων, η ηλεκτρική κουζίνα παράγουν τόση ώστε να προκληθεί βλάβη στο αναπαραγωγικό σύστημα της νοικοκυράς που τα χρησιμοποιεί. Σε πειράματα που έγιναν σε ποντίκια τα οποία εκτέθηκαν σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα ανάλογης έντασης όπως αυτά που δημιουργούν οι οικιακές συσκευές, τα ωάρια στις ωοθήκες των θηλυκών σταμάτησαν να αναπτύσσονται φυσιολογικά.

Οι κατασκευαστές φούρνων μικροκυμάτων καθησυχάζουν τους καταναλωτές ότι με τη νέα τεχνολογία που εφαρμόζουν οι διαρροές της ακτινοβολίας από αυτές τις συσκευές έχουν ελαχιστοποιηθεί ή ακόμη εξαλειφθεί εντελώς. Ακτινοβολία ωστόσο μπορεί πάντοτε να «ξεφύγει» από ελαττωματικές πόρτες, ακόμη και από το προστατευτικό τζάμι των συσκευών, αν και σε αυτή την περίπτωση οι ποσότητες της είναι σχεδόν αμελητέες.

Τα μέρη του σώματος που παρουσιάζουν ευαισθησία σε αυτή την ακτινοβολία είναι τα μάτια, τα γεννητικά όργανα και ο εγκέφαλος.<sup>17</sup>

### **3.4.5 ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΗΛΕΦΩΝΑ**

Οι επιπτώσεις που μπορεί να έχει στην υγεία η ακτινοβολία που εκπέμπουν τα ασύρματα τηλέφωνα είναι ακόμη άγνωστες. Όπως λένε οι ειδικοί, αν και τα ασύρματα τηλέφωνα θεωρούνται γενικώς ασφαλή, οι επιπτώσεις στην υγεία από τη μακροχρόνια χρήση τους δεν είναι γνωστές και προειδοποιούν το κοινό να τα χρησιμοποιεί όσον το δυνατόν λιγότερο. Ωσπου να ολοκληρωθούν οι έρευνες (οι οποίες άρχισαν μόλις πριν από δύο χρόνια) για τις επιπτώσεις από τη μακροχρόνια χρήση αυτών των συσκευών στην υγεία, δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι όσοι τα χρησιμοποιούν συχνά παίζουν τον «ρόλο» των πειραματόζωων. Τα άτομα με ισχυρό ανοσοποιητικό σύστημα θεωρούνται πιο ασφαλή απέναντι στην ακτινοβολία των ασύρματων τηλεφώνων. Οι ειδικοί ωστόσο επισημαίνουν ότι σε άτομα με ευαίσθητο ανοσοποιητικό σύστημα η ακτινοβολία που εκπέμπεται μπορεί να προκαλέσει την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων.<sup>17</sup>

### **3.4.6 ΠΟΜΠΟΙ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ**

Οι κεραιές της ραδιοφωνίας και της τηλεόρασης δημιουργούν γύρω μας μια ηλεκτρονική ομπρέλα ηλεκτρονικής ακτινοβολίας. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στο ραδιόφωνο και στην τηλεόραση κυμαίνονται από 550 kHz για τα μεσαία κύματα στο ραδιόφωνο ως περίπου τα 800 MHz σε ορισμένους τηλεοπτικούς σταθμούς. Η ένταση της ακτινοβολίας εξαρτάται από παράγοντες όπως τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά της κεραιάς, η ένταση της συχνότητας, το ύψος της κεραιάς και η απόσταση από αυτήν. Αν και οι κεραιές της ραδιοφωνίας και της τηλεόρασης τοποθετούνται μακριά από κατοικημένες περιοχές και τα επίπεδα ακτινοβολίας που παράγουν είναι γενικά αρκετά κάτω από τα διεθνώς επιτρεπτά όρια για τη δημόσια ασφάλεια, σε μερικά σημεία μεγάλων πόλεων έχουν καταγραφεί υψηλές τιμές. Αυτοί που διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από την έκθεση σε ακτινοβολία από αυτές τις πηγές είναι οι εργαζόμενοι στα συνεργεία συντήρησης και επιδιόρθωσης κεραιών.

