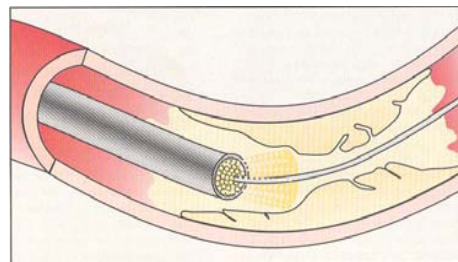
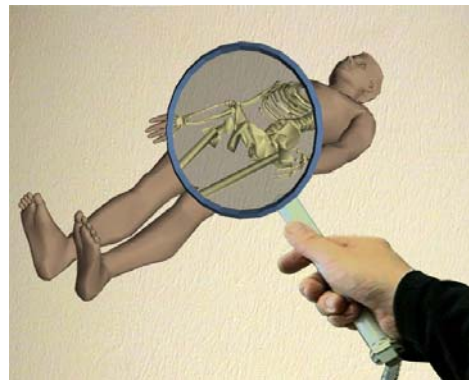
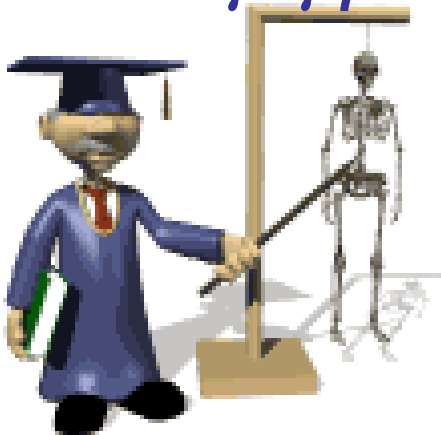




ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Εισαγωγή στην Ιατρική Φυσική – Ηλεκτρικά σήματα από το ανθρώπινο σώμα

Διδάσκουσα: Μυρσίνη Μακροπούλου



Βιοηλεκτρικά σήματα από το ανθρώπινο σώμα

(Από σημειώσεις στο διαδίκτυο της Επίκ. Καθ. της Ιατρικής Σχολής Αθηνών, κ. Άννη Λουϊζη)

Εισαγωγή

Σήμα είναι το σύνολο των τιμών που λαμβάνει μια φυσική ποσότητα όταν αυτή μεταβάλλεται με το χρόνο, το χώρο ή με κάποια άλλη ανεξάρτητη μεταβλητή ή μεταβλητές. Το σήμα μας προσφέρει πληροφορίες για την κατάσταση ή συμπεριφορά ενός συστήματος.

Τα βιοϊατρικά σήματα είναι σήματα που χρησιμοποιούνται στην ιατρική και βιολογία για την εξαγωγή πληροφοριών για το υπό εξέταση βιοϊατρικό σύστημα. Περιέχουν πληροφορίες χρήσιμες για την κατανόηση διαφόρων παθοφυσιολογικών μηχανισμών ενός ζωντανού οργανισμού, όπως π.χ. το ηλεκτροκαρδιογράφημα που μας πληροφορεί για τη λειτουργία της καρδιάς ή η εικόνα μίας αξονικής τομογραφίας του εγκεφάλου που είναι ένα σήμα δύο διαστάσεων και μας δείχνει στοιχεία του εγκεφάλου.

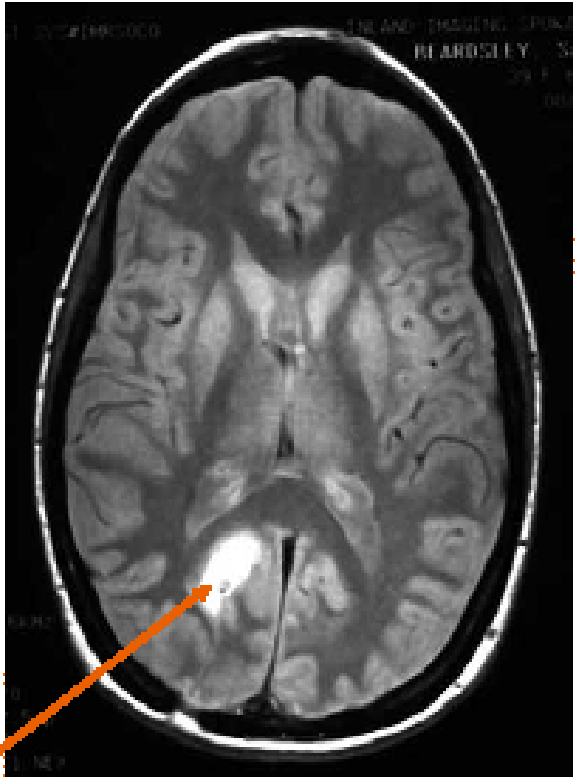
Πολύ συχνά στις βιοϊατρικές εφαρμογές απαιτείται η **επεξεργασία του σήματος** για να εξαχθεί η πληροφορία που είναι «θαμμένη» σ' αυτό. Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί το σήμα περιέχει πολύ θόρυβο.

Θόρυβος ορίζεται οποιαδήποτε παρεμβολή εμφανίζεται στο σήμα, η οποία δεν έχει διαγνωστική αξία. Ανάλογα με τους διαγνωστικούς στόχους, μια ορισμένη πληροφορία, μπορεί άλλοτε να θεωρηθεί ως θόρυβος και άλλοτε ως σήμα.

Τα βιοϊατρικά σήματα ποικίλουν ως προς τη μορφή όπως πχ.:

- **Ηλεκτρικά σήματα** από τον εγκέφαλο, την καρδιά ή τους μύες
- **Σήματα της πίεσεως και ροής** του αίματος σε διάφορα αγγεία
- **Σήματα από βιοχημικά test** του αίματος και άλλων υγρών





MRI that shows a tumor



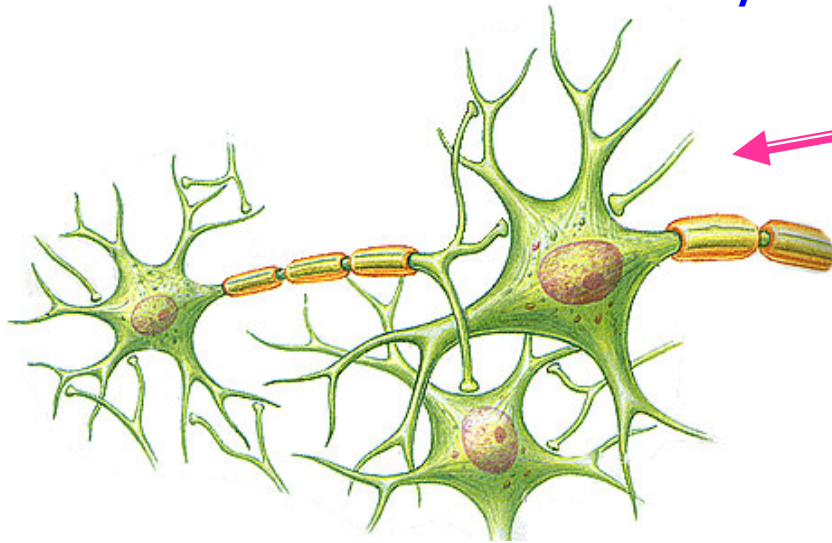
Fetal ultrasound

1. Σήματα που παράγονται από την ηλεκτρική δραστηριότητα νευρικών και μυϊκών κυττάρων:

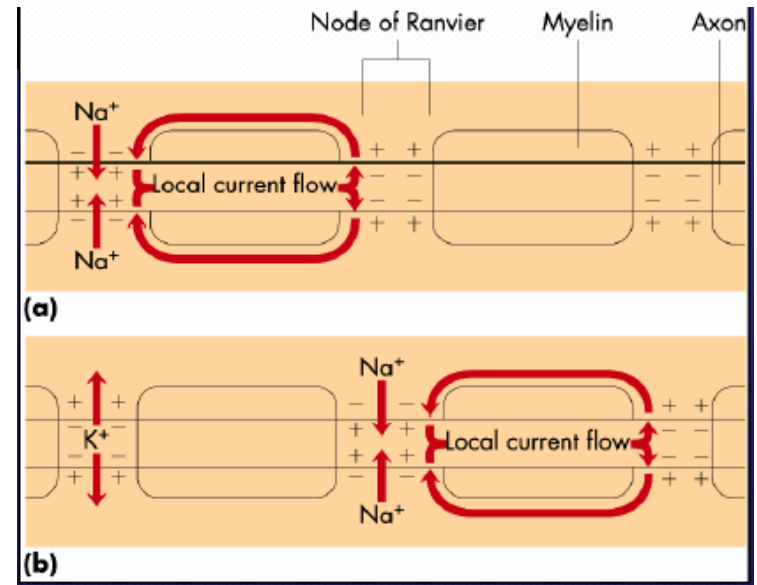
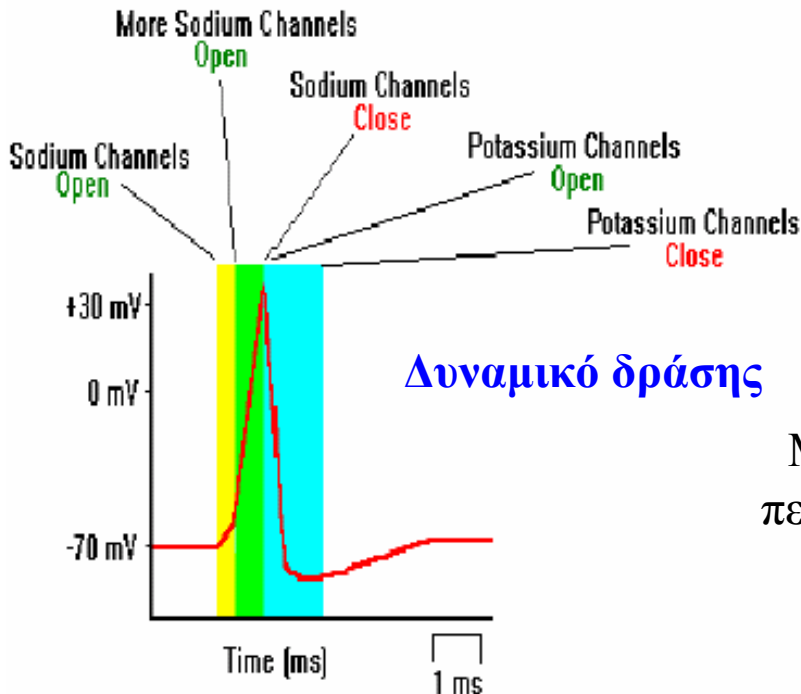
Η πηγή των ηλεκτρικών δυναμικών στο ανθρώπινο σώμα είναι η κυτταρική μεμβράνη. Η κυτταρική μεμβράνη είναι ηλεκτρικά **πολωμένη** και φέρει αρνητικό φορτίο στο εσωτερικό της και θετικό φορτίο στο εξωτερικό της. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πλευρών της μεμβράνης είναι της τάξης των 80 – 100 mV και ονομάζεται **δυναμικό ηρεμίας**. Όταν το κύτταρο διεγερθεί συμβαίνει μεγάλη στιγμιαία αλλαγή στο δυναμικό ηρεμίας, το οποίο προοδευτικά ελαττώνεται, μηδενίζεται και αναστρέφεται (εκπόλωση). Η αλλαγή αυτή του δυναμικού λέγεται **δυναμικό δράσης**. Στις μετρήσεις σε κυτταρικό επίπεδο όπου χρησιμοποιούνται μικροηλεκτρόδια ως αισθητήρες, το δυναμικό δράσης είναι το βιολογικό σήμα. Σε μετρήσεις που γίνονται σε πολλά κύτταρα μαζί με τη χρήση ηλεκτροδίων επιφανείας ως αισθητήρες, το ηλεκτρικό πεδίο που παράγεται από τη διέγερση των κυττάρων αυτών είναι το βιολογικό σήμα. Το ηλεκτρικό πεδίο μεταδίδεται μέσα από τους ιστούς του ζώντος οργανισμού και επομένως το σήμα μπορεί να ληφθεί σε κατάλληλες θέσεις στην επιφάνεια, χωρίς να υπάρχει ανάγκη να γίνει επέμβαση στο σύστημα.

Τα βιολογικά σήματα αυτού του είδους χρειάζονται έναν σχετικά απλό μετατροπέα για τη λήψη τους. Ο μετατροπέας απαιτείται γιατί η ηλεκτρική αγωγή στο ζώντα οργανισμό γίνεται μέσω ιόντων, ενώ η αγωγή στο μετρητικό σύστημα γίνεται μέσω ηλεκτρονίων.

***Σήματα που παράγονται από την ηλεκτρική δραστηριότητα νευρικών και μυϊκών κυττάρων - βασικές έννοιες**



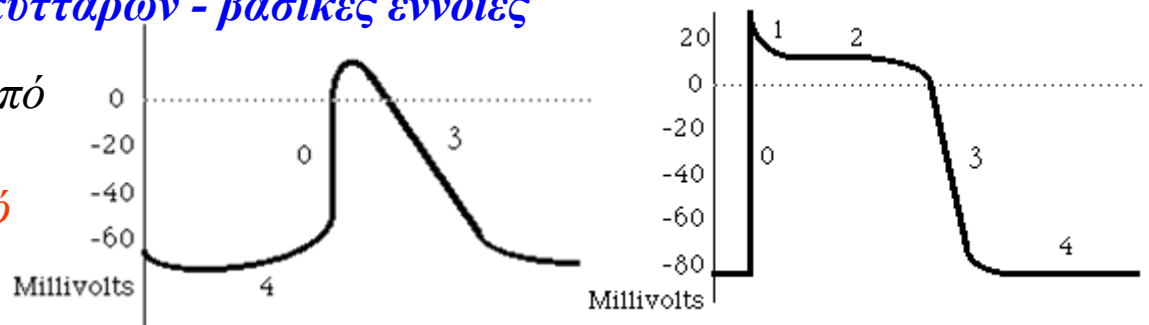
Το νευρικό κύτταρο των σπονδυλωτών, **ο νευρώνας**, αποτελείται από το σώμα, τους δενδρίτες, τον άξονα και τις συνάψεις, ενώ το σχήμα του είναι απροσδιόριστο.



Μετά το δυναμικό δράσης, ο νευρώνας έχει περισσότερα ιόντα Na^+ και λιγότερα ιόντα K^+ για μια μικρή περίοδο, αλλά γρήγορα προσαρμόζεται με την αντλία Na^+/K^+ .

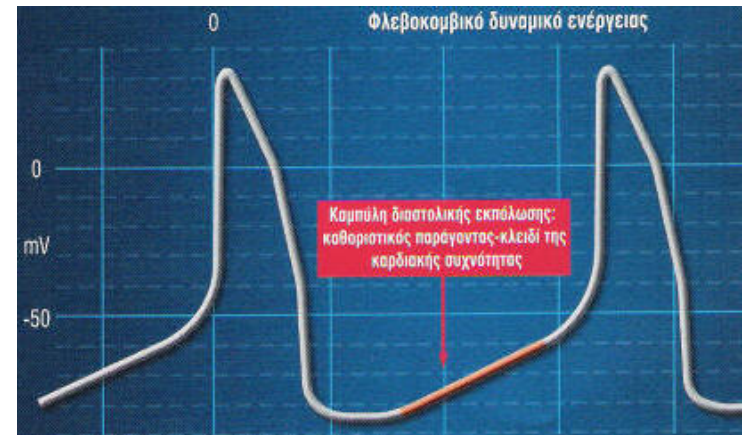
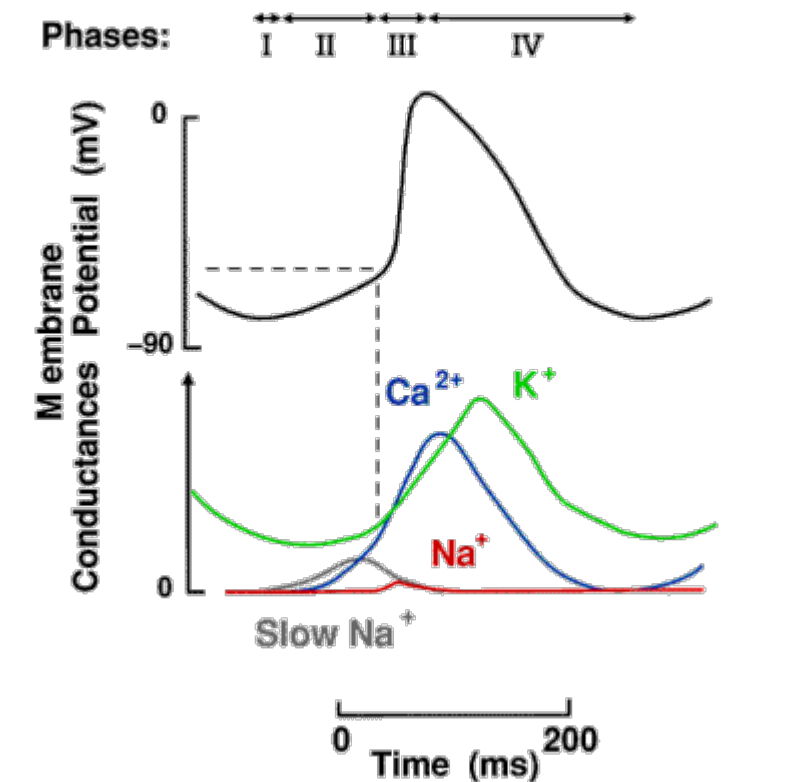
***Σήματα που παράγονται από την ηλεκτρική δραστηριότητα νευρικών και μυϊκών κυττάρων - βασικές έννοιες**

Κυματομορφές δυναμικών δράσης από ένα γραμμωτό μυϊκό κύτταρο (αριστερά) και ένα καρδιακό μυϊκό κύτταρο (δεξιά).



Autorhythmic cells exhibit PACEMAKER POTENTIALS. Depolarization is due to the inward diffusion of calcium (not sodium as in nerve cell membranes). Depolarization begins when:

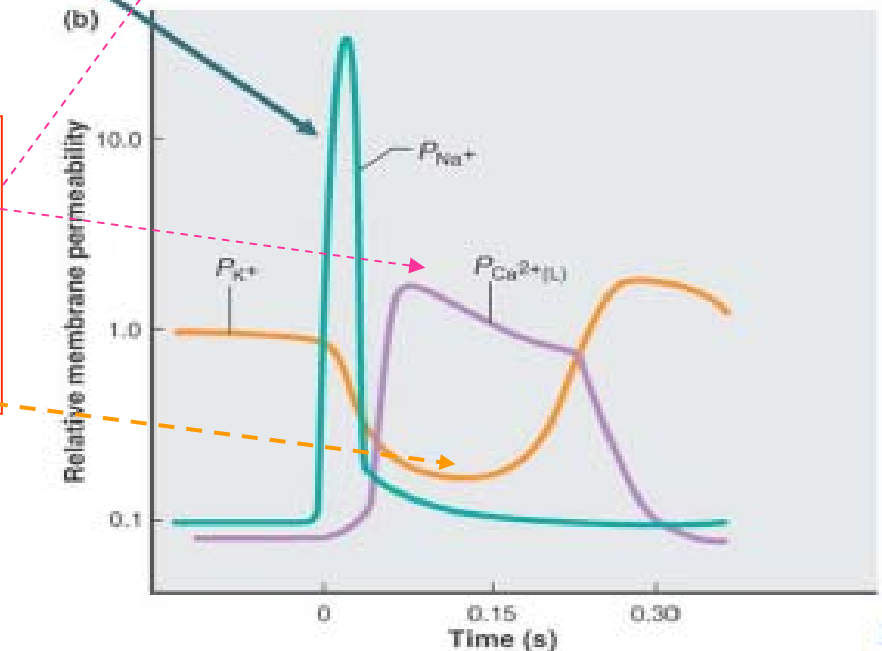
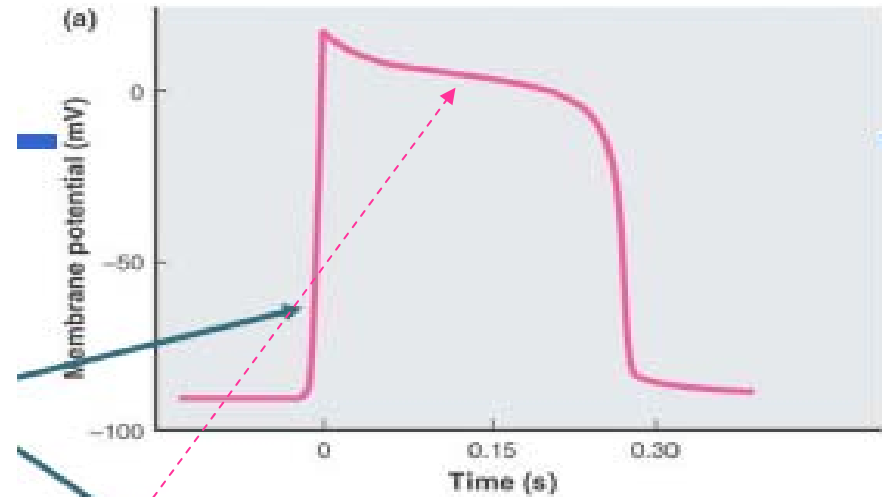
- the slow calcium channels open (4),
- then concludes (quickly) when the fast calcium channels open (0).
- Repolarization is due to the outward diffusion of potassium (3).