Τα σήματα των μικροκυμάτων από τις κεραιές που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση τηλεφωνικών και τηλεγραφικών μηνυμάτων είναι μικρής έντασης και θεωρούνται ακίνδυνα. Ασφαλείς θεωρούνται επίσης οι δορυφορικές κεραιές (τηλεόρασης, τηλεφωνίας). Η ένταση του σήματος αυτών των κεραιών είναι πολύ μεγαλύτερη αλλά η διαρροή της ακτινοβολίας είναι μικρή. Επιπλέον η πρόσβαση κοντά σε αυτές είναι απαγορευμένη στο κοινό.<sup>17</sup>

### 3.4.7 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ

Από το 1997, αυστραλιανή μελέτη συμπέρανε ότι τα παιδιά απορροφούν ακτινοβολίες μικροκυμάτων σε ρυθμό 3,3 φορές μεγαλύτερο από τους ενήλικες [40]. Στην Μεγάλη Βρετανία το 2000, μια έκθεση κρατικής επιτροπής Independent Expert Group on Mobile Phones, γνωστή και ως «Έκθεση Stewart», επισήμαινε την ανησυχία της για τις επιπτώσεις της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στα παιδιά λόγω του ότι το νευρικό σύστημά τους είναι υπό ανάπτυξη. Επιπλέον, τα οστά του κρανίου τους είναι λεπτότερα από των ενήλικων και επομένως επιτρέπουν την απορρόφηση περισσότερης ακτινοβολίας από τον εγκέφαλο. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληγε και βρετανική ερευνητική ομάδα για παιδιά κάτω των 16 ετών [41]. Θα πρέπει να συνεκτιμηθεί επίσης, ότι το αμυντικό ανοσοποιητικό σύστημα των παιδιών -που η αποτελεσματικότητά του αποδομείται από την ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου- είναι λιγότερο ανεπτυγμένο από αυτό ενός ενήλικα, και επομένως αδυνατεί να αντιμετωπίζει τα προβλήματα υγείας που προκαλούνται από μακροχρόνια έκθεση σε τέτοια ακτινοβολία.

Η Έκθεση Stewart συνιστά ότι «η ευρέως διαδεδομένη χρήση κινητών από παιδιά θα πρέπει να αποθαρρύνεται. Επίσης, δεν θα πρέπει να διαφημίζεται από τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας η χρήση κινητών από παιδιά». Παράλληλα, ο Υπουργός Παιδείας της Αγγλίας το 2000 ζήτησε από τα σχολεία να περιορίσουν τη χρήση κινητών τηλεφώνων σε παιδιά μέχρι 16 ετών και να εξασφαλίσουν ότι οι παρακείμενες κεραιές κινητής τηλεφωνίας δεν εκπέμπουν «ισχυρής έντασης ακτινοβολία» στον σχολικό χώρο [42]. Παρόμοιες πολιτικά συγκρατημένες επιφυλάξεις για την χρήση κινητών από παιδιά διατυπώθηκαν το 2001 από την γαλλική κυβέρνηση και από το γερμανικό Ινστιτούτο Οικολογίας. Τέτοια ημίμετρα είχαν το αντίθετο αποτέλεσμα: να αυξηθεί η χρήση κινητών από τα αγγλόπαιδα από 25% το 1999 στο 64% μόνο μέσα σε ένα χρόνο [43].

Οι ανησυχίες από την έκθεση των παιδιών στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων βασίζονται σε συγκεκριμένες ερευνητικές μελέτες. Κατ' αρχάς, μελέτες του καθηγητή Om Gandhi από το Πανεπιστήμιο της πολιτείας Utah των ΗΠΑ, έδειξαν ότι η τρέχουσα μέθοδος μέτρησης του «ασφαλούς» ορίου μέγιστης έκθεσης στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων (βλέπε σχετική ενότητα κατωτέρω) χρησιμοποιεί ψεύτικα κεφάλια ενήλικα, πολύ μεγαλύτερα από ενός παιδιού, που σημαίνει ότι το μέγιστο καθιερωθέν «ασφαλές» όριο (SAR) απορροφούμενης ακτινοβολίας δεν προσδιορίστηκε και δεν ισχύει για τα παιδιά [44].