✦ Καταγραφή, με τη βοήθεια μικροηλεκτροδίων, του δυναμικού δράσης μιας κοιλιακής μυοκαρδιακής ίνας

Action Potential must be initiated in cardiac cells for contraction to occur: the rapid opening of voltage-gated sodium channels is responsible for the rapid depolarization phase

The prolonged “plateau” of depolarization is due to the slow but prolonged opening of voltage-gated calcium channels (L-type calcium channel, “long”) PLUS closure of potassium channels



Ταχύτητα αγωγής στο μυοκάρδιο

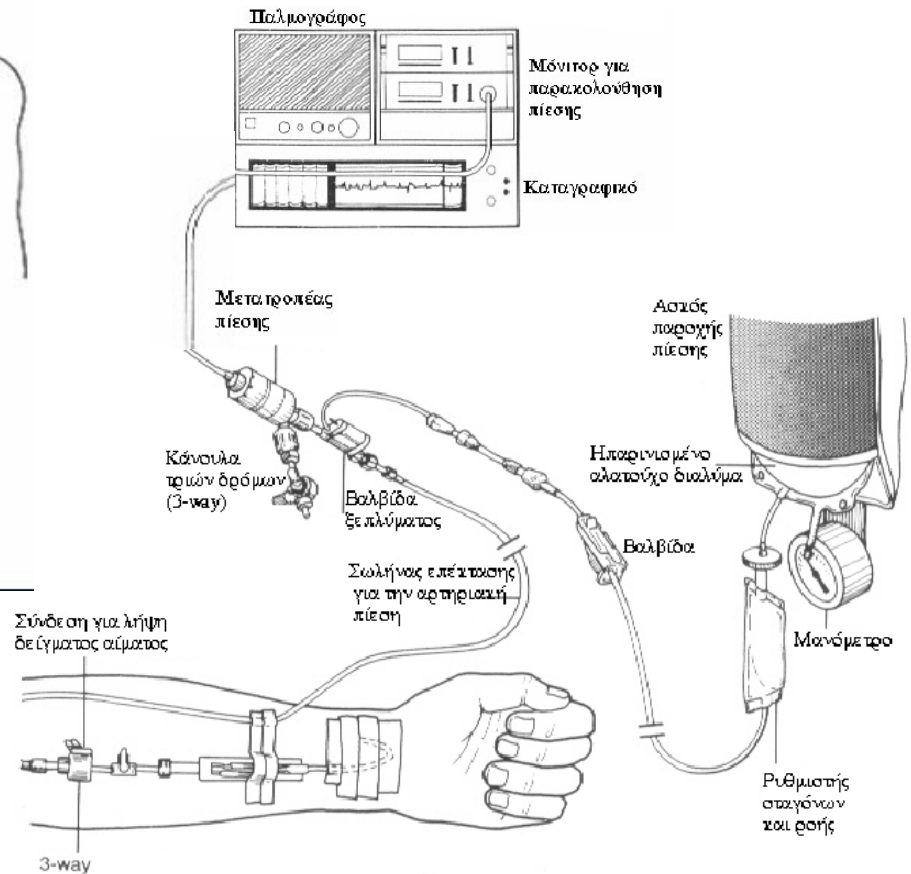
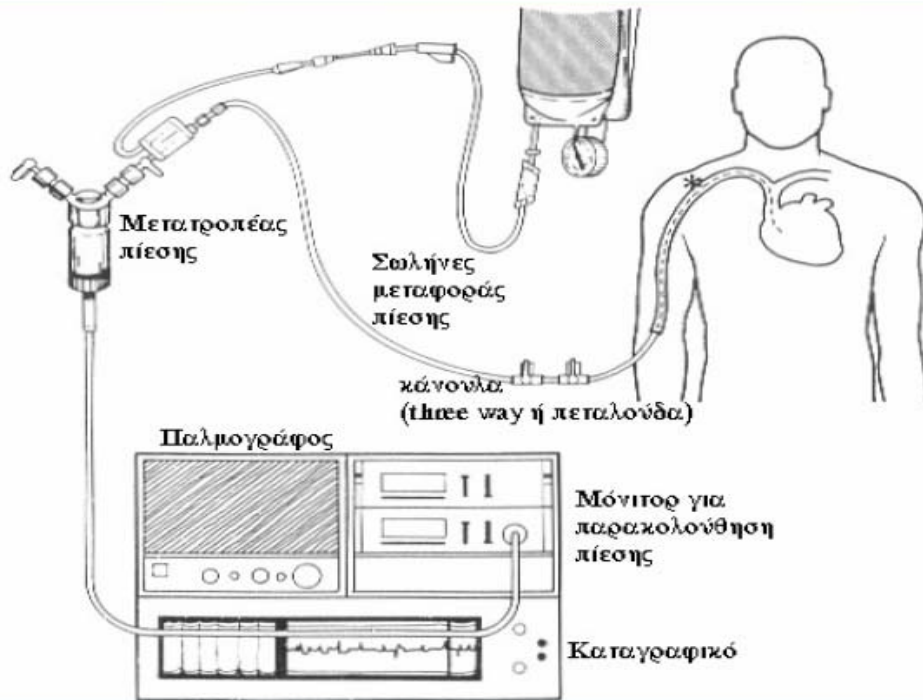
Η ταχύτητα αγωγής του δυναμικού δράσης στις κοιλιακές και κοιλιακές μυϊκές ίνες είναι περίπου 0,3-0,5 m/sec, είναι δηλαδή περίπου ίση με 1/250 της ταχύτητας αγωγής στις πολύ μεγάλες νευρικές ίνες και με 1/10 της ταχύτητας αγωγής στις σκελετικές μυϊκές ίνες.

2. Σήματα τα οποία προκαλούνται από κάποια μηχανική λειτουργία του βιολογικού συστήματος:

Τα σήματα τα οποία προκαλούνται από κάποια μηχανική λειτουργία του βιολογικού συστήματος περιλαμβάνουν **σήματα ροής, πίεσης, μετατόπισης** κ.λ.π.

Το μηχανικό φαινόμενο δεν μεταδίδεται όπως το ηλεκτρικό πεδίο. Η μέτρηση γίνεται στο ακριβές σημείο γι'αυτό συχνά είναι πιο δύσκολη και πολλές φορές χρειάζεται επέμβαση αιματηρή. Όπως για παράδειγμα είναι ο επεμβατικός τρόπος μέτρησης της αρτηριακής πίεσης, ο οποίος παρέχει μεγάλη ακρίβεια, συνεχή παρακολούθηση και ο οποίος επιλέγεται σε ορισμένες περιπτώσεις ασθενών με βαθιά υπόταση λόγω καρδιαγγειακών προβλημάτων όπου οι έμμεσοι τρόποι μέτρησης της πίεσης δεν λειτουργούν. Σύμφωνα με τον τρόπο αυτό που είναι άμεσος, η πίεση μετριέται με την εισαγωγή μετατροπέα στην άκρη ενός καθετήρα μέσα στα αγγεία του αίματος. **Ο μετατροπέας αυτός μετατρέπει την πίεση που ασκείται σ'αυτόν σε ηλεκτρικό σήμα.** Στην επόμενη διαφάνεια δίνεται ένα παράδειγμα επεμβατικής μεθόδου παρακολούθησης της πίεσης.

♥ Επεμβατικές μέθοδοι παρακολούθησης της πίεσης



Στοιχεία συστήματος παρακολούθησης της αρτηριακής πίεσης

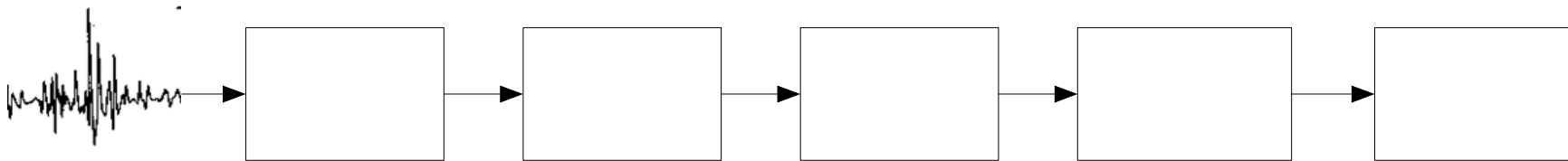
Τα περιοδικά σήματα μπορούν να αναλυθούν σε μια σειρά (άθροισμα) απλών ημιτονοειδών σημάτων, των οποίων οι συχνότητες είναι πολ/σια μιας βασικής συχνότητας με τη χρήση των **μετασχηματισμών Fourier**.

Το σήμα της πίεσης του αίματος μπορεί να προσεγγισθεί από ένα περιοδικό σήμα με περίοδο τη διάρκεια ενός καρδιακού παλμού και την κυματομορφή του ενός παλμού που επαναλαμβάνεται.

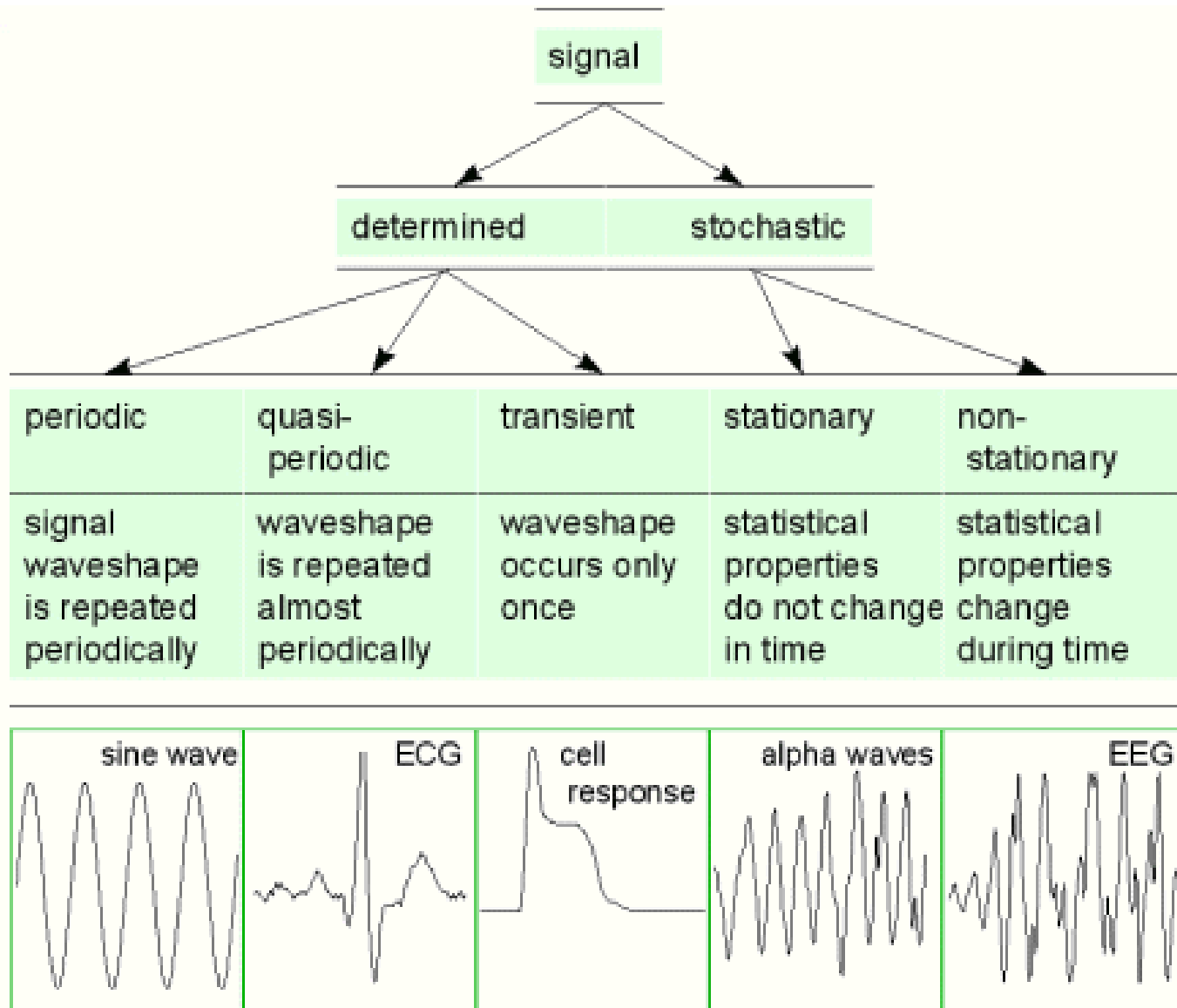
Το ΗΚΓ μπορεί να το θεωρήσουμε ως «περιοδικό» (παρόλο που το διάστημα RR του ΗΚΓ δεν είναι σχεδόν ποτέ σταθερό αλλά η PQRST κυματομορφή είναι σχεδόν πάντα όμοια).



Διάγραμμα καταγραφής βιολογικού σήματος



Κατηγορίες σημάτων

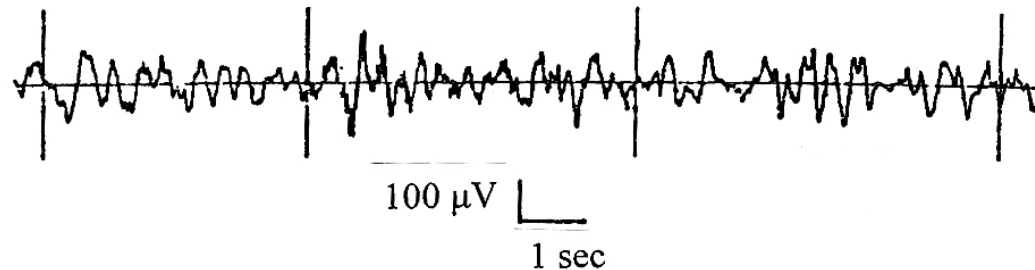


❖ Βιοηλεκτρικά σήματα από το ανθρώπινο σώμα

Η καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς δίνει το **ηλεκτρο-καρδιογράφημα (ΗΚΓ)**, από το οποίο με κατάλληλη ανάλυση της κυματομορφής του παίρνουμε σημαντικές πληροφορίες για τη λειτουργία της καρδιάς.



Η καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου, μπορεί να αποτυπωθεί στο **ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ)**. Το ΗΕΓ αποτελείται από κύματα διαφορετικά σε πλάτος και συχνότητα, τους ρυθμούς. Διακρίνονται 4 κύριοι ρυθμοί: α, β, θ και δ, χαρακτηριστικοί για ενήλικες, παιδιά, καταστάσεις ύπνου κ.λ.π.



Η καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας των μυών κατά την περίοδο της μυϊκής συστολής μας δίνει το γενικό **ηλεκτρομυογράφημα (ΗΜΓ)**, χρήσιμο στη μελέτη του μυϊκού κάματος ή στη διάγνωση παθήσεων του μυϊκού συστήματος (μυασθένεια, τετανία, νευρομυϊκά σύνδρομα). Επίσης μπορεί να καταγραφεί το βιοηλεκτρικό δυναμικό των μυών έπειτα από κατάλληλη ηλεκτρική διέγερση με επιφανειακά ηλεκτρόδια ή ηλεκτρόδια-βελόνες.

Με τη βοήθεια κατάλληλων φακών επαφής - ηλεκτροδίων καταγράφεται η ηλεκτρική δραστηριότητα του αμφιβληστροειδή στο **ηλεκτροαμφιβληστρο-ειδογράφημα (ΗΑΓ)**.

Πίνακας 1: Βιοϊατρικά Σήματα

Ταξινόμηση	Τρόπος Λήψης	Εύρος Συχνοτήτων	Δυναμικό Εύρος	Σχόλια
Δυναμικό Δράσης	Μικροηλεκτρόδια	100 Hz-2kHz	10μV-100mV5	Επεμβατική μέτρηση δυναμικού κυτταρικής μεμβράνης
Ηλεκτροεγκεφαλο-Γράφημα (ΗΕΓ)	Ηλεκτρόδια Επιφανείας	0,5-100Hz	2-100μV	
Ρυθμός Δέλτα	«	0,5-4Hz	«	Παιδιά, βαθύς ύπνος και παθολογίες
Ρυθμός Θήτα	«	4-8Hz	«	Κροταφικές και κεντρικές περιοχές σε κατάσταση ετοιμότητας
Ρυθμός Αλφα	«	8-13 Hz	«	Ξυπνητός, χαλαρός, κλειστά μάτια
Ρυθμός Βήτα	«	13-22 Hz		
Προκλητά Δυναμικά (EP)	Ηλεκτρόδια Επιφάνειας		0,1-20 μV	Απόκριση δυναμικού εγκεφάλου σε ερέθισμα
Οπτικά (VEP)	«	1-300 Hz	1-20 μV	Καταγραφές ινιακού λοβού
Ακουστικά (AEP)	«	100 Hz-3 kHz	0,5-10 μV	
Σωματοαισθητικά (SEP)	«	2 Hz-3k Hz		
Ηλεκτρομυογράφημα (ΗΜΓ) μίας ίνας	Βελονοειδή Ηλεκτρόδια	500 Hz-10 kHz	1-10mV	
ΗΜΓ μίας κινητικής μονάδας	«	5 Hz-10 kHz	100 μV-2 mV	Δυναμικά δράσης από μια μυϊκή ίνα
ΗΜΓ επιφανειακό	Ηλεκτρόδια Επιφανείας	2-500 Hz	50μV-5 mV	
Ηλεκτροκαρδιογράφημα	«	0,05-100 Hz	1-10 mV	

Bioelectric Signal Instruments

Examp.

ECG



EMG/EP



EEG



MERIDIAN-II
Computer-based Electroacupuncture

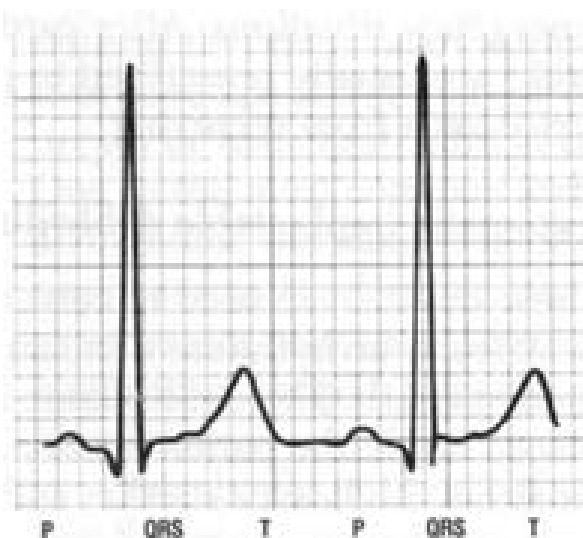
ENG, EOG, ERG
ECoG, EGG, E氣G, ExG?

♥ Ηλεκτρικά σήματα από την καρδιά – το ηλεκτροκαρδιογράφημα



Το **ηλεκτροκαρδιογράφημα** (ΗΚΓ) αντανακλά τα ηλεκτρικά γεγονότα τα οποία σχετίζονται με την καρδιακή διέγερση και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον ανατομικό προσανατολισμό της καρδιάς, τα σχετικά **μεγέθη των καρδιακών κοιλοτήτων**, την **καρδιακή συχνότητα**, το **ρυθμό**, **την παραγωγή και την αγωγή της διέγερσης**, και τις διαταραχές στα παραπάνω γεγονότα, ανεξάρτητα από το αν οφείλονται σε ανατομικές, μηχανικές, μεταβολικές ή κυκλοφορικές ατέλειες. Επίσης, **αλλαγές στις ηλεκτρολυτικές συγκεντρώσεις** και η επίδραση ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών μπορούν να ανιχνευθούν με τη βοήθεια του ΗΚΓ. **Το ΗΚΓ**, όμως, **δεν** παρέχει άμεσες πληροφορίες σχετικά με τη συστολή και την αντλητική ικανότητα της καρδιάς. Αυτές οι ιδιότητες μπορούν να κριθούν με βάση την πίεση του αίματος, την καρδιακή παροχή (cardiac output), τους καρδιακούς ήχους κ.α.

Η τυπική μορφή ενός φυσιολογικού ΗΚΓ-τος φαίνεται στο σχήμα.

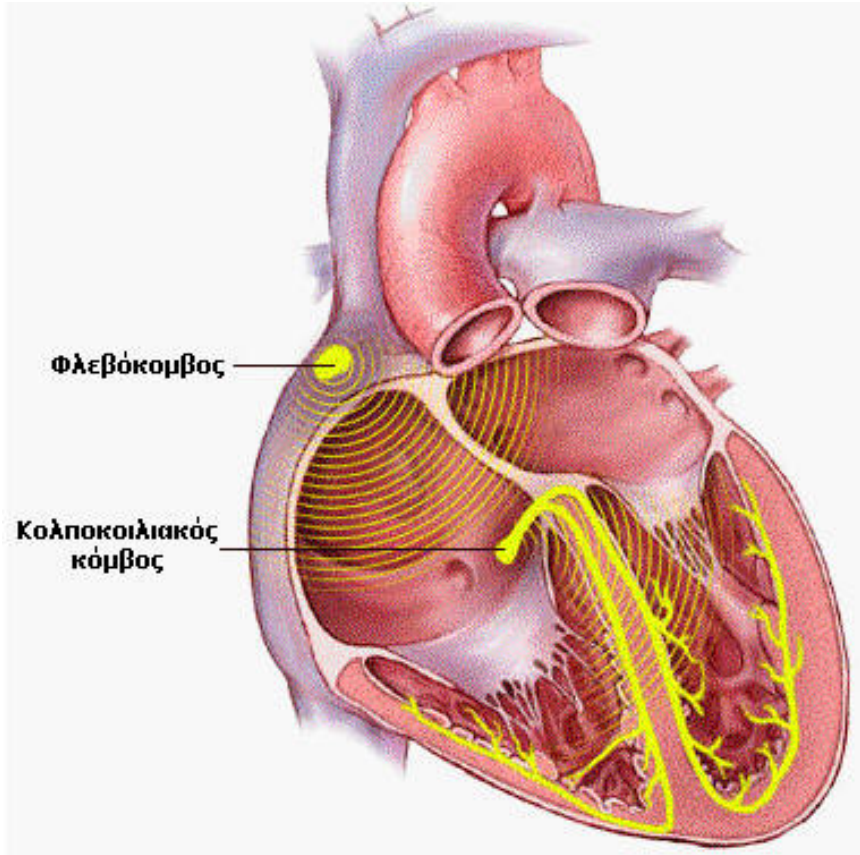


♥ Πηγή ηλεκτρικών σημάτων από την καρδιά



Ο φλεβόκομβος

Ο φλεβόκομβος εντοπίζεται στη συμβολή του δεξιού κόλπου και της άνω κοίλης φλέβας. Συνιστά ένα σύνολο κυττάρων που σχηματίζουν την πρωτογενή ηλεκτρική γεννήτρια (**βηματοδότη**) της καρδιάς. Κάθε καρδιακός παλμός ξεκινά στο φλεβόκομβο και πυροδοτεί μια αλυσιδωτή ηλεκτρική αντίδραση που διαχέει το σήμα και στους δύο κόλπους, με αποτέλεσμα την κολπική σύσπαση. Το ηλεκτρικό σήμα μεταβιβάζεται στη συνέχεια στον κολποκοιλιακό κόμβο.



Ο κολποκοιλιακός κόμβος

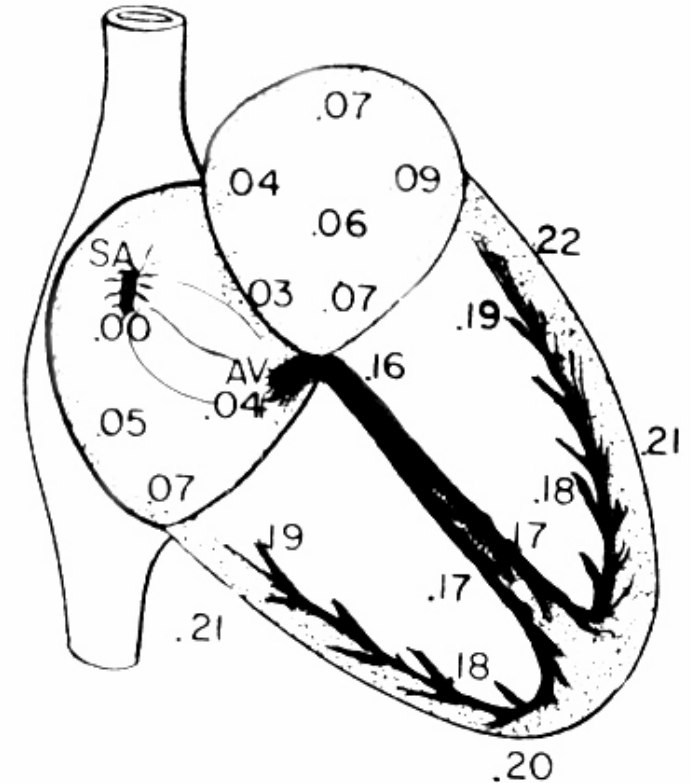
Ο κολποκοιλιακός κόμβος βρίσκεται στη δεξιά οπίσθια θέση του μεσοκολπικού διαφράγματος και είναι το μοναδικό σημείο ηλεκτρικής σύνδεσης κόλπων και κοιλιών. Ο κολποκοιλιακός κόμβος λειτουργεί ως θύρα ελέγχου του ηλεκτρικού σήματος μεταξύ του φλεβόκομβου και των οδών αγωγής των κοιλιών, προκειμένου να εξασφαλίζει το σωστό χρόνο μετάδοσης της ηλεκτρικής ώσης για την πυροδότηση της κοιλιακής σύσπασης. Ουσιαστικά το ερέθισμα καθυστερεί για λίγο μέσα στον κολποκοιλιακό κόμβο και μετά μέσω του **δεματίου του His** διαχέεται στις κοιλίες για να τις διεγείρει.

♥ Πηγή ηλεκτρικών σημάτων από την καρδιά (συνέχεια)



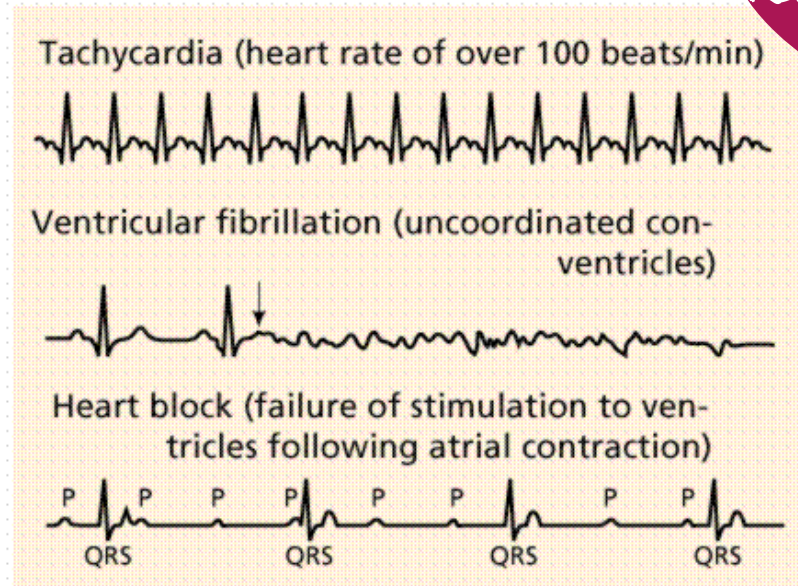
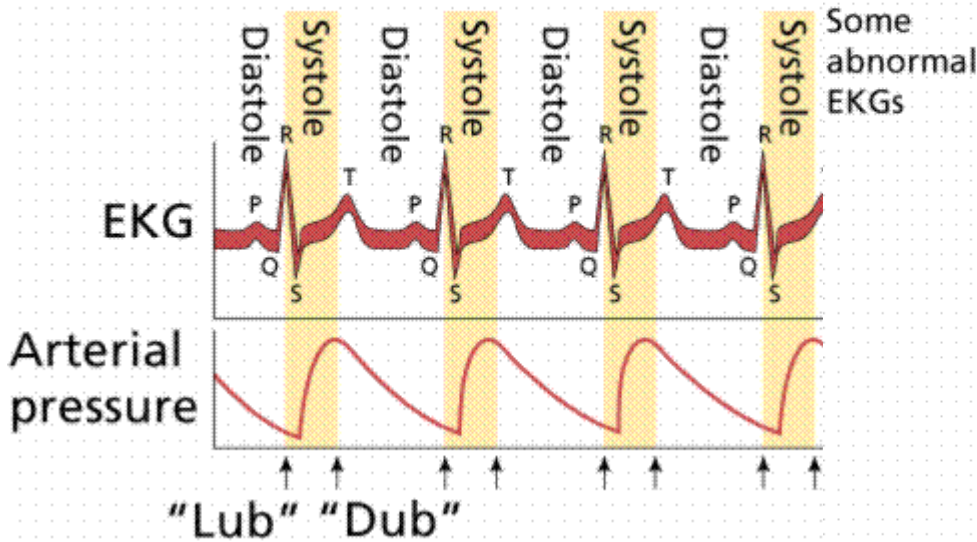
Μετάδοση της διέγερσης σε όλα τα σημεία της καρδιάς, στον άνθρωπο.

Οι αριθμοί στο σχήμα αντιπροσωπεύουν το χρόνο, σε sec, από την έναρξη της διέγερσης στο φλεβόκομβο και της εμφάνισής της στο συγκεκριμένο σημείο. Η διέγερση επεκτείνεται με μέτρια ταχύτητα μέσα από τους κόλπους, καθυστερεί όμως περισσότερο από 0,1 sec στην περιοχή του κολποκοιλιακού κόμβου (κολποκοιλιακή καθυστέρηση) πριν να εμφανιστεί στο κολποκοιλιακό δεμάτιο. Όταν πια εισέλθει στο δεμάτιο, επεκτείνεται ταχύτατα μέσα από τις ίνες Purkinje, σε ολόκληρη την επιφάνεια του ενδοκαρδίου των κοιλιών. Στη συνέχεια η διέγερση επεκτείνεται βραδέως μέσα στο μυοκάρδιο και φτάνει μέχρι την επικαρδιακή επιφάνεια της καρδιάς.





A normal electrocardiogram (EKG)

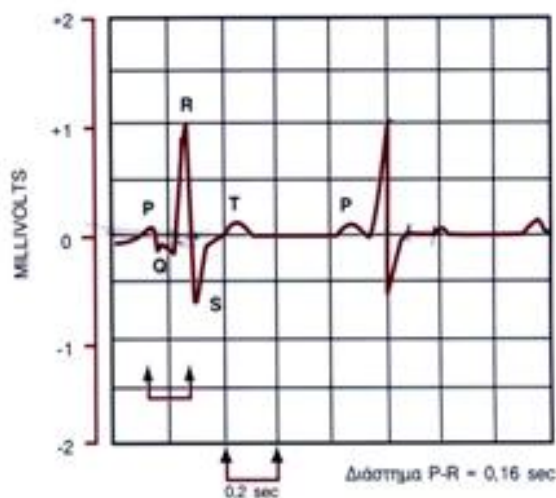


♥ Το φυσιολογικό ΗΚΓ αποτελείται από ένα έπαρμα (κύμα) **P**, ένα «σύμπλεγμα **QRS**» και ένα έπαρμα (κύμα) **T**. Το σύμπλεγμα **QRS** συνήθως αποτελείται από τρία διαφορετικά κύματα, τα **Q**, **R** και **S**, που παράγονται - και τα τρία - από τη διέλευση της καρδιακής διέγερσης από τις κοιλίες.

♥ Το **κύμα P** προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα, τα οποία παράγονται κατά την **εκπόλωση των κόλπων**, πριν από τη συστολή τους, ενώ το **σύμπλεγμα QRS** προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα, τα οποία παράγονται κατά την **εκπόλωση των κοιλιών** πριν από τη συστολή τους, δηλαδή, κατά την επέκταση της εκπόλωσης στο μυοκάρδιο των κοιλιών. Κατά συνέπεια, τόσο το κύμα **P**, όσο και τα κύματα που αποτελούν το σύμπλεγμα **QRS**, είναι κύματα εκπόλωσης. Το **κύμα T** προκαλείται από ηλεκτρικά ρεύματα τα οποία παράγονται κατά την **ανάληψη των κοιλιών** από την κατάσταση της εκπόλωσης. Η διεργασία αυτή επιτελείται στο μυοκάρδιο των κοιλιών 0,25-0,35 sec μετά την εκπόλωση, αυτό δε το κύμα χαρακτηρίζεται ως κύμα επαναπόλωσης.



Το φυσιολογικό ηλεκτροκαρδιογράφημα



Τυπική μορφή ΗΚΓ (απαγωγή II) όπως λαμβάνεται σε τετραγωνισμένο χαρτί ή στην οθόνη παλμογράφου:

1. Το έπαρμα P αντιστοιχεί στην εκπόλωση (συστολή) των κόλπων
2. Το σύμπλεγμα QRS αντιστοιχεί στην εκπόλωση των κοιλιών (η συστολή συμβαίνει μεταξύ S και T)
3. Το έπαρμα T αντιστοιχεί στην επαναπόλωση των κοιλιών



Excercise ECG



1949 Σύστημα 24ωρης καταγραφής κατά 'Holter'



Μία μυϊκή ίνα σε 4 φάσεις εκπόλωσης και επαναπόλωσης :

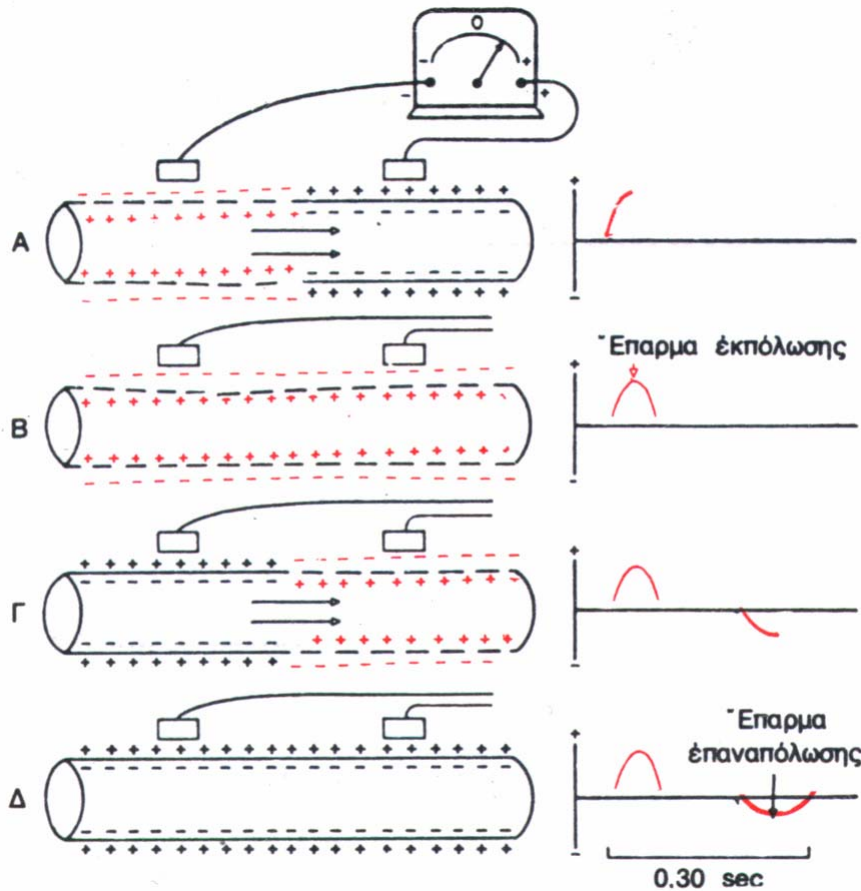
A. Εκπόλωση (ηλεκτροθετικότητα στο εσωτερικό, ηλεκτραρνητικότητα στο εξωτερικό) με κατεύθυνση από τα αριστερά προς τα δεξιά \Rightarrow **Θετικό δυναμικό**

B. Επέκταση εκπόλωσης σε όλη την ίνα.

\Rightarrow Επιστροφή εγγραφής στην ισοηλεκτρική γραμμή, **Κύμα εκπόλωσης**

Γ. Επαναπόλωση \Rightarrow **Αρνητική Εγγραφή**

Δ. Ολοκλήρωση επαναπόλωσης \Rightarrow Επιστροφή εγγραφής στην ισοηλεκτρική γραμμή, **Κύμα Επαναπόλωσης**



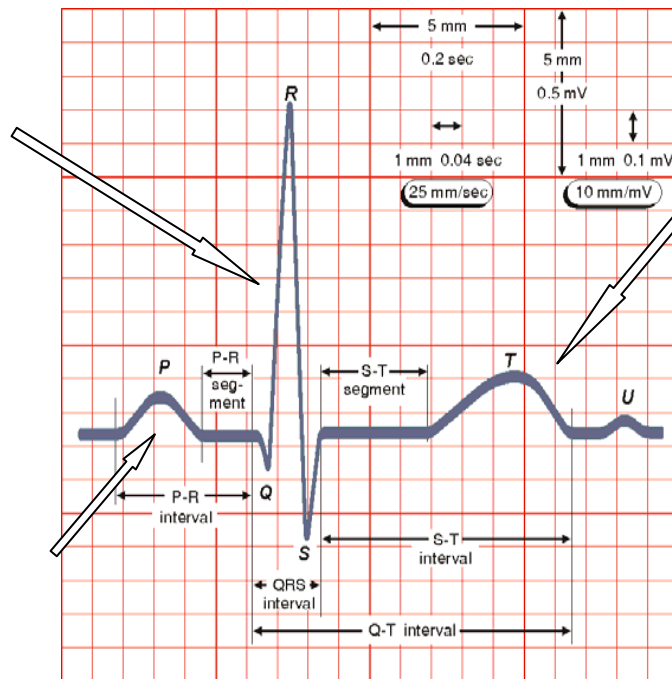
Καταγραφή του κύματος εκπόλωσης και του κύματος επαναπόλωσης από μία μυϊκή ίνα μυοκαρδίου

Electrocardiography (ECG)