Ο Δρ. Gerard Hyland, ειδικός στις ακτινοβολίες χαμηλής στάθμης και σύμβουλος της βρετανικής κυβέρνησης στα κινητά τηλέφωνα, σημειώνει ότι «η ακτινοβολία είναι γνωστό ότι επιδρά στα εγκεφαλικά κύματα, και τα παιδιά είναι ιδιαίτερος εύλωτα...Οι κύριες επιδράσεις είναι νευρολογικές, προκαλώντας πονοκεφάλους, απώλεια μνήμης και διαταραχές ύπνου» [45]. Ακόμα κι ένα τηλεφώνημα διάρκειας 2 λεπτών μπορεί να αλλοιώσει την ηλεκτρική δραστηριότητα του

παιδικού εγκεφάλου μέχρι και 1 ώρα αργότερα. Τέτοια αλλοίωση μπορεί να προξενήσει ψυχιατρικά και συμπεριφορικά προβλήματα και βλάβες στην μαθησιακή ικανότητα. Κατά τον Δρ. Hyland, «η αλλοίωση των εγκεφαλικών κυμάτων μπορεί να προκαλέσει απώλεια συγκέντρωσης και μνήμης, και επιθετική συμπεριφορά» [46]. Ανάλογες επιπτώσεις είχαν διαπιστωθεί το 1996 και σε παιδιά που ζουν κοντά σε ραδιοσταθμούς: παρουσιάζουν χαμηλή μνήμη και χαμηλά αντανακλαστικά και νευρομυϊκή αντοχή [47]. Τον ίδιο χρόνο, διαπιστώθηκε σημαντική ελάττωση της οπτικής αντίδρασης και μειωμένη μνημονική λειτουργία σε παιδιά που εκτίθενται σε ένταση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μέχρι και 40 χαμηλότερη από το ανώτατο όριο (SAR) των ΗΠΑ [48].

Οι επιπτώσεις της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων και άλλων πηγών παρόμοιας (μη ιονίζουσας) ακτινοβολίας στα παιδιά μπορεί να είναι ακόμα πιο σοβαρές. Μελέτες του καθηγητή Leif Salford του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Lund της Σουηδίας έδειξαν ότι η ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων θα μπορούσε να καταστρέψει εγκεφαλικά κύτταρα σε νέους ανθρώπους και να οδηγήσει στην πρόωμη εμφάνιση ασθενειών όπως του Alzheimer. Διαπίστωσε νέκρωση εγκεφαλικών κυττάρων σε νεαρούς ποντικούς ηλικίας 12-26 εβδομάδων, που τα νευρικά τους κύτταρα βρίσκονται σε στάδιο ανάπτυξης ανάλογο με αυτό των εφήβων και των μικρών παιδιών [49]. Αυτά τα ευρήματα θα μπορούσαν να συσχετιστούν με τον αυξημένο βαθμό λευχαιμίας (διπλάσιο) και θνησιμότητας που παρατηρήθηκαν από το 1996 σε παιδιά που ζούσαν κοντά σε τηλεοπτικές κεραιές, δηλαδή που εκτίθενται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία AM-FM έντασης μέχρι και 8000 φορές χαμηλότερη από το επίσημο επιτρεπτό όριο (SAR) των ΗΠΑ [50]. Τα αυξημένα ποσοστά λευχαιμίας επιβεβαιώθηκαν 2 χρόνια αργότερα και σε παιδιά που ζούσαν μέχρι και 6 χιλιόμετρα από ραδιοφωνικούς σταθμούς [51].<sup>17</sup>

#### ***3.4.8 ΕΜΠΟΔΙΑ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ***

Το 1991, η Motorola χρηματοδότησε έρευνα των βιοχημικών Jerry Phillips και Ross Adey για τις επιπτώσεις της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στην υγεία μας. Σύμφωνα με καταγγελία του Phillips, η εταιρεία τους ασκούσε πιέσεις να παραποιήσουν και να μην αποκαλύψουν τα αποτελέσματα των ερευνών τους, π.χ., ότι η ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων καταστρέφει το γενετικό υλικό (το DNA) των ποντικών. Όταν βέβαια δεν συμμορφώθηκαν με τις υποδείξεις διεκόπη η χρηματοδότηση της ερευνάς τους [8].

Η πιο κραυγαλέα περίπτωση παρεμπόδισης ερευνών από τις εταιρείες κατασκευής κινητών τηλεφώνων αφορά τον επιδημιολόγο Δρ. George Carlo. Διετέλεσε διευθυντής (1993-2001) του

ερευνητικού προγράμματος Wireless Technology Research (WTR) για τις επιδράσεις των κινητών τηλεφώνων στον άνθρωπο. Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε με 28 εκατομ. δολάρια από εταιρείες κατασκευής κινητών τηλεφώνων και διεξήχθη μέχρι το 1998, ένα χρόνο πριν ορίσει η ΕΕ το ανώτατο όριο (SAR) απορροφούμενης ακτινοβολίας στα 2 βαττ/κιλό ιστού. Η έρευνα αυτή έδειξε αναμφισβήτητη συσχέτιση μεταξύ της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων και της ανάπτυξης καρκίνου στον χρήστη τους. Ο Δρ. Carlo συμπέρανε ότι αυτού του είδους οι ακτινοβολίες ενδέχεται να προκαλούν γενετικές βλάβες, σημειώνοντας ότι «δεν είναι πλέον σωστό να ισχυρίζονται οι εταιρείες κατασκευής κινητών τηλεφώνων ότι τα προϊόντα τους είναι ασφαλή».

Στις 07-10-1999 ο Δρ. Carlo, ως πρόεδρος της WTR, ενημέρωσε την γνωστή εταιρία κατασκευής κινητών τηλεφώνων AT&T ότι η πιθανότητα εμφάνισης σπάνιων νευροεπιθηλιακών όγκων και όγκων ακουστικού νευρώματος (acoustic neuroma) του εγκεφάλου στους πάνω από 6 χρόνια χρήστες κινητών τηλεφώνων ήταν υπερδιπλάσια απ' ότι στους μη χρήστες, και ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των εγκεφαλικών όγκων που αναπτύσσονται στην δεξιά πλευρά του κρανίου και της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ίδια πλευρά του. Όπως δήλωσε τον ίδιο χρόνο, «Οι εταιρείες δαπανούν εκατομμύρια δολάρια για να με δυσφημούν γιατί δεν τους άρεσε ό,τι τους είπα...Δείχνουν προκλητική αδιαφορία για τους χρήστες κινητών τηλεφώνων» [52]. Ο Δρ. Carlo έστειλε επίσης επιστολές σε αμερικάνους βουλευτές, προειδοποιώντας ότι η ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων προκαλεί καταστροφή του DNA των κυττάρων του αίματος του ανθρώπου (και τη δημιουργία μικροπυρήνων), που σημαίνει ότι μπορούν να μετεξελιχθούν σε καρκινικά [6, 38, 53]. Μετά από ανασκόπηση των ευρημάτων 75 μελετών για τη σχέση της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων με καρκίνο εγκεφάλου, ο Δρ. Carlo συμπέρανε ότι υπάρχουν «βάσιμα ερωτηματικά για την ασφάλεια» χρήσης τους, που δείχνουν ότι οι περί του αντιθέτου ισχυρισμοί των κατασκευαστών τους είναι ανυπόστατοι [54]. Τα αποτελέσματα των ερευνών του ο Δρ. Carlo τα έχει αποκαλύψει και σε βιβλίο του που έγραψε μετά την απόλυση του από το ερευνητικό πρόγραμμα, το 2001 [55].<sup>17</sup>

#### ***3.4.8.1 ΈΜΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΧΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ***

Τους πιθανούς κινδύνους υγείας από την χρήση των κινητών τηλεφώνων τους αποδέχονται έμμεσα και οι ίδιες οι κατασκευάστριες εταιρείες. Αυτό φαίνεται από το ότι ορισμένες πατέντες για τα κινητά τους σχεδιάστηκαν να προσφέρουν προστασία στον χρήστη από την εκπεμπόμενη ακτινοβολία τους. Για παράδειγμα, μια πατέντα της Nokia (κατατέθηκε στις 28-07-1998)