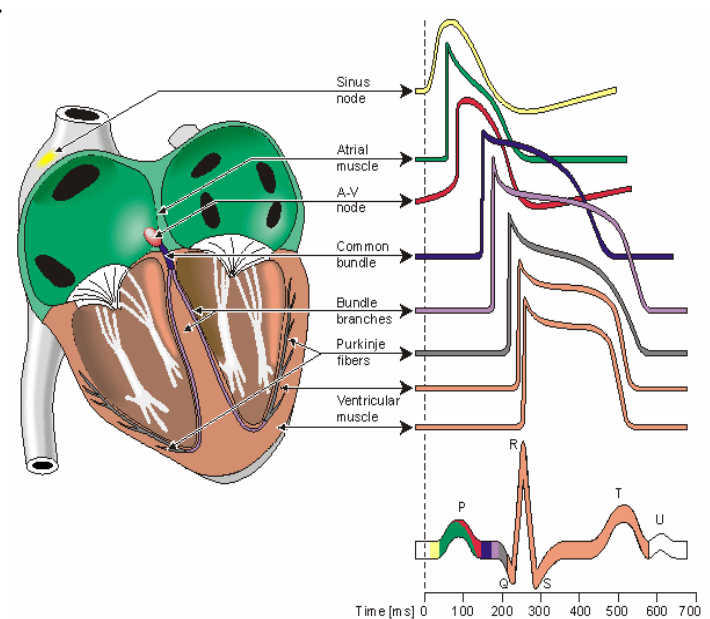


2. Ventricular depolarization

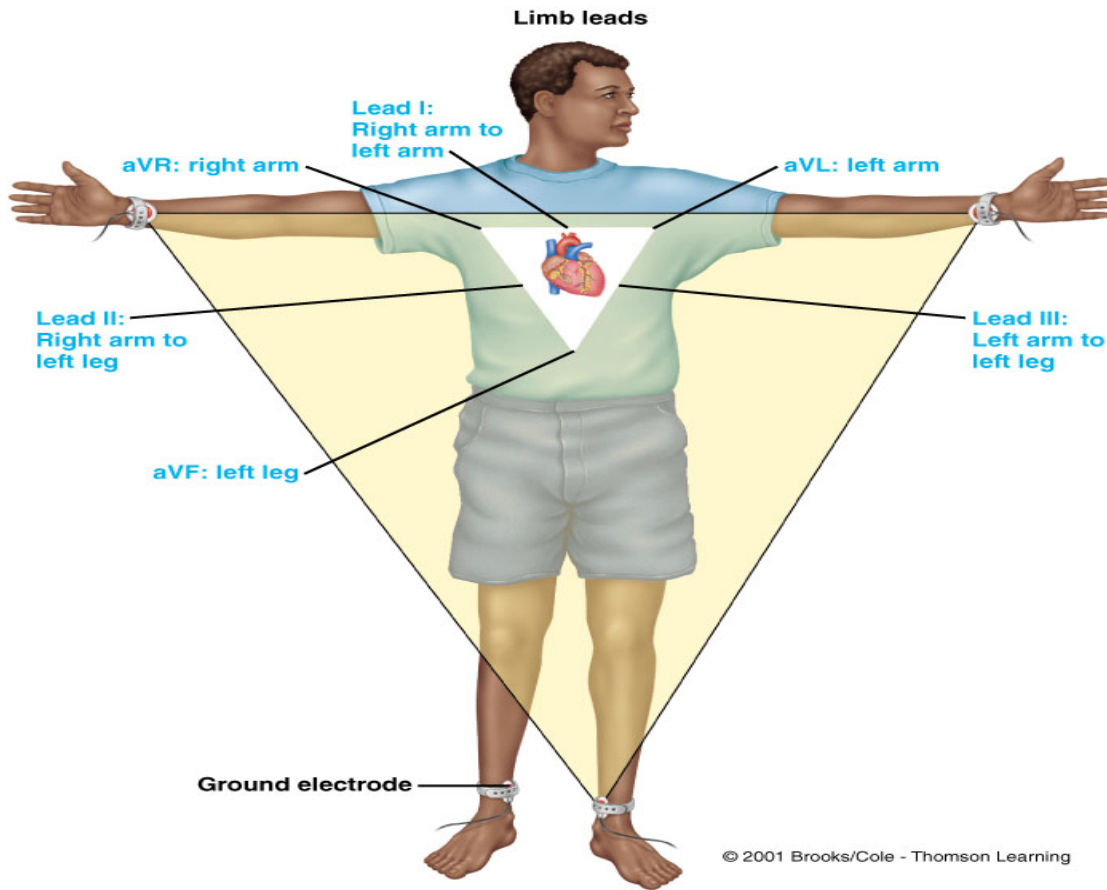
1. Atrial depolarization



3. Ventricular repolarization

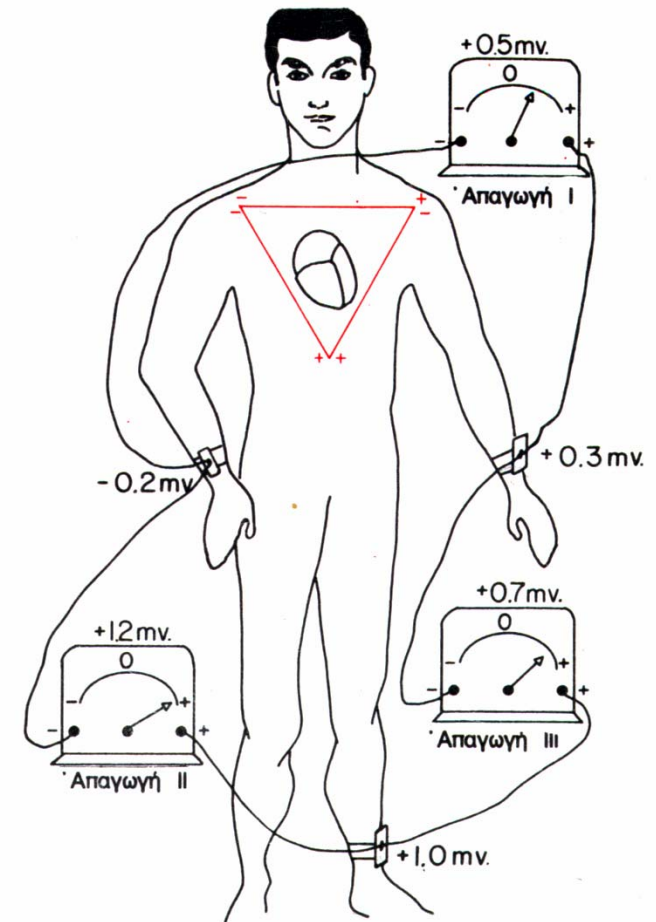


Στοιχεία καταγραφής του ΗΚΓ – τοποθέτηση ηλεκτροδίων



Συμβατική τοποθέτηση των ηλεκτροδίων για την καταγραφή των βασικών ηλεκτροκαρδιογραφικών **απαγωγών**. Στο θώρακα είναι σχεδιασμένο το **τρίγωνο του Einthoven**.

Νόμος του Einthoven:
Απαγωγή I + Απαγωγή III = Απαγωγή II

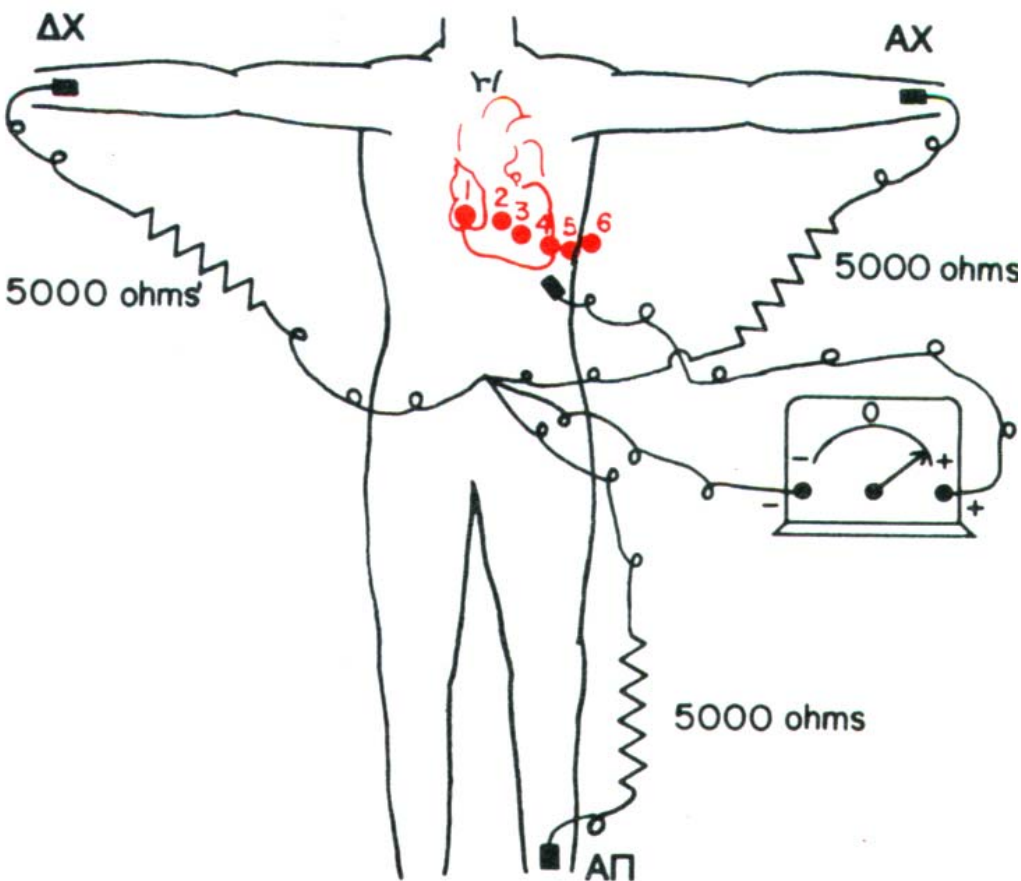


Απαγωγή: η μέτρηση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα σε συνδυασμούς ηλεκτροδίων



Οι προκάρδιες (θωρακικές) απαγωγές

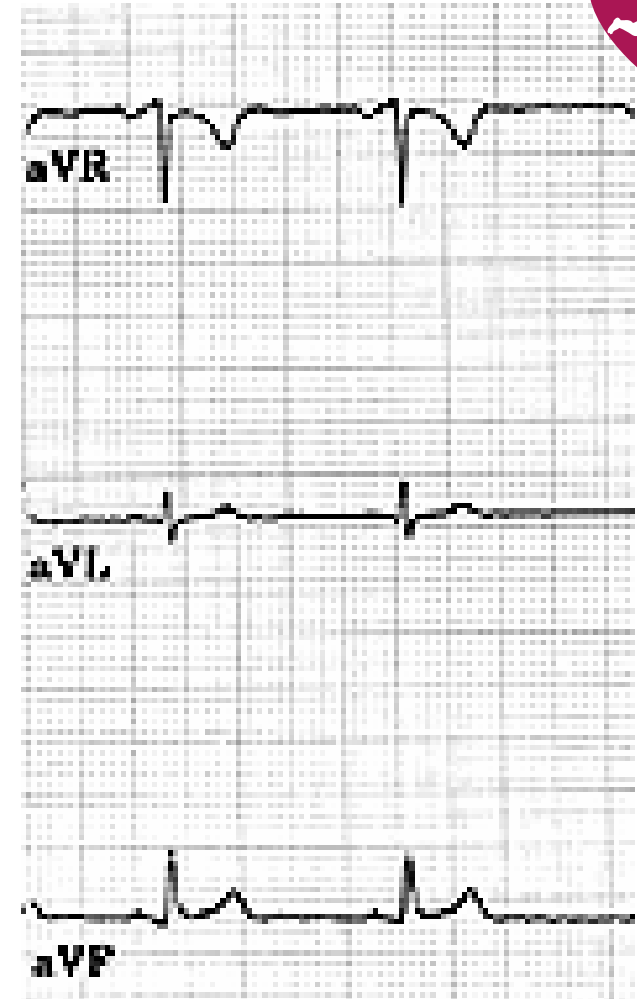
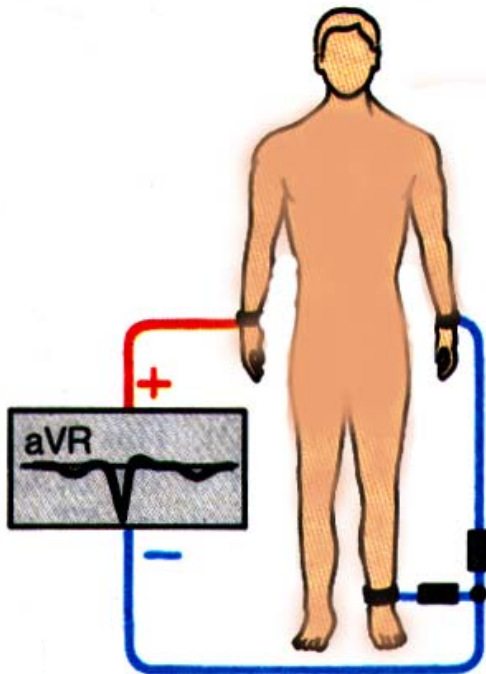
Συνήθως λαμβάνονται έξι διαφορετικές πρότυπες απαγωγές από το πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα, με τη διαδοχική τοποθέτηση του θωρακικού ηλεκτροδίου στα έξι σημεία που σημειώνονται στο διάγραμμα. Επειδή οι διάφορες επιφάνειες της καρδιάς είναι πολύ κοντά στο θωρακικό τοίχωμα, κάθε μία θωρακική απαγωγή καταγράφει, κατά κύριο λόγο, το ηλεκτρικό δυναμικό του τμήματος του μυοκαρδίου, που βρίσκεται αμέσως κάτω από το ηλεκτρόδιο. Γι' αυτό το λόγο, σχετικά μικρές ανωμαλίες στις κοιλίες, και ιδιαίτερα στο πρόσθιο κοιλιακό τοίχωμα, συχνά προκαλούν έκδηλες αλλοιώσεις στα ΗΚΓ που λαμβάνονται με τις προκάρδιες απαγωγές.



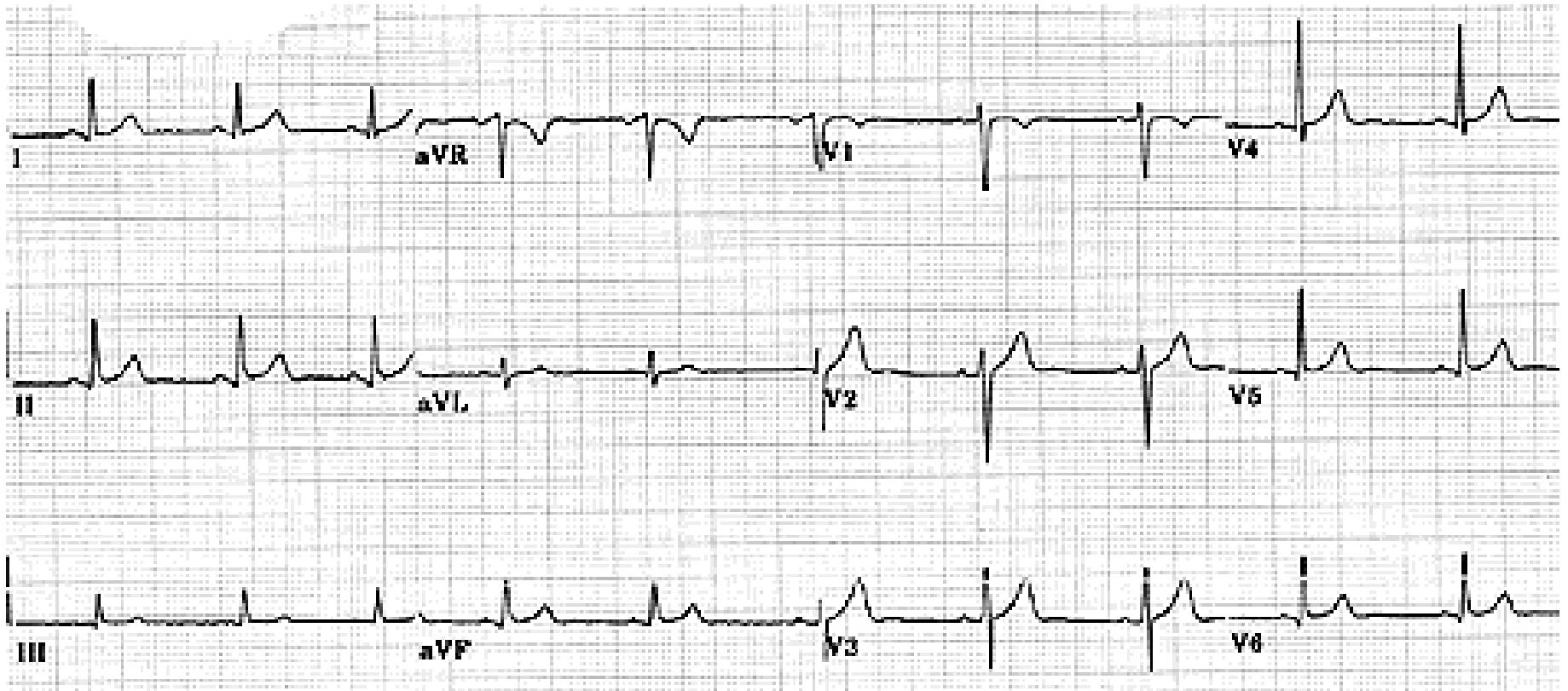
Συνδέσεις του σώματος με τον ηλεκτροκαρδιογράφο για την καταγραφή προκάρδιων απαγωγών



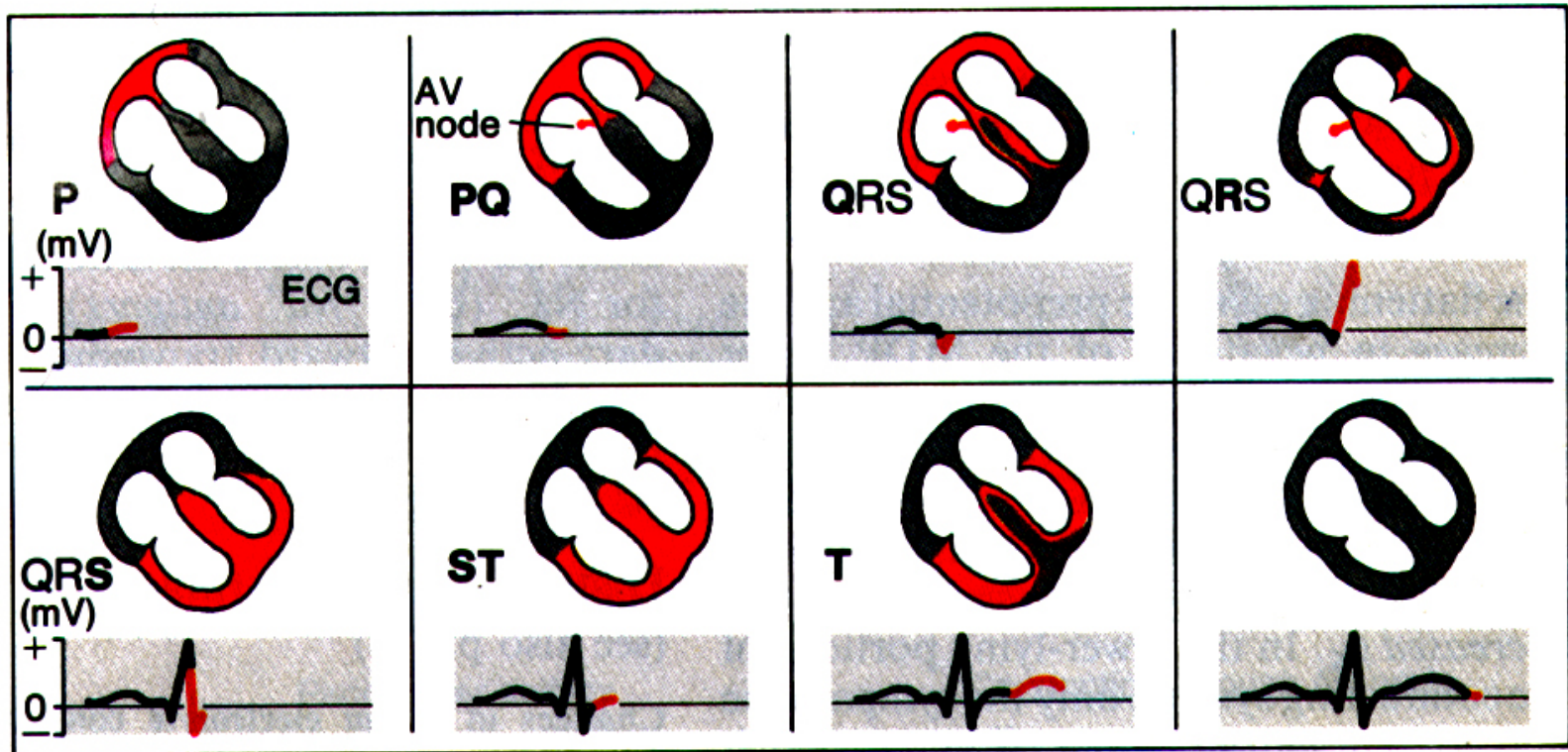
Ένα άλλο σύστημα απαγωγών σε ευρεία χρήση είναι η «ενισχυμένη μονοπολική απαγωγή άκρου». Στην απαγωγή αυτού του τύπου, δύο άκρα συνδέονται, με την παρεμβολή ηλεκτρικών αντιστάσεων, με τον αρνητικό πόλο του ηλεκτροκαρδιογράφου, ενώ το τρίτο άκρο συνδέεται με τον θετικό πόλο. Όταν το θετικό ηλεκτρόδιο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



*Φυσιολογικά ΗΚΓ που λαμβάνονται με τις ενισχυμένες μονοπολικές απαγωγές των άκρων. Όλα είναι όμοια με εκείνα των κλασικών διπολικών απαγωγών των άκρων, εκτός από την απαγωγή *aVR*, στην οποία το ΗΚΓ είναι ανεστραμμένο.*

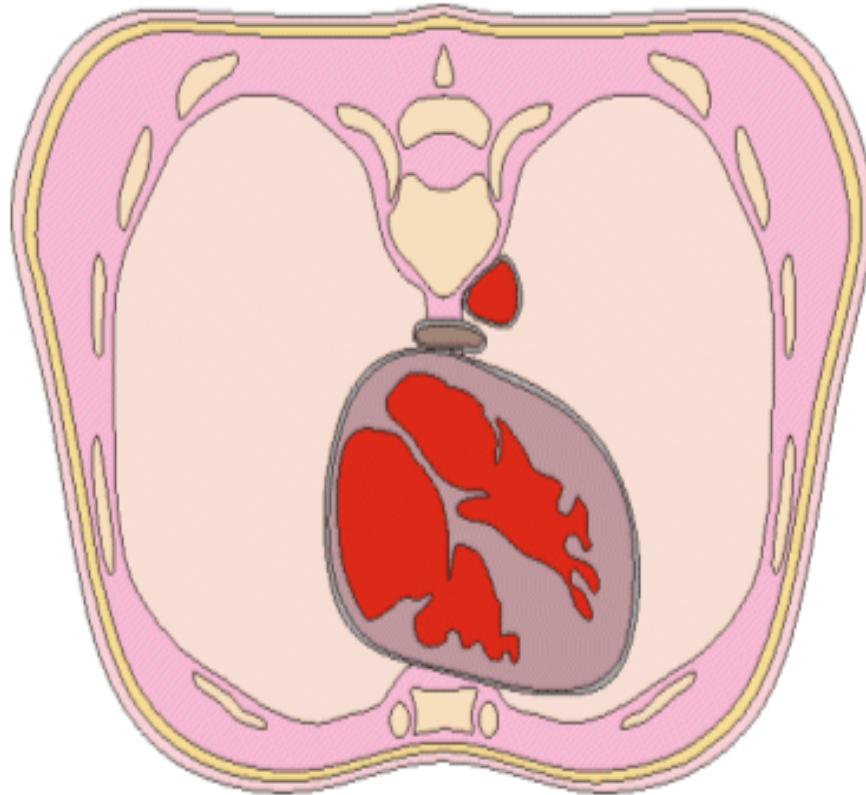


Σήματα από όλες τις απαγωγές για ένα φυσιολογικό άτομο



Οι φάσεις της καρδιακής λειτουργίας σε σχέση με τα τμήματα του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Οι περιοχές στις οποίες υπάρχει η διέγερση φαίνονται με **κόκκινο** χρώμα. Οι περιοχές με μαύρο είναι αυτές στις οποίες χάνεται η διέγερση.