αναφέρει τα εξής: «Έχει υποστηριχθεί ότι η ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων προκαλεί αλλαγές στην ηλεκτρική κατάσταση -στην ιοντική ισορροπία- των νευρικών κυττάρων. Μια διαρκής και εστιασμένη έκθεση στην ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων έχει υποστηριχθεί ότι αδυνατίζει τις στρώσεις μυελίνης των νευρικών κυττάρων, και τελικά οδηγεί σε εξασθένιση της ακουστικής ικανότητας, σε ιλίγγους κ.λπ. Έχει προταθεί ότι η ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων μπορεί να διεγείρει υπερπαραγωγή των υποστηρικτικών κυττάρων του νευρικού συστήματος, και στην χειρότερη περίπτωση μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη κακοήθων όγκων όπως π.χ. γλοιώματος». Η Motorola, η Ericsson και άλλοι κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων έχουν καταθέσει παρόμοιες πατέντες [8].

Οι εταιρείες αυτές αντιδρούν ακόμα και σε κάθε απόπειρα μερικής αντιμετώπισης του προβλήματος από εταιρίες άλλων προϊόντων. Ενδεικτικά, το 2002 η γνωστή φίρμα Levi's επρόκειτο να κυκλοφορήσει ένα μπουφάν με ειδική τσέπη για κινητό τηλέφωνο, που θα προφύλασσε τον χρήστη από την ακτινοβολία του [6]. Αναγκάστηκε να υποχωρήσει μετά από σφοδρές αντιδράσεις των εταιριών κατασκευής κινητών τηλεφώνων, που δεν ήθελαν να φανεί ότι υπάρχει πρόβλημα επικινδυνότητας των κινητών, και αφετέρου διότι θέλουν οι ίδιες κάποια στιγμή να καρπωθούν τα κέρδη για πιο ασφαλή τηλέφωνα, κατοχυρώνοντάς τα με σχετικές πατέντες.

Βέβαια, οι κατασκευαστικές εταιρείες θα αντιμετώπιζαν νομικά προβλήματα αν ξεκινούσαν να πωλούν κινητά τηλέφωνα με εσωτερική προστασία για την ακτινοβολία τους. Θα ήταν σαν να παραδέχονταν ότι υπάρχει πρόβλημα επικινδυνότητας του προϊόντος τους, και θα νομιμοποιούσαν εναντίον τους δικαστικές αγωγές από άτομα που ανέπτυξαν διάφορες ασθένειες από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων. Το ότι όμως τα κινητά τους δημιουργούν σοβαρά προβλήματα υγείας στο χρήστη αποδεικνύεται έμμεσα και από το ότι διεθνείς ασφαλιστικές εταιρίες όπως οι Lloyd's και Stirling, αρνούνται να τους καλύψουν ασφαλιστικά έναντι του ρίσκου να δεχθούν μελλοντικές δικαστικές αγωγές στην περίπτωση που αποδειχθεί ότι τα κινητά προκαλούν μακροχρόνιες βλάβες στον χρήστη [8, 56]. Την όποια, δε, μικρή μείωση στην εκπομπή ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων τους (ήδη κυκλοφορούν κινητά τηλέφωνα με όριο εκπεμπόμενης ακτινοβολίας κάτω από αυτό που έχουν υιοθετήσει η ΕΕ και οι ΗΠΑ), την κάνουν μόνο για οικονομικούς λόγους: λόγου χάριν, εν όψει του γεγονότος ότι η Κίνα πρόκειται να επιτρέψει την πώληση κινητών με χαμηλό όριο SAR. Μια χώρα με εκατοντάδες εκατομμύρια πιθανούς αγοραστές κινητών τηλεφώνων δύσκολα θα μπορούσε να αγνοηθεί από τους κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων [6].<sup>17</sup>