♥ Μαθηματική προσομοίωση της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς



Tissue	Resistivity [Ohm·m]
Blood	1.6
Heart muscle	2.5 parallel 5.6 normal
Skeletal muscle	1.9 parallel 13.2 normal
Lungs	20
Fat	25
Bone	177

Cross section of the thorax. The resistivity values are given for six different types of tissues.

Από:

Μοντελοποίηση ηλεκτρικής διάδοσης στην καρδιά 1D propagation,

Ιωάννα Χουβαρδά, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, PhD, Εργαστήριο Ιατρικής Πληροφορικής ΑΠΘ

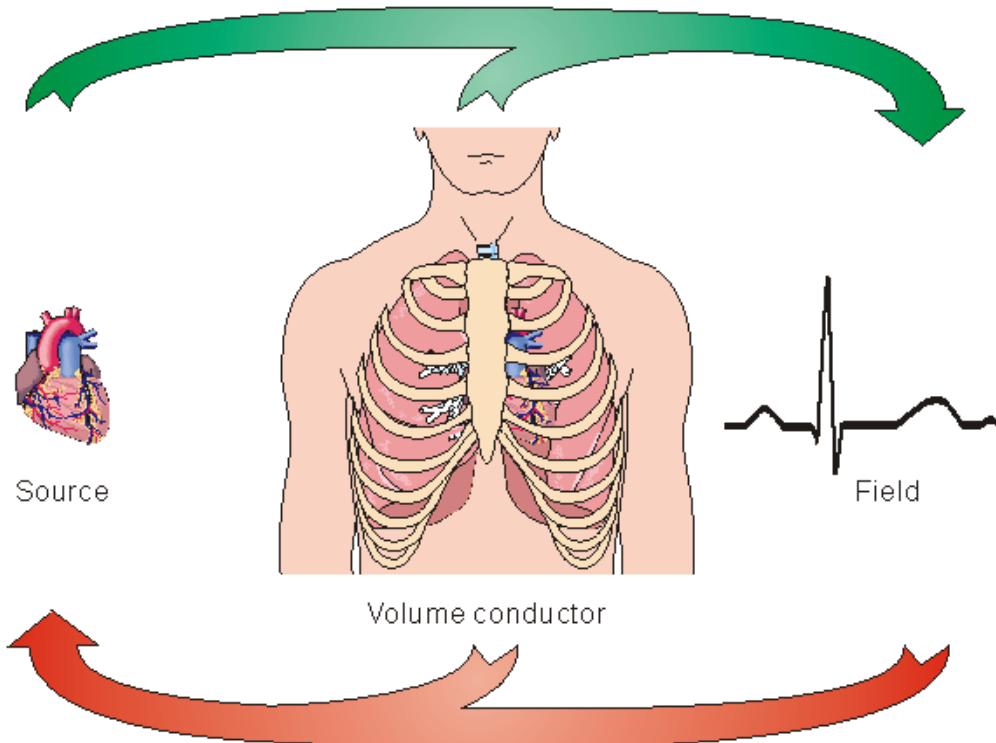
♥ Μαθηματική προσομοίωση της ηλεκτρικής δραστηριότητας της καρδιάς



Το πρόβλημα στο οποίο το πεδίο και το αγωγίμο μέσο είναι γνωστά, αλλά η πηγή άγνωστη, ονομάζεται **αντίστροφο πρόβλημα**. Έχει διαγνωστική αξία, πχ ο καρδιολόγος μετρά βιοϊατρικά σήματα και θέλει να καθορίσει την πηγή τους. Η μορφή της πηγής, που εξαρτάται από τα παθολογικά αίτια, θα βοηθήσει στην κλινική διάγνωση. **Το αντίστροφο πρόβλημα δεν έχει μοναδική λύση.**

To determine the FIELD from the known source and conductor is called the

FORWARD PROBLEM



To determine the SOURCE from the known field and conductor is called the

INVERSE PROBLEM

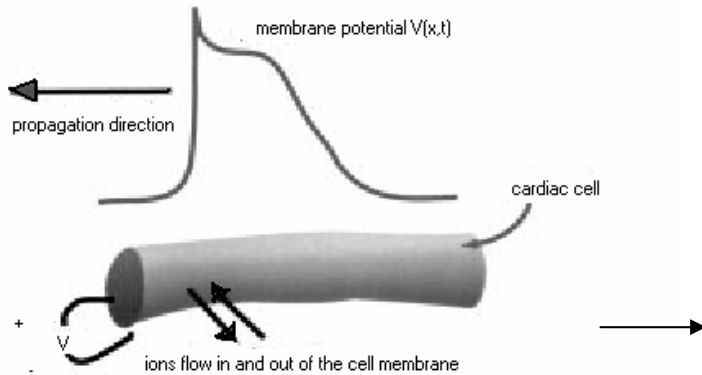
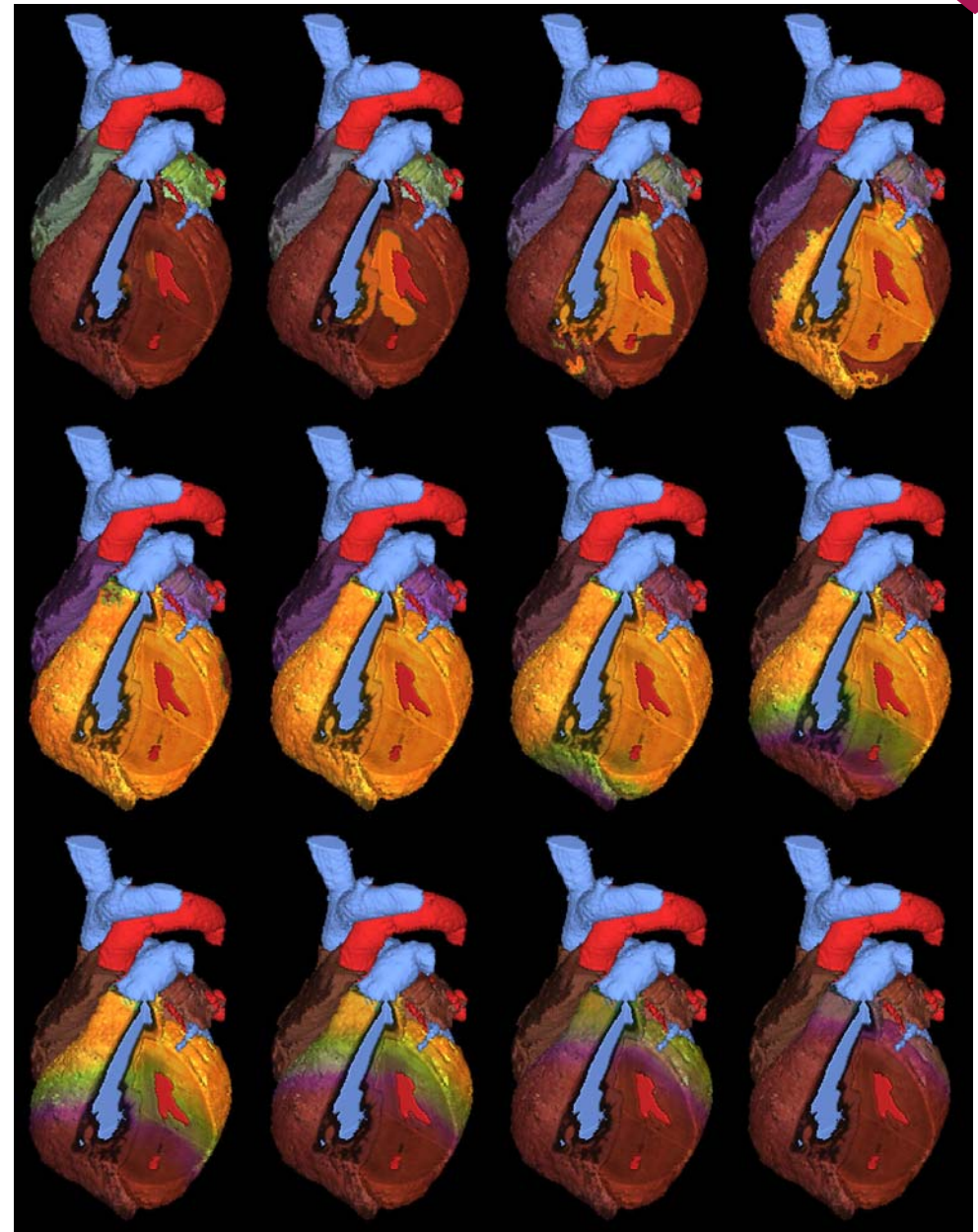


FIG. 1. Propagation of an action potential along a cardiac cell.



Διάδοση του δυναμικού δράσης κατά μήκος των καρδιακών κυττάρων

ΣΥΜΒΑΣΗ: Το ρεύμα μεμβράνης, δηλαδή το ρεύμα που βγαίνει στον εξωκυττάριο χώρο είναι θετικό όταν είναι προς τα έξω και αρνητικό όταν είναι προς τα μέσα

Από:

**Μοντελοποίηση ηλεκτρικής
διάδοσης στην καρδιά 1D
propagation,**

Ιωάννα Χουβαρδά, Ηλεκτρολόγος
Μηχανικός, PhD, Εργαστήριο
Ιατρικής Πληροφορικής ΑΠΘ

❖ Οι καρδιακές αρρυθμίες - ηλεκτροκαρδιακή ερμηνεία



Σε μερικές περιπτώσεις η συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας είναι είτε μεγαλύτερη είτε μικρότερη από όσο απαιτείται για την άντληση του απαιτούμενου ποσού αίματος.

Σε άλλες περιπτώσεις, το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ των διαδοχικών συστολών της καρδιάς είναι τόσο βραχύ, ώστε να μην επαρκεί για την πλήρωση των κοιλιών, ενώ σε άλλες περιπτώσεις οι συστολές των κόλπων εμφανίζουν πλήρη ασυγχρονισμό ως προς τις συστολές των κοιλιών, με αποτέλεσμα οι κόλποι να μην λειτουργούν πλέον ως εναυσματικές αντλίες για τις κοιλίες.

Τα αίτια των διαφόρων αρρυθμιών της καρδιάς είναι συνήθως μία ή και συνδυασμός από τις ακόλουθες ανωμαλίες του συστήματος παραγωγής και αγωγής διεγέρσεων της καρδιάς:

1. Παθολογικός ρυθμός του βηματοδότη.
2. Μετατόπιση του βηματοδότη από το φλεβόκομβο σε άλλα σημεία της καρδιάς (ετερότοπος βηματοδότης).
3. Αποκλεισμός, σε διάφορα σημεία, της μετάδοσης της διέγερσης μέσα από την καρδιά.
4. Παθολογικές οδοί της μετάδοσης της διέγερσης μέσα από την καρδιά.
5. Αυτόματη παραγωγή διεγέρσεων, σχεδόν από οποιοδήποτε σημείο της καρδιάς.

❖ Οι καρδιακές αρρυθμίες – τεχνητή βηματοδότηση



Arrhythmias: Ventricular Tachycardia and Fibrillation

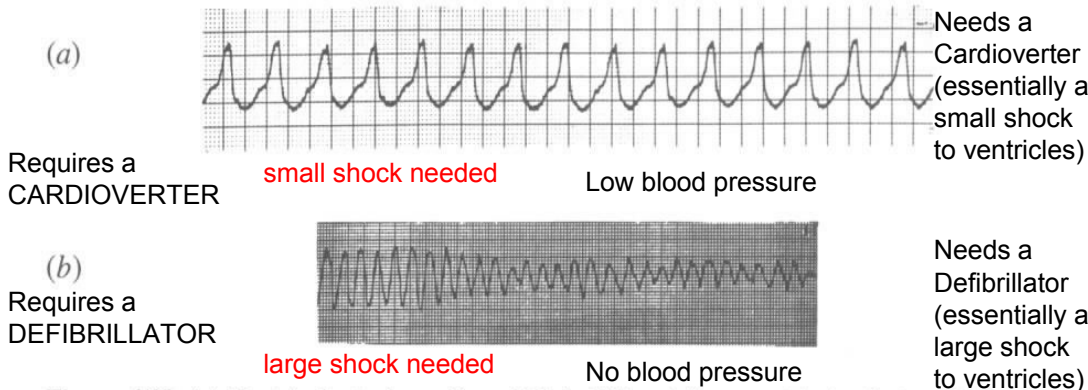
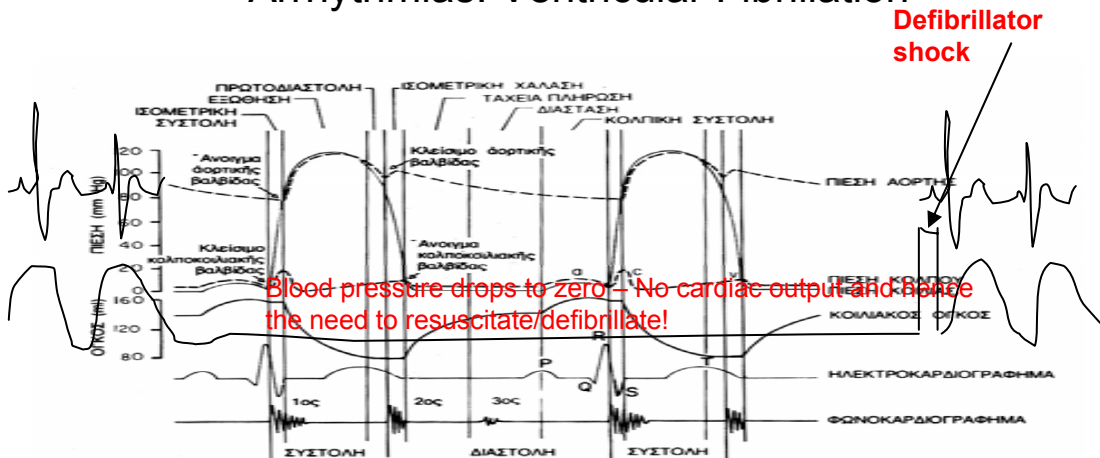


Figure 4.23 (a) Ventricular tachycardia, which is different from ventricular flutter, (b), in that the ventricular complex has a sharp angular morphology. From Chou, T. C. 1986. *Electrocardiography in clinical practice*. 2nd Ed. Grune & Stratton.



Arrhythmias: Ventricular Fibrillation



Uncoordinated beating of heart cells, resulting in no blood pressure.
Needs an electrical shock urgently...else brain damage in 4+ minutes.

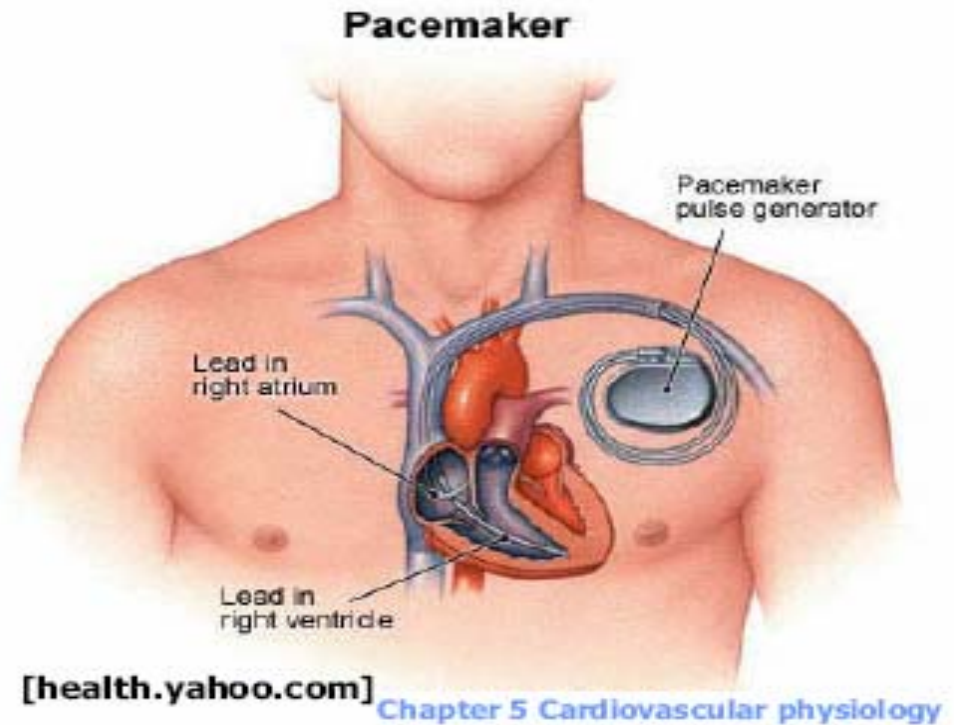
External or implantable defibrillator. In the mean time do CPR!

Τυπικό μέγεθος και σχήμα ενός εμφυτεύσιμου βηματοδότη. Το πάνω τμήμα χρησιμεύει στην σύνδεση με τα ηλεκτρόδια. (Από www.medtronic.com)

❖ Οι καρδιακές αρρυθμίες – τεχνητή βηματοδότηση



Artificial pacemaker: A medical device designed to regulate the beating of the heart. The primary purpose of a pacemaker is to maintain an adequate heart rate, either because the heart's native pacemaker is not fast enough, or there is a block in the heart's electrical conduction system





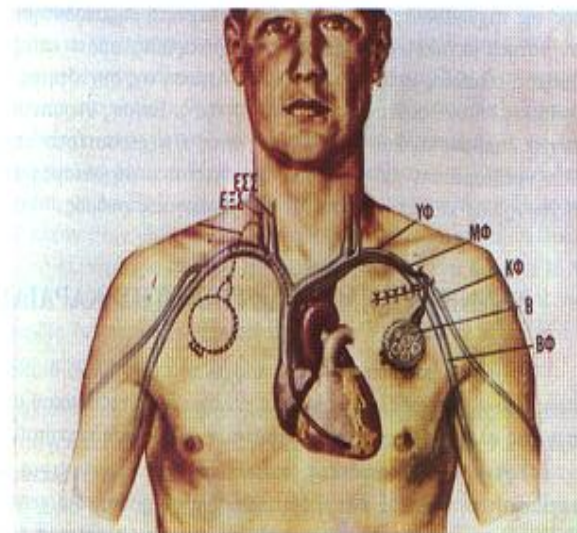
(Από ΠΑΥΛΟΥ Κ. ΤΟΥΤΟΥΖΑ, ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑ, Ηλεκτρονική Έκδοση)

Σε οποιαδήποτε περίπτωση υπάρχει το ενδεχόμενο διακοπής της διεγέρσεως του κοιλιακού μυοκαρδίου, π.χ. λόγω κολποκοιλιακού αποκλεισμού, νοσούντος φλεβοκόμβου κ.ά. συνιστάται η εμφύτευση τεχνητού βηματοδότη. Ο τεχνητός βηματοδότης αποτελείται από τη γεννήτρια των ηλεκτρικών ερεθισμάτων και από ένα ή δύο ειδικά ηλεκτρόδια, δια των οποίων μεταβιβάζονται τα ερεθίσματα στο μυοκάρδιο. Αυτά τα ηλεκτρικά ερεθίσματα έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, έτσι ώστε διεγείρουν τη καρδιά χωρίς να προκαλούν βλάβη του μυοκαρδίου.

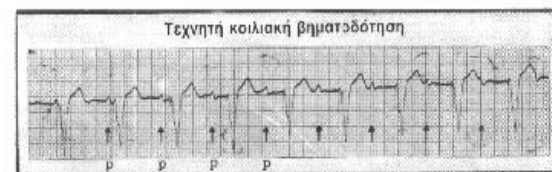
Στην κοιλιακή βηματοδότηση το ηλεκτρόδιο του βηματοδότη εισάγεται συνήθως στην κεφαλική φλέβα και εν συνεχεία προωθείται μέχρι την κορυφή της δεξιάς κοιλίας (διαφλέβια ή ενδοκαρδιακή βηματοδότηση Εικ.114).

Σε σπάνιες περιπτώσεις γίνεται επικαρδιακή εμφύτευση του ηλεκτροδίου στο μυοκάρδιο μετά από χειρουργική επέμβαση (διαθωρακική ή επικαρδιακή, βηματοδότηση). Η γεννήτρια έχει μικρό μέγεθος, βάρος < 20 γραμ., και τοποθετείται με τοπική αναισθησία στο υποδόριο της υποκλειδίου, της μασχαλιαίας ή της κοιλιακής χώρας, ανάλογα με την περίπτωση.

Είδη βηματοδότηση. Από λειτουργικής πλευράς υπάρχουν τρία κυρίως είδη τεχνητού βηματοδότη : ο ασύγχρονος ή συνεχούς βηματοδότησης, ο κατ'επίκληση, και ο κολπο-κοιλιακός (sequential) βηματοδότης. Το ΗΚΓ σε οποιοδήποτε είδος βηματοδότη δείχνει διευρυσμένο κοιλιακό σύμπλεγμα (ΕΙΚ.115),



Εικ. 114. Τοποθέτηση μόνιμου βηματοδότη. ΕΣΣ=Έσω σφραγίτιδα φλέβα, ΕΞΣ=Έξω σφραγίτιδα φλέβα, ΥΦ=Υποκλειδία φλέβα, ΜΦ=Μασχαλιαία φλέβα, ΚΦ=Κεφαλική φλέβα, Β=Βηματοδότης, ΒΦ=Βραχιόνιος φλέβα. Βλέπε κείμενο. (Από F. Netter, 1981).



Εικ. 115. Κατ'επίκληση (on demand) τεχνητή κοιλιακή βηματοδότηση σε ασθενή με πλήρη κολποκοιλιακό αποκλεισμό. Αυτώς πριν από κάθε σύμπλεγμα QRS διακρίνεται το σήμα (αρκετό) του τεχνητού ηλεκτρικού ερεθίσματος. Τα συμπλέγματα QRS είναι διευρυσμένα, όπως σε αποκλεισμό σκέλους, και χρονικώς ανεξάρτητα από τα ηλεκτροκαρδιογραφικά ημικύματα P.

Rate-Responsive Pacing: Physiological Variables



Physiological Variable	Sensor
Right-ventricle blood temp	Thermistor
ECG stimulus-to-T-wave interval	ECG electrodes
ECG R-wave area	ECG electrodes
*Blood pH	Electrochemical pH electrodes
*Rate of change of right ventricular pressure	Semiconductor strain-gage pressure sensor
Venous blood S_{O_2}	Optical oximeter
Intracardiac volume changes	Electric-impedance plethysmography
Respiratory rate and/or volume	Thoracic electric-impedance plethysmography
Body vibration	Accelerometer

*Not commercially available

Rate-Responsive Pacing: Sensors

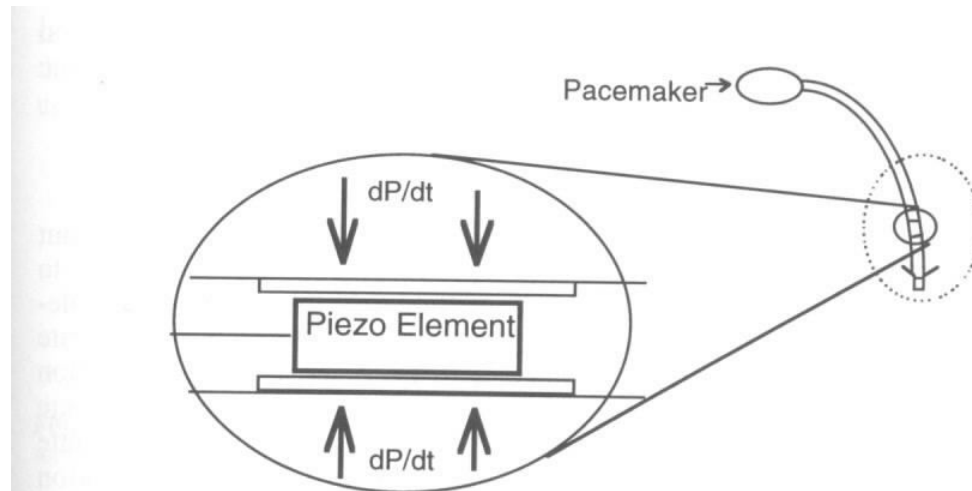


Figure 13.3 Blood pressure derivative sensor. As the blood pressure changes around the sensor, the wall deflection will change. Deflections of the wall apply a force on the piezo element, which creates an electrical signal.



Απινιδωτές (Defibrillators)

- Χρησιμοποιούνται για την αναστροφή του καρδιακού ινιδισμού.
- Ο ινιδισμός οδηγεί στην απώλεια της καρδιακής παροχής και σε μη αντιστρεπτή εγκεφαλική βλάβη ή θάνατο αν δεν αναστραφεί μέσα σε 5 min από την έναρξή του.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ηλεκτροσόκ για να αποκατασταθεί η φυσιολογική δραστηριότητα.
- Υπάρχουν τέσσερις τύποι απινιδωτών:

- AC Defibrillator
- Capacitative-discharge Defibrillator
- Capacitative-discharge Delay-line Defibrillator
- Rectangular-wave Defibrillator

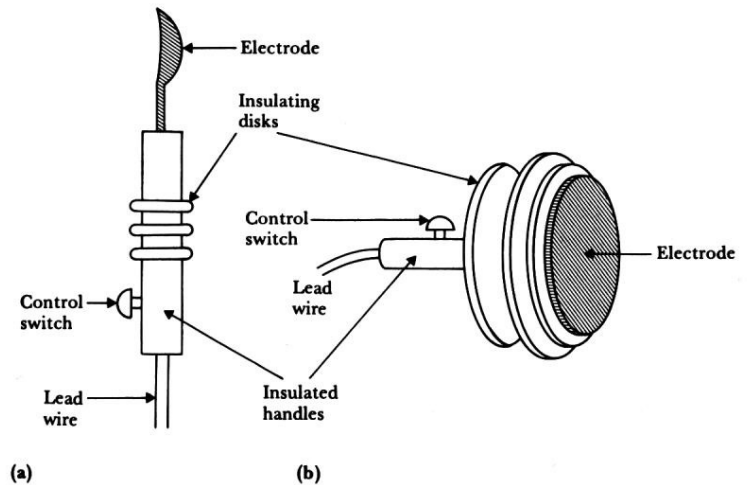


Figure 13.10 Electrodes used in cardiac defibrillation (a) A spoon-shaped internal electrode that is applied directly to the heart. (b) A paddle-type electrode that is applied against the anterior chest wall.

Απινιδωτές: Τύποι ηλεκτροδίων



❖ Απινιδωτές (Defibrillators)

- Με το κύκλωμα αυτό παράγεται ένας βραχύς, μεγάλου πλάτους παλμός απινίδωσης
- Ο ιατρός εκφορτίζει τον πυκνωτή πατώντας τον κατάλληλο διακόπτη όταν τα ηλεκτρόδια είναι σε επαφή
- Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία, ο διακόπτης επιστρέφει αυτόματα στην αρχική του θέση
- Με αυτόν το σχεδιασμό ο απινιδωτής χρησιμοποιεί:
 - ✓ 50 έως 100 Joules ενέργειας όταν τα ηλεκτρόδια εφαρμόζονται κατευθείαν στην καρδιά
 - ✓ Εως 400 Joules όταν εφαρμόζουν εξωτερικά
 - ✓ Οι πυκνωτές είναι από 10 έως 50μF
 - ✓ Η τάση για αυτούς τους πυκνωτές και για τη μέγιστη ενέργεια (400J) κυμαίνεται από 1 έως 3 kV

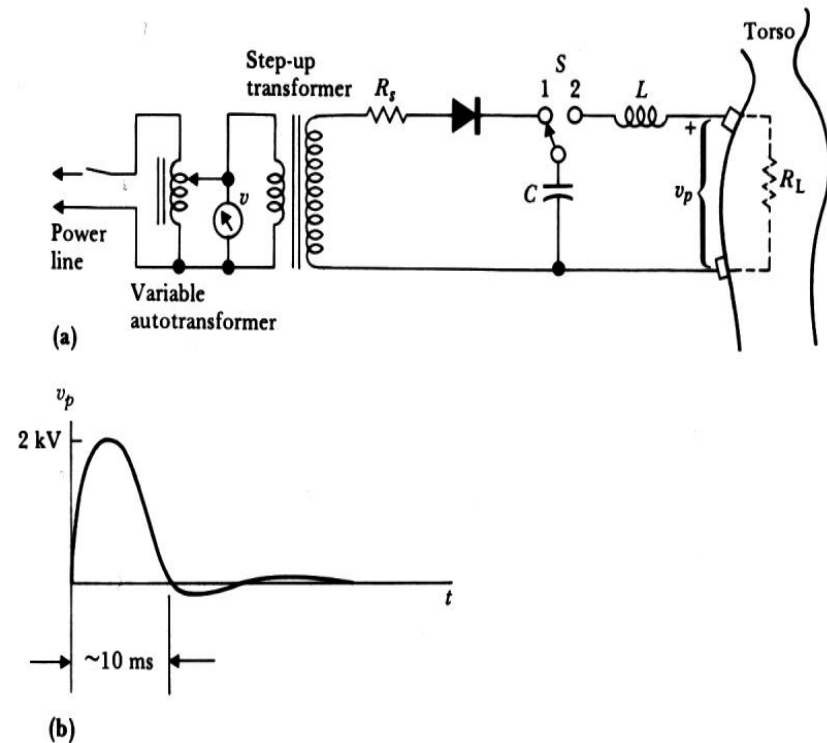


Figure 13.9 (a) Basic circuit diagram for a capacitive-discharge type of cardiac defibrillator. (b) A typical waveform of the discharge pulse. The actual waveshape is strongly dependent on the values of L , C , and the torso resistance R_L .

• Η ενέργεια που αποθηκεύεται στον πυκνωτή:

$$E = \frac{Cv^2}{2}$$

⚡ Ηλεκτρομυογράφημα

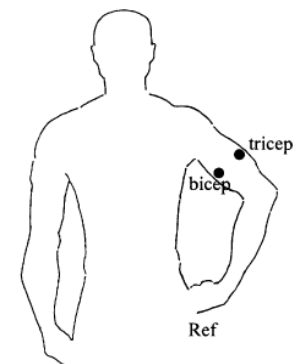
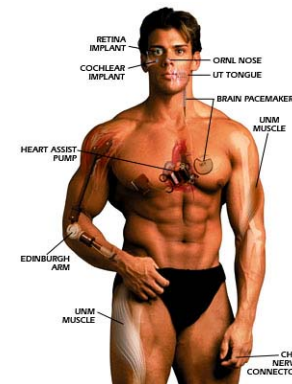
(Από σημειώσεις στο διαδίκτυο των κ.κ. Δημήτρη Κουτσούρη, Καθηγητή Ε.Μ.Π. και Γιώργου Ματσόπουλου, Ερευνητή ΕΠΙΣΕΥ-Ε.Μ.Π.)

Ορισμός

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

Τοποθετώντας δύο ηλεκτρόδια στην επιφάνεια του δέρματος, πάνω από τον αντίστοιχο μυ ή εισάγοντας βελονοειδή ηλεκτρόδια μέσα στο μυ, είναι δυνατή η ηλεκτρική καταγραφή της διέγερσής του, που καλείται **ηλεκτρομυογράφημα (EMG - ΗΜΓ)**.

Το ηλεκτρομυογράφημα είναι μια τεχνική καταγραφής των αλλαγών του ηλεκτρικού δυναμικού του μυός, όταν διεγείρεται για συστολή. Είναι δηλαδή, το αλγεβρικό άθροισμα όλων των συμπεριλαμβανομένων δυναμικών δράσης των κινητικών μονάδων ενός μυ, τα οποία μεταδίδονται κατά μήκος των μυϊκών ινών που βρίσκονται μεταξύ των ηλεκτροδίων καταγραφής.



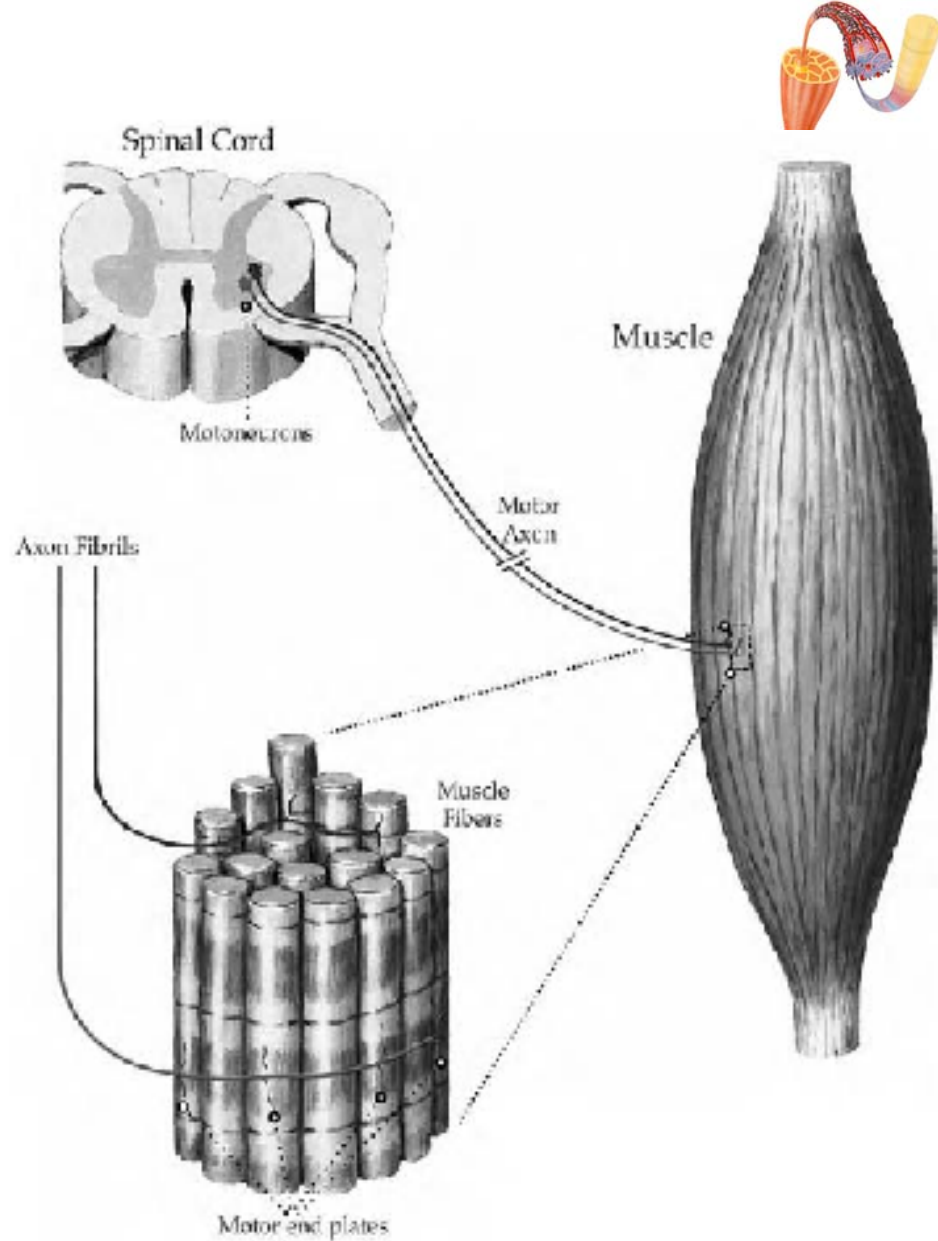
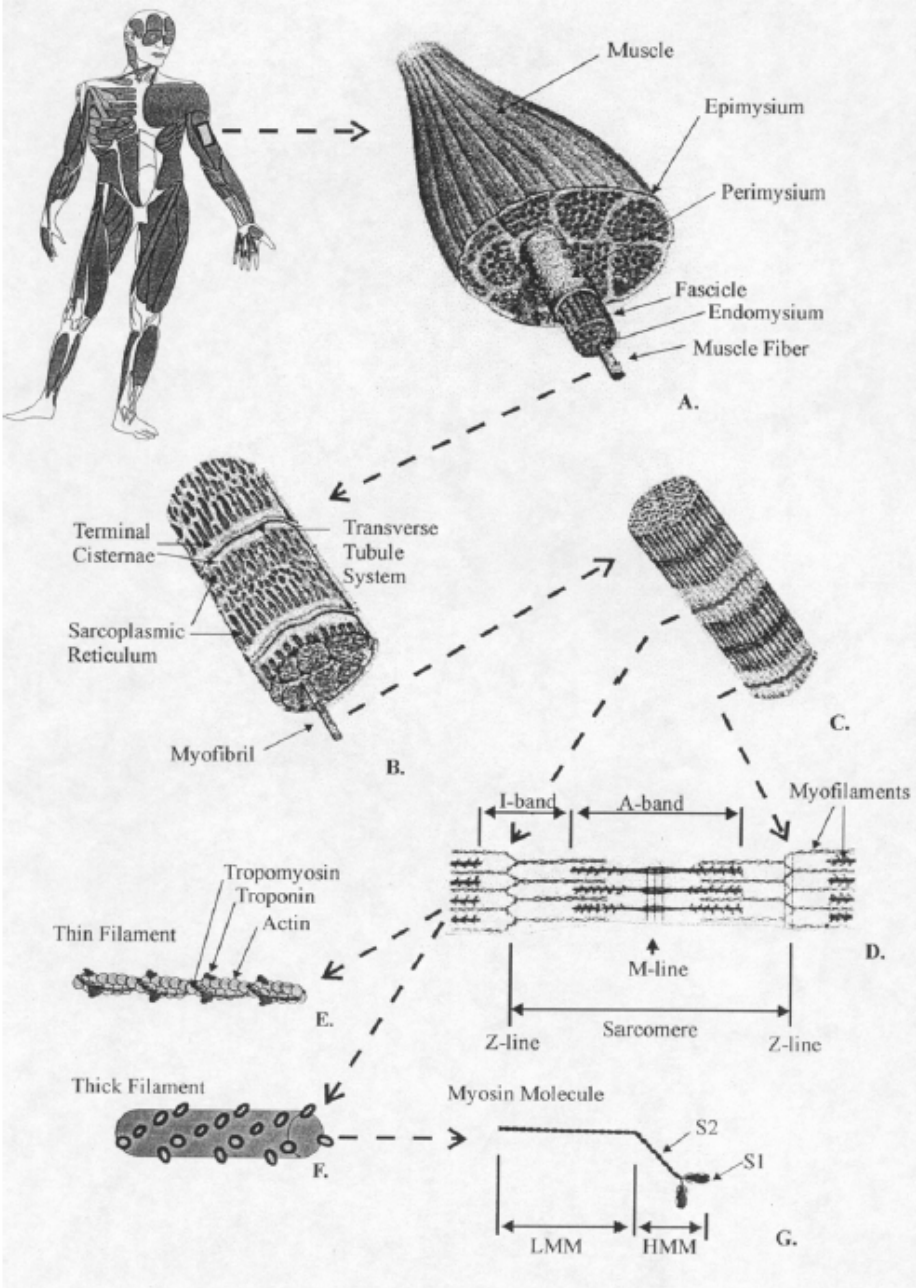
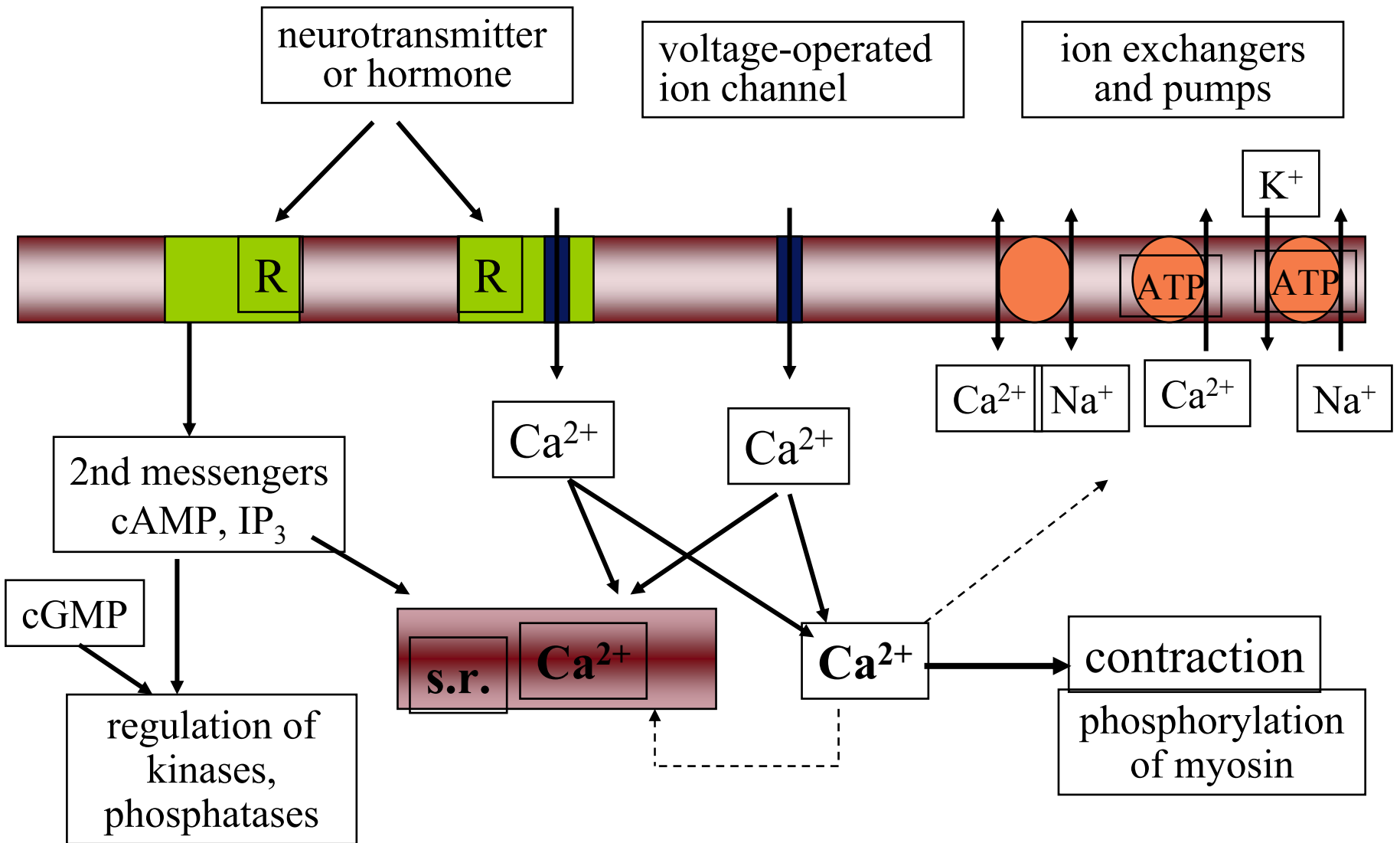