### **3.4.8.2 ΣΥΝΕΝΟΧΕΣ ΟΙ ΚΡΑΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ**

Τόσο οι υπηρεσίες ελέγχου των ΗΠΑ, όσο και της ΕΕ αδιαφορούν μέχρι σήμερα να πάρουν ουσιαστικά μέτρα για την αντιμετώπιση των κινδύνων υγείας από την ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων και των κεραιών των σταθμών βάσης. Μη εξαιρετέα από την συγκάλυψη του σκανδάλου των κινητών είναι και η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, που, ενώ εκδίδει συμβουλευτική οδηγία υπέρ της χρήσης ακουστικών κινητού τηλεφώνου (hands-free), δεν διαπιστώνει την ύπαρξη αναμφισβήτητων αποδείξεων για κίνδυνο στην υγεία του χρήστη [14, 42]. Οι κρατικές υπηρεσίες υγείας της Αγγλίας και των υπόλοιπων χωρών της ΕΕ θεωρούν ότι δεν υπάρχουν αδιαμφισβήτητες αποδείξεις ότι η χρήση των κινητών προκαλεί καρκίνο, ούτε ότι αυξάνει τους κινδύνους στην υγεία. Αντιφάσκουσα με αυτό, βέβαια, η Αγγλία συνεργάστηκε με τις χώρες της ΕΕ στην έκδοση οδηγιών το 1999 (European Council Recommendation 519/1999/EC) για το μέγιστο «ασφαλές» όριο εκπεμπόμενης ακτινοβολίας των κινητών (SAR). Όπως θα δούμε ακολούθως, η τιμή SAR ορίστηκε για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση των κυττάρων του εγκεφάλου, η μόνη δηλαδή επίδραση που προβληματίζει τα κράτη της ΕΕ και όχι ο ήδη γνωστός κίνδυνος πρόκλησης καρκίνων και μιας πληθώρας άλλων σοβαρών προβλημάτων υγείας. Και αυτό παρότι ακόμα και η Έκθεση Stewart στην Αγγλία συμπέρανε από τον 08-1999 ότι υπάρχουν «επιστημονικές αποδείξεις που δείχνουν ότι μπορεί να προκληθούν βιολογικές επιδράσεις από την έκθεση στην ακτινοβολία σε επίπεδα κάτω από αυτά που ορίζουν αυτές οι οδηγίες». Τον ίδιο χρόνο, επίσης, η Επιτροπή Επιστήμης και Τεχνολογίας της Βουλής των Κοινοτήτων συνιστούσε χλιαρά «ότι η βιομηχανία και το Εθνικό Συμβούλιο Ραδιολογικής Προστασίας πρέπει να διερευνήσουν τρόπους για να σχεδιαστούν κινητά τηλέφωνα που να μειώνουν την έκθεση στην ακτινοβολία ως δυνατότητα επιλογής του καταναλωτή» [6]. Με άλλα λόγια, οι Άγγλοι βουλευτές προσπαθούσαν να προστατέψουν την υγεία τους, συνιστώντας στις εταιρείες όχι να κατασκευάζουν ακίνδυνα κινητά για όλο τον κόσμο, αλλά στην ουσία να προσφέρουν την επιλογή του «ασφαλούς» αλλά ακριβού κινητού τηλεφώνου στους λίγους οικονομικά ευκατάστατους χρήστες, και του επικίνδυνου και φτηνού στους υπόλοιπους, δηλαδή τους πολλούς χρήστες.

Πώς αντιμετωπίζουν σήμερα το σκάνδαλο των κινητών τα κράτη της ΕΕ; Όχι μόνο το συγκαλύπτουν, αλλά μας προτρέπουν και πώς να γίνουμε θύματά του. Στις 21-09-2004, πέντε υπηρεσίες χωρών της Βόρειας Ευρώπης, αρμόδιες για τη δημόσια υγεία και την προστασία από την ακτινοβολία, ανακοίνωσαν ότι οι χρήστες κινητών τηλεφώνων καλό είναι να χρησιμοποιούν τα hands-free που μειώνουν την έκθεσή τους στην ακτινοβολία. Οι ίδιες αυτές υπηρεσίες ως



«Πόντιος Πιλάτος» επισημαίνουν ότι οι συσκευές κινητής τηλεφωνίας δεν συνιστούν κίνδυνο για την υγεία όταν τηρούνται οι κανόνες χρήσης τους [57].