Figure 12.3. Diagram of two motor units. (Modified from slide 3705 of Netter, 1991).

Σχηματική αναπαράσταση της δομής του μυός

👉 Σχηματική αναπαράσταση του μηχανισμού της μυϊκής συστολής



Nerve Activation of Individual Muscle Cells

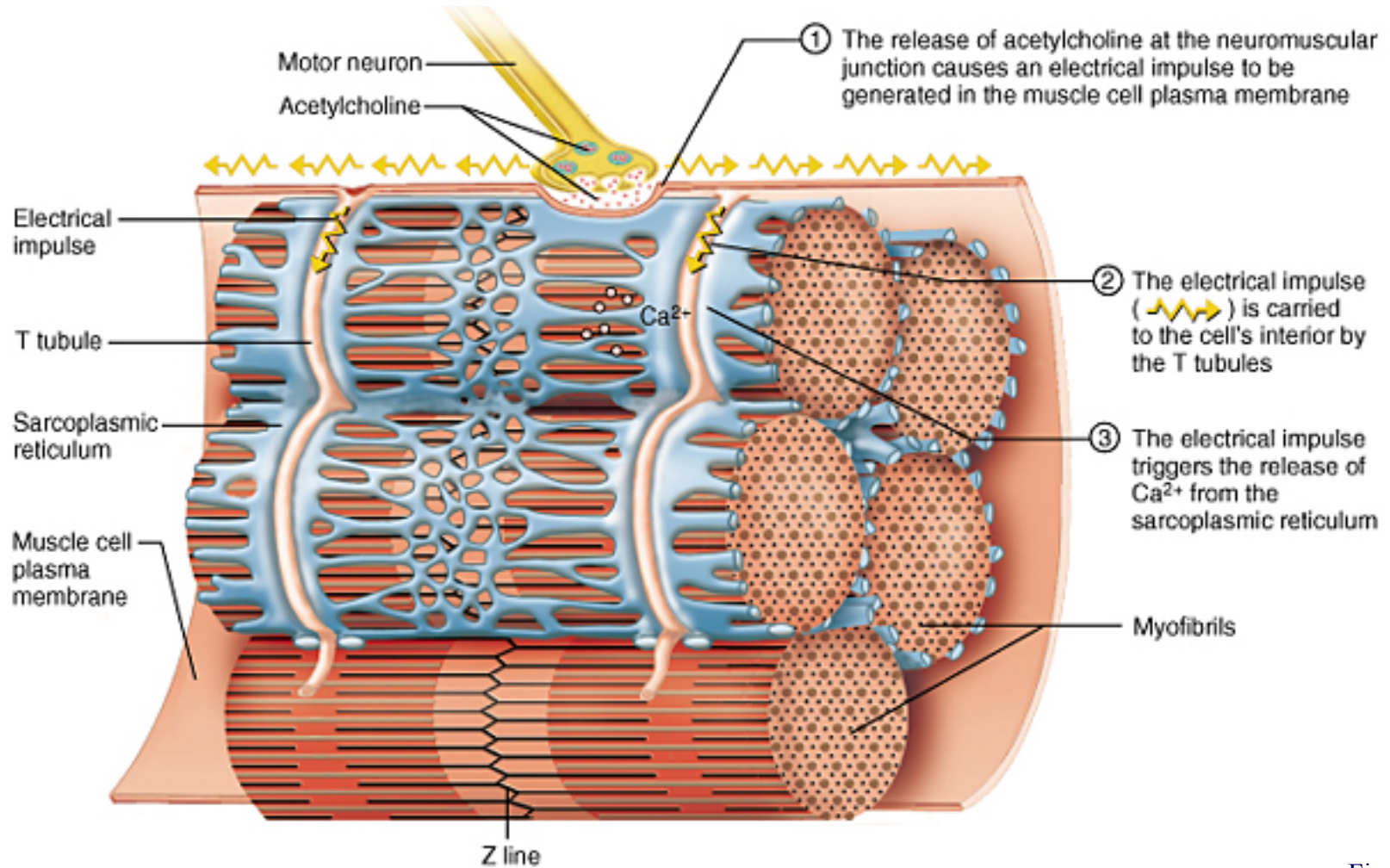
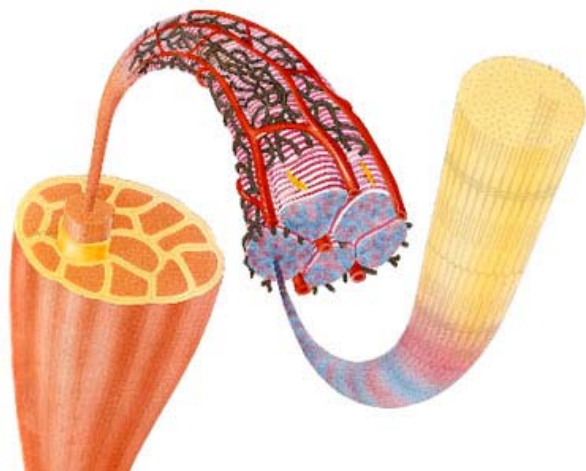
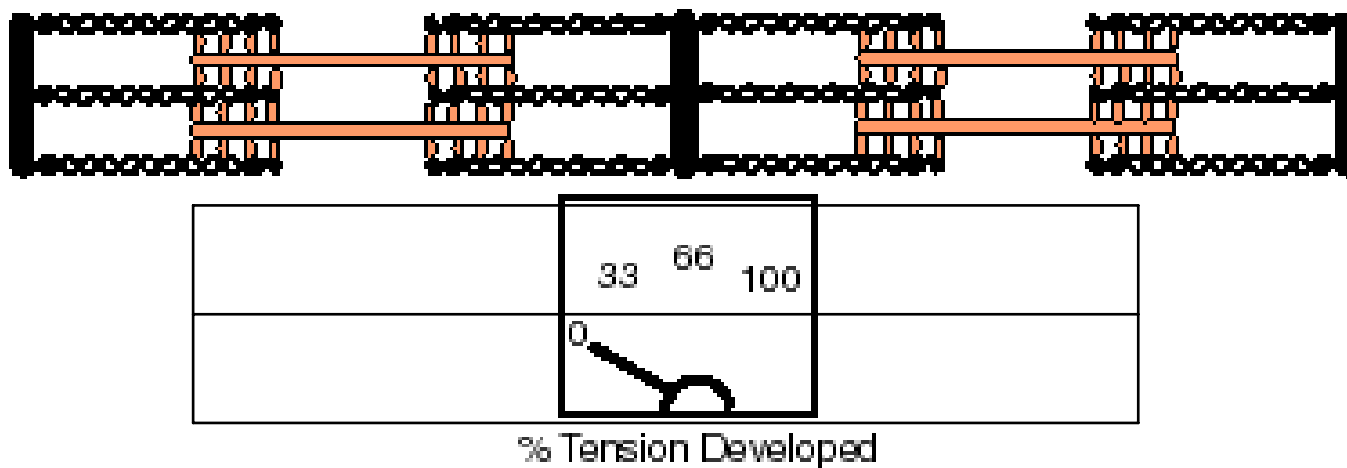


Figure 6.6
Slide 6.5B



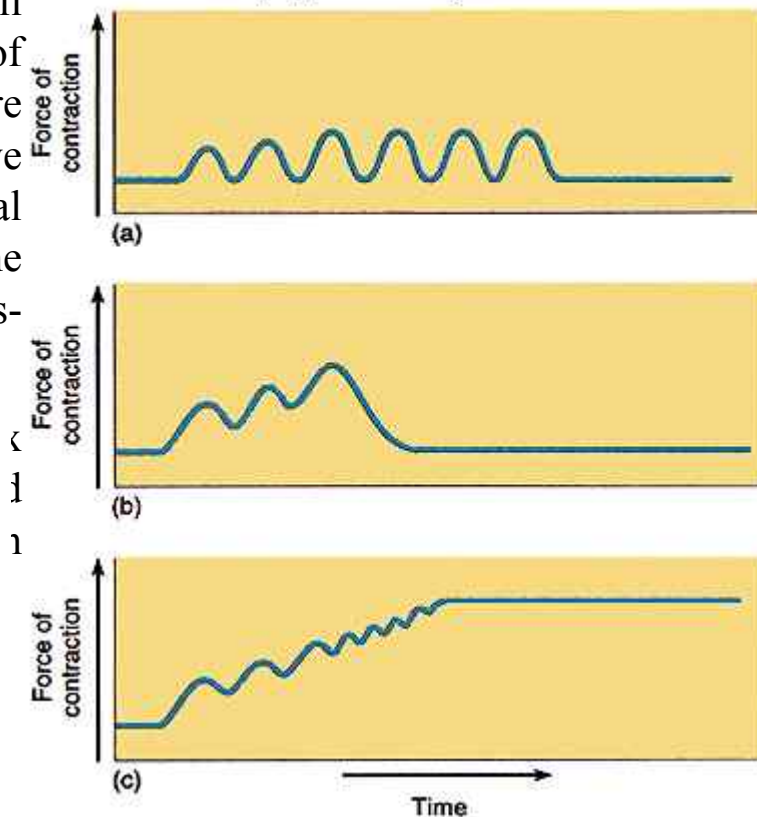
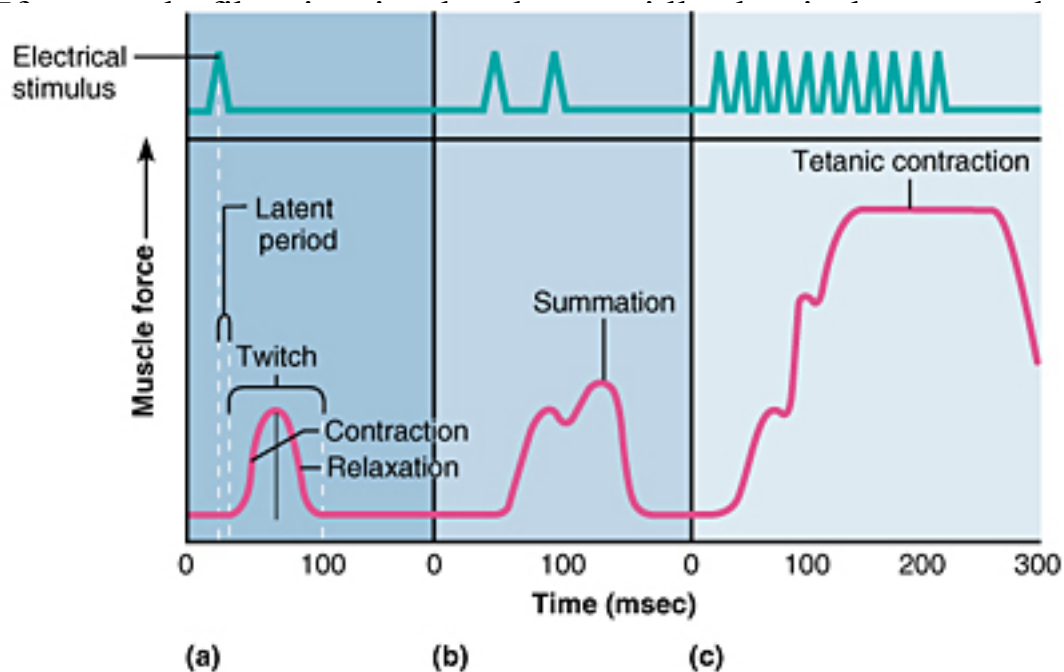
• **Το Ηλεκτρομυογράφημα (EMG)** καταγράφει το ηλεκτρικό δυναμικό ενός μυός όταν διεγείρεται για συστολή. Χρησιμοποιείται για την μελέτη της μυϊκής λειτουργίας και συναρμογής, για την εξακρίβωση του τρόπου εκτέλεσης κινήσεων των διαφόρων μερών του σώματος καθώς και για την μελέτη προκλητών παραμορφώσεων ή τη μεταβολή του όγκου μυών όπως το στομάχι.



Wave Summation - an increase in the frequency with which a muscle is stimulated increases the strength of contraction. This is illustrated in (b). With rapid stimulation (so rapid that a muscle does not completely relax between successive stimulations), a muscle fiber is re-stimulated while there is still some contractile activity. As a result, there is a 'summation' of the contractile force. In addition, with rapid stimulation there isn't enough time between successive stimulations to remove all the calcium from the sarcoplasm. So, with several stimulations in rapid succession, calcium levels in the sarcoplasm increase. More calcium means more active cross-bridges and, therefore, a stronger contraction.

Hole's Human Anatomy and Physiology, 7th edition, by Shier, et al.
copyright ©1996 TM Higher Education Group, Inc.

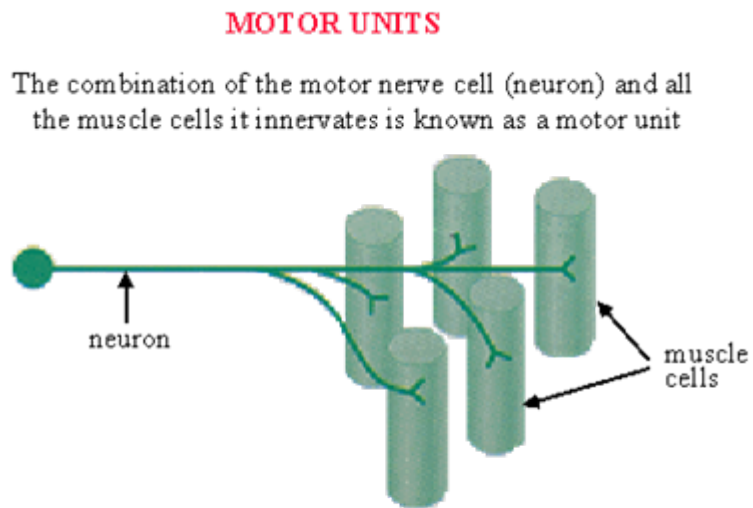
Myograms. Figure 9.16



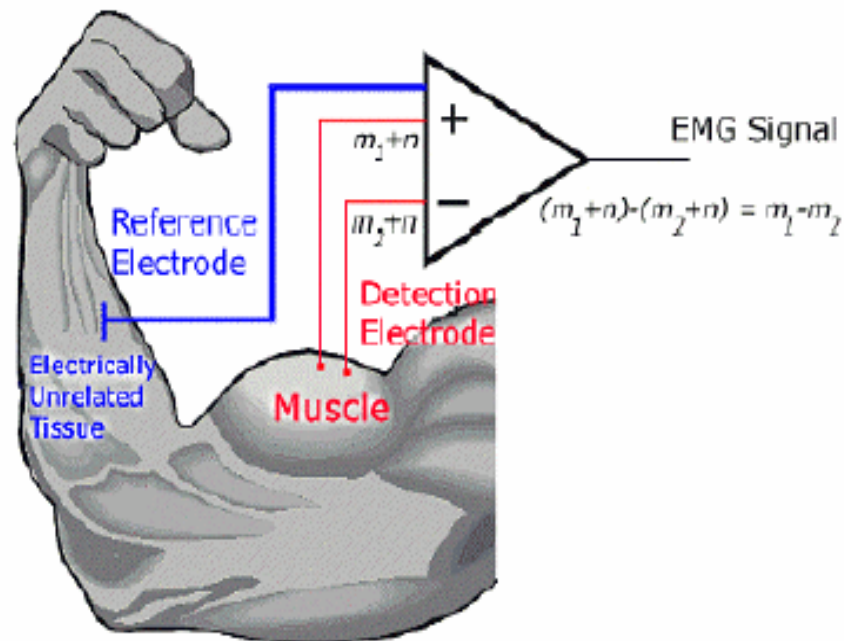


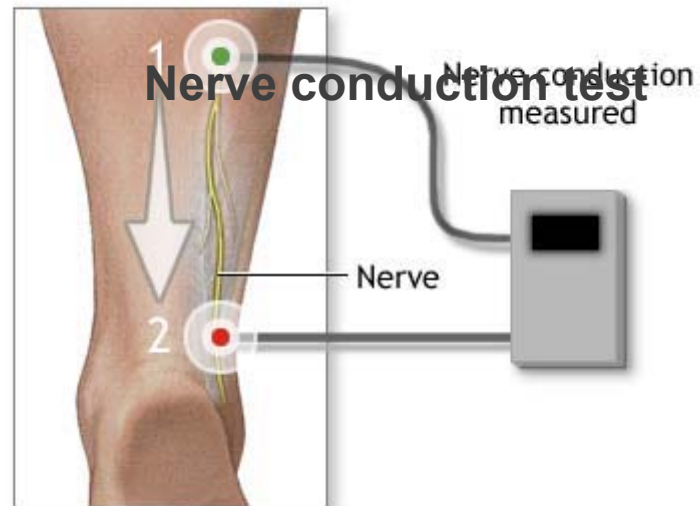
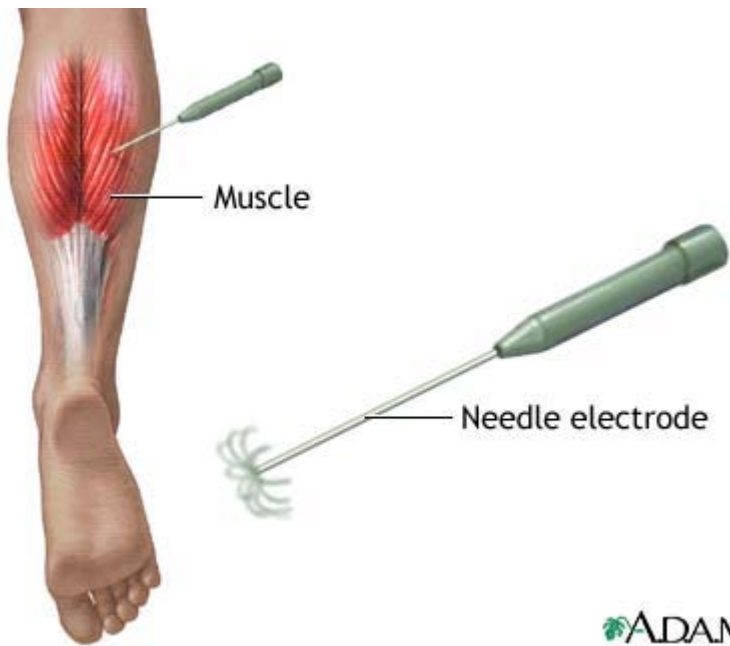
Λήψη και καταγραφή του ΗΜΓ σήματος

• Για την καταγραφή των μυοηλεκτρικών σημάτων απαιτείται συγκεκριμένος εξοπλισμός. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται διακρίνεται σε δύο γενικές κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τη λήψη, ενίσχυση και καταγραφή του μυοηλεκτρικού σήματος, ενώ η δεύτερη την επεξεργασία του σήματος και περιλαμβάνει όλα τα φίλτρα, τους ολοκληρωτές και κάθε άλλο τμήμα του εξοπλισμού χρήσιμο για την τροποποίηση της μορφής του μυοηλεκτρικού σήματος και την περαιτέρω ανάλυσή του. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται κατά τη λήψη του σήματος θεωρητικά δεν έχει καμιά επίδραση στο περιεχόμενο της πληροφορίας.