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή διαφώνησε ακόμα και με το ανεπαρκές προληπτικό μέτρο της τοποθέτησης των κεραιών κινητής τηλεφωνίας σε απόσταση μεγαλύτερη των 300 μέτρων από κατοικημένες περιοχές, παρότι έχει δειχθεί από προαναφερθείσες έρευνες ότι ακόμα και ελάχιστα ποσά ακτινοβολίας μπορούν να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία μας. Συγκεκριμένα, σε σχετικό ερώτημα του ευρωβουλευτή της Ν.Δ. (καθηγ. βιοχημείας) Α. Τρακατέλλη αναφορικά με την επικινδυνότητα της λειτουργίας των κεραιών στο Χορτιάτη Θεσσαλονίκης και σε άλλες περιοχές της χώρας, ο αρμόδιος επίτροπος Ε. Λικάνεν απάντησε ότι «οι επιστημονικές αποδείξεις δεν υποστηρίζουν την άποψη που λέει ότι μια κεραία σε απόσταση 300 μ. θα είχε επιπτώσεις στην υγεία. Από τη στιγμή που τα πραγματικά επίπεδα έκθεσης παραμένουν κάτω από τα συνιστώμενα επίπεδα, η υγεία των πολιτών είναι καλά προστατευμένη σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε» [58]. Το εξωφρενικό της υπόθεσης είναι ότι αυτό που αμφισβητεί η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το προβλέπει και το νομοσχέδιο του υπουργείου Μεταφορών για τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες: θα απαιτεί να ξηλωθούν εντός ενός έτους όλες οι κεραιές που βρίσκονται σε ακτίνα μικρότερη των 300 μ. από σχολεία, ανώτατα και τεχνολογικά εκπαιδευτικά ιδρύματα και νοσοκομεία. Σημειωτέον, η κατάθεσή του στη Βουλή καρκινοβατεί επί χρόνια, ίσως γιατί δεν είναι ...έτοιμες ακόμα οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας. Αλλά ακόμα και αυτό το νομοσχέδιο δεν θα αφορά όλες τις κεραιές στη χώρα μας αλλά μόνο τις 4.000 από τις 6.000 [1]. Και μέχρι τότε, ο Συνήγορος του Πολίτη (στερημένος κάθε δικαιώματος νομικής επέμβασης, και στην ουσία δρώντας εκτονωτικά ως «μη κυβερνητική οργάνωση») θα διαμαρτύρεται για τις αυθαιρεσίες των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας, που φυτεύουν όπως τους βολεύει όλη τη χώρα με τις τοξικές κεραιές τους. Μόνο στην Πάτρα, έχουν φυτευτεί κυριολεκτικά πάνω στα κεφάλια μας τουλάχιστον 52 κεραιές [59].<sup>17</sup>

#### **3.4.8.3 ΤΟ ΑΠΑΘΗΛΟ «ΑΣΦΑΛΕΣ» ΟΡΙΟ (SAR) ΕΚΘΕΣΗΣ ΜΑΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ**

Τι είναι αυτό το περιβόητο όριο SAR (Specific Absorption Rate, ή Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης), με το οποίο μας καθησυχάζουν οι διεθνείς υπηρεσίες ελέγχου ακτινοβολιών; Είναι ένας αριθμός που αντιπροσωπεύει την μέγιστη απορροφούμενη ενέργεια (σε βαττ ανά κιλό) από 1 ή 10 γραμμάρια (για τις τιμές SAR των ΗΠΑ και της ΕΕ, αντιστοίχως) ιστού του χρήστη που εκπέμπεται από το κινητό τηλέφωνό του για μια δεδομένη χρονική περίοδο. Η ανώτατη επιτρεπτή τιμή SAR που ισχύει στην ΕΕ (2.0 βαττ/κιλό για 10 γραμμάρια ανθρώπινου ιστού)

υποτίθεται ότι περιορίζει μόνο τις «θερμικές επιδράσεις» της ακτινοβολίας στον άνθρωπο και όχι άλλες πολύ πιο σοβαρές βλάβες. Επομένως, το όριο SAR είναι αναξιόπιστο για την αιτιολόγηση της ασφάλειας κινητού τηλεφώνου στη υγεία του χρήστη. Ένας άλλος λόγος αναξιοπιστίας του είναι ότι προσδιορίζεται σε ψεύτικο κεφάλι, γεμισμένο με υγρά που υποτίθεται ότι προσομοιάζουν την ούτως ή άλλως εξαιρετικά σύνθετη και εν πολλοίς άγνωστη σύσταση του ανθρώπινου εγκεφάλου. Είναι επίσης εκπληκτικό ότι για τον προσδιορισμό του SAR οι σχετικές κρατικές υπηρεσίες ελέγχου των ΗΠΑ και της ΕΕ δεν συνεκτίμησαν ούτε καν το μικρό μέγεθος του κρανίου των παιδιών ούτε το απροστάτευτο από τα οστά του κρανίου μάτι.

Το όριο SAR είναι εγκληματικά παραπλανητικό διότι προαναφερθείσες έρευνες έδειξαν ότι βιολογικές βλάβες προκαλούνται ακόμα και σε έκθεση ακτινοβολίας 16.000 φορές κάτω από αυτό το όριο. Βασικά χρησιμοποιείται από τους κρατικούς και διεθνείς οργανισμούς ελέγχου και τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας ως «επιστημονικό» άλλοθι και διαφημιστικό δόλωμα των εταιρειών για την πώληση των τοξικών προϊόντων τους στους χρήστες-θύματα. Το όριο SAR, όπως και κάθε ανάλογο «όριο ασφαλείας» για τη χρήση επικίνδυνων καταναλωτικών προϊόντων, είναι κάτι σαν την παρηγοριά (των διεθνών ελεγκτικών οργανισμών) στον άρρωστο (καταναλωτή) μέχρι να βγει η ψυχή του. Οι τιμές SAR των ευρωπαϊκών κινητών τηλεφώνων μπορούν να βρεθούν στην διαδικτυακή διεύθυνση: <http://www.sarvalues.com/eu-complete.html>.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- 1) 'Φυσιολογία του ανθρώπου και μηχανισμοί νόσων' Guyton A Hall j, Επιστημονικές εκδόσεις 'ΓΡΗΓ. ΠΑΡΙΣΙΑΝΗΣ', Αθήνα 1997
- 2) .....
- 3) 'Νευρολογία' Ιωάννου Μυλωνά  
Ιωάννη Λογοθέτη  
Ιωάννη Μαυρομάτη  
Στέφανου Τσούνη  
Αθήνα 1996
- 4) [http://www.biomed.ntua.gr/Belsite/Educational\\_Activities/Undergraduate/Lesson2/Notes9.htm](http://www.biomed.ntua.gr/Belsite/Educational_Activities/Undergraduate/Lesson2/Notes9.htm)  
'10/06/2006'
- 5) Β. Τομάρα  
Εγχειρίδιο Νευρολογίας  
Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας  
1998 Αθήνα
- 6) [http://magnmat.physics.auth.gr/documents/Medicine\\_2004.pdf](http://magnmat.physics.auth.gr/documents/Medicine_2004.pdf)  
'10/06/2006'
- 7) a Rev of modern physics, vol. 65, No.2  
April 1993: Hamalainen etal: Magnetoencephalography
- 8) [http://www.aed.com.gr/cgreek/index.php?action=com\\_content@task=view@id=12@Hemi](http://www.aed.com.gr/cgreek/index.php?action=com_content@task=view@id=12@Hemi)  
'16/06/2006'
- 9) <http://www.medastore.gr/gr/product.asp?pid=184>  
'18\06\2006'
- 10) Εφαρμοσμένη Ηλεκτροθεραπεία, Ε. Φραγκοράπτης, Β' Έκδοση, Θεσσαλονίκη 2002

- 11) Πτυχιακή Υδροηλεκτροθεραπεία, Κομμιανού Λαμπρινή, Τ.Ε.Ι. Λαμίας, Τμήμα Φυσικοθεραπείας, 2004
- 12) <http://www.sed.ath.gr/Kiriazis/DownLoads/Disabilities.doc>  
'24/06/2006'
- 13) Blumhardt I. D. The use of evoked potentials in multiple sclerosis  
In: Swash M. Oxbury J. Clinical Neurology, Edinburgh: Churchill Livingstone
- 14) [http://kapodistriako.uoa.gr/stories/print.php?id=070\\_op\\_01](http://kapodistriako.uoa.gr/stories/print.php?id=070_op_01)  
'19/07/2006'
- 15) <http://multimedia.biol.uoa.gr/>  
'20/07/2006'
- 16) <http://kyttariki.biol.uoa.gr/>  
'22/07/2006'
- 17) [http://tovima.dolnet.gr/print\\_article.php?e=B&f=13138&m=A54&aa=1](http://tovima.dolnet.gr/print_article.php?e=B&f=13138&m=A54&aa=1)