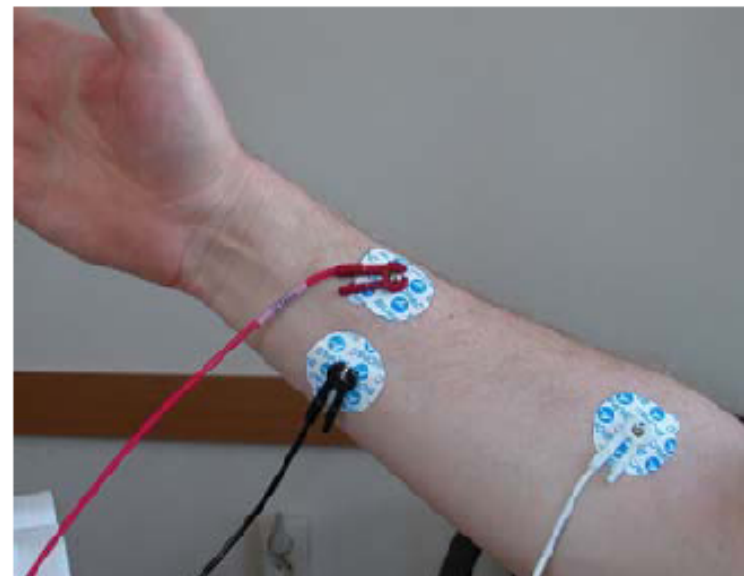
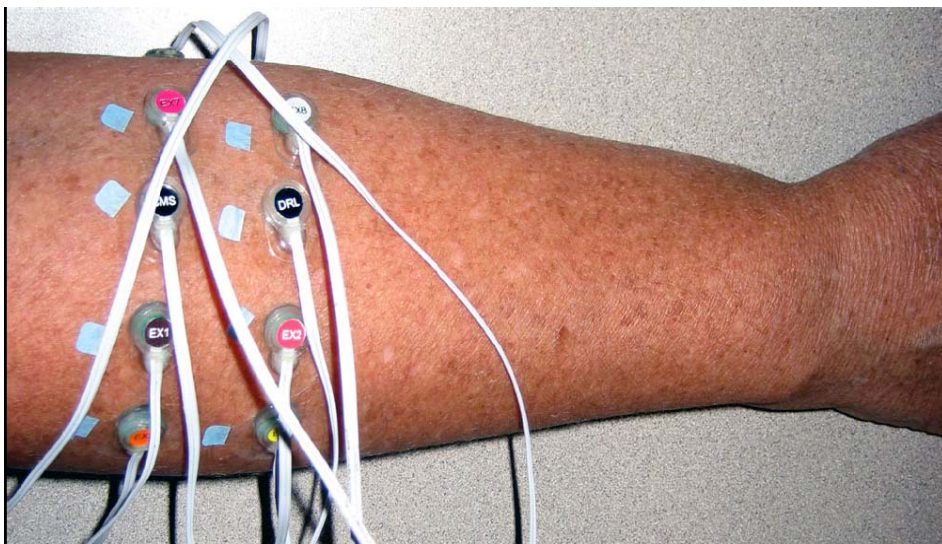


When an electrical impulse travels down the axon, all muscle cells attached to the motor unit contract simultaneously

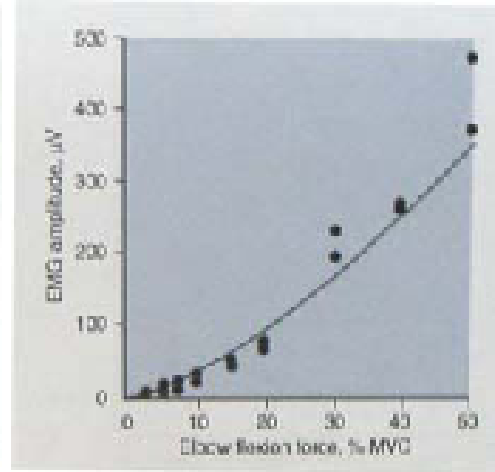
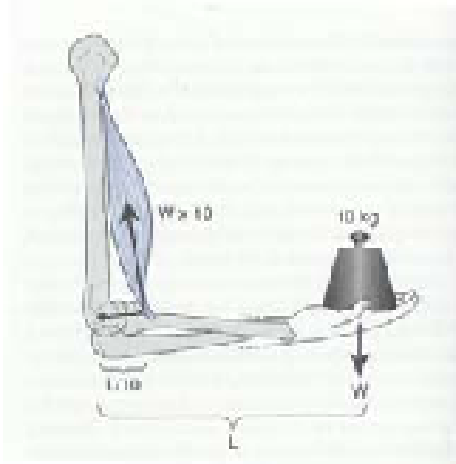




EMG - Electrode setting



Relation between EMG and muscle force



From Astrand, PO., et al, 2008

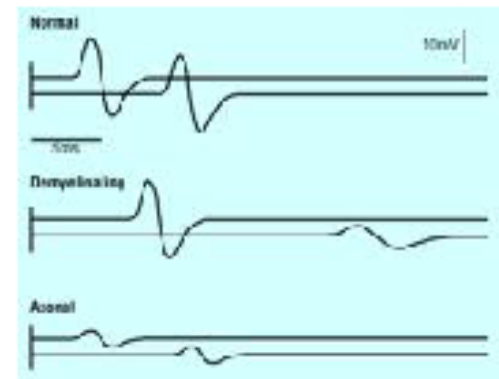
2008-09-25

C Gao

Motor nerve conduction studies



<http://www.pitt.edu/~zml/handlab/image/EMG.JPG>



<http://www.blackwellpublishing.com/matthews/actionp.html>



Καταγραφή δυναμικών

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

Η λήψη του μυοηλεκτρικού σήματος επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτροδίων.

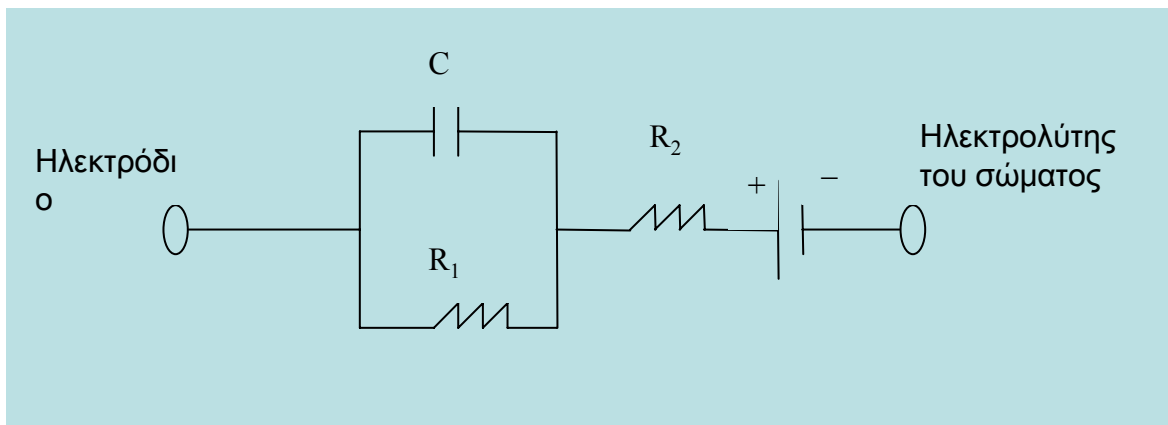
Τα ηλεκτρόδια διακρίνονται κατά κανόνα σε δύο τύπους:

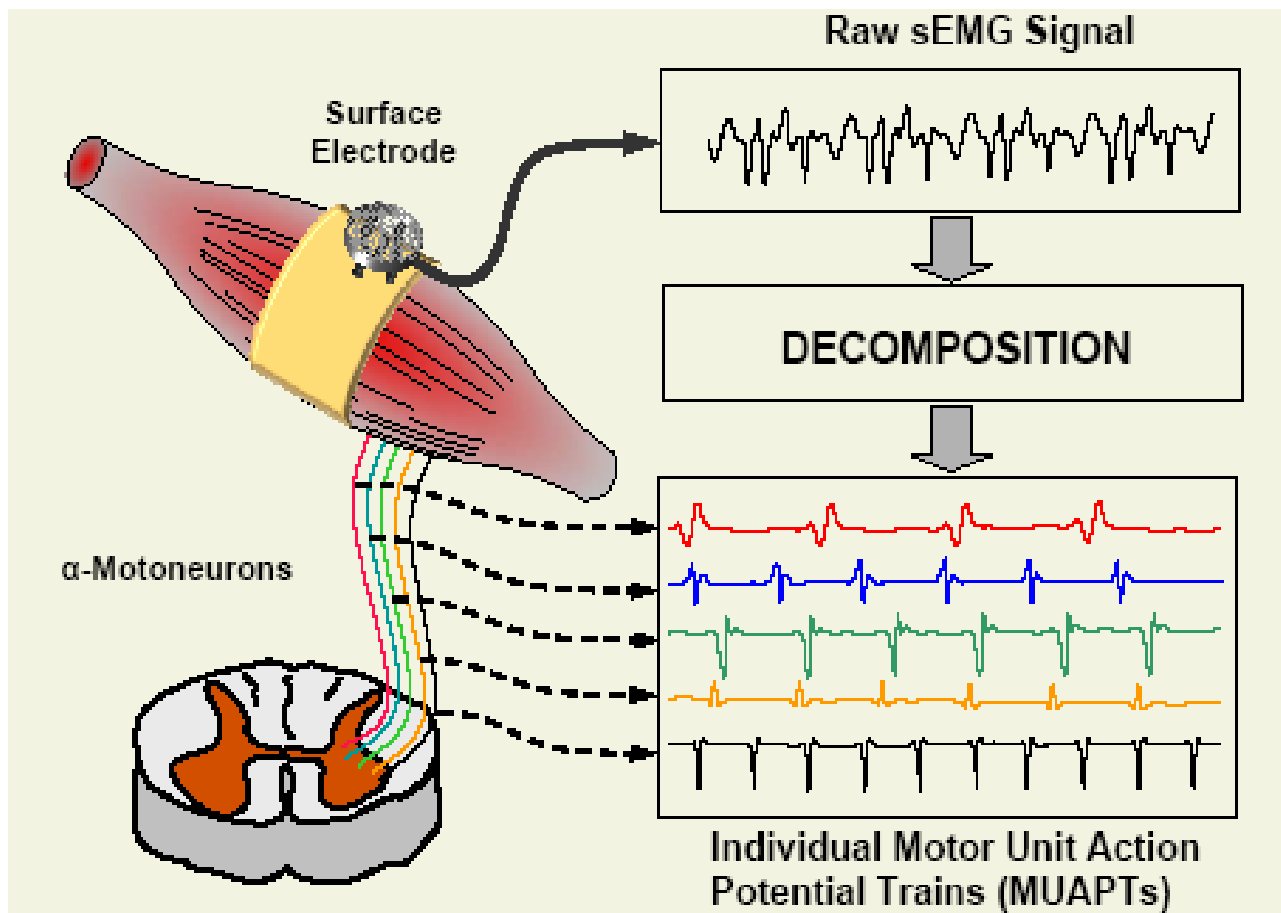
- **Επιφανειακά ηλεκτρόδια** (surface electrodes)
- **Ηλεκτρόδια βάθους** (indwelling intramuscular electrodes)

Τα επιφανειακά ηλεκτρόδια διακρίνονται σε:

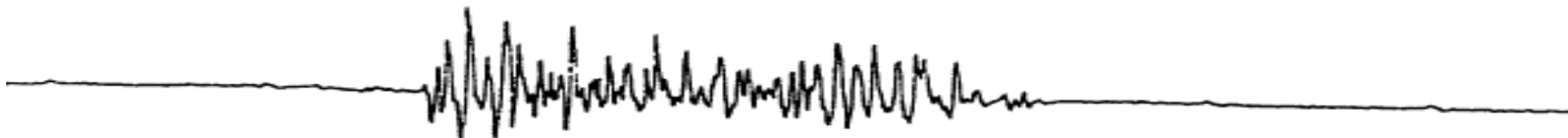
- α) Παθητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια (passive surface electrodes) και
- β) ενεργητικά επιφανειακά ηλεκτρόδια (active surface electrodes)

Σε όλα τα ηλεκτρόδια η διπλή επιφανειακή φορτισμένη στιβάδα τους λειτουργεί ως πυκνωτής. Έτσι, όταν το ηλεκτρόδιο έρθει σε επαφή με το ανθρώπινο σώμα, αυτό αντιστοιχεί με ένα δυναμικό παράλληλο σε σύστημα RC.





- **Amplitude:** 1-10 mV
- **Bandwidth:** 20-2000 Hz
- **Main sources of errors are 50/60 Hz and RF interference**
- **Applications:** muscle function, neuromuscular disease, prosthesis



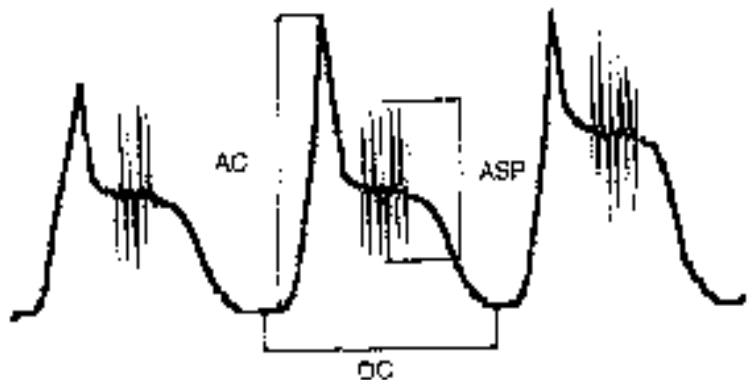


Fig. 1



Fig. 2

Fig. 1. Parameters of EMG signals determined manually: DC is the complex duration; AC is the complex amplitude; ASP is the amplitude of the spike potentials.

Fig. 2. Rhythmic EMG curve in a patient with resolving peritonitis.

*Biomedical Engineering Pol. 31, No. 3,
1997*

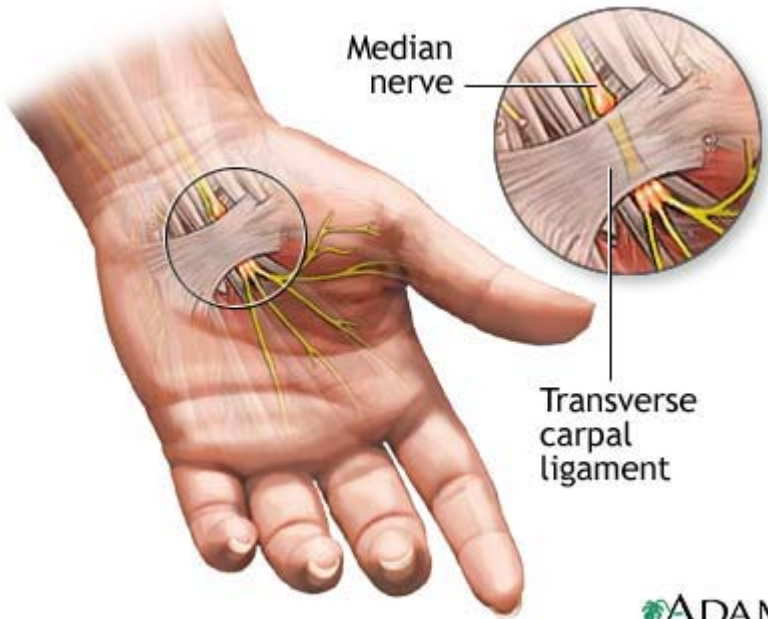
**AUTOMATED MONITORING OF
MYOELECTRICAL ACTIVITY OF
THE SMALL INTESTINE IN PATIENTS
WITH PERITONITIS**

**S. A. Gasparyan, S. L. Shvyrev, and T. V.
Zarubina**



Fig. 3

Fig. 3. Arrhythmic EMG curve in a patient with persistent peritonitis.



Grand challenge for EAP
Arm wrestling with human



Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ - EEG)

Τα ηλεκτρικά σήματα του εγκεφάλου καταγράφονται ως διαφορές δυναμικού των κατάλληλα τοποθετημένων ηλεκτροδίων. Ένα ηλεκτρολυτικό διάλυμα σε μορφή αλοιφής χρησιμοποιείται για αύξηση της αγωγιμότητας και καλύτερη σύζευξη ηλεκτροδίου – επιδερμίδας. Οι συχνότερες τεχνικές καταγραφής ΗΕΓ είναι δύο: η **μονοπολική και η διπολική απαγωγή**. Ένα ΗΕΓ καταγράφεται με τη βοήθεια ηλεκτροδίων τοποθετημένων είτε πάνω στην επιφάνεια του δέρματος του κεφαλιού, οπότε και ονομάζεται μη επεμβατικό ΗΕΓ, ή κάτω από το κρανίο σε διάφορα σημεία του εγκεφάλου, οπότε ονομάζεται επεμβατικό.

Το μη επεμβατικό ΗΕΓ συνηθίζεται σε μια προγραμματισμένη ψυχιατρική ή νευρολογική εξέταση, ενώ το επεμβατικό απαιτεί πολύπλοκότερη διαδικασία, αφού για την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων είναι απαραίτητη η διεξαγωγή χειρουργικής επέμβασης. Τέτοιες καταγραφές γίνονται σε περιπτώσεις που απαιτείται χειρουργική αντιμετώπιση επιληπτικών κρίσεων και άλλων διαταραχών, ή σε πειραματόζωα για ερευνητικούς σκοπούς.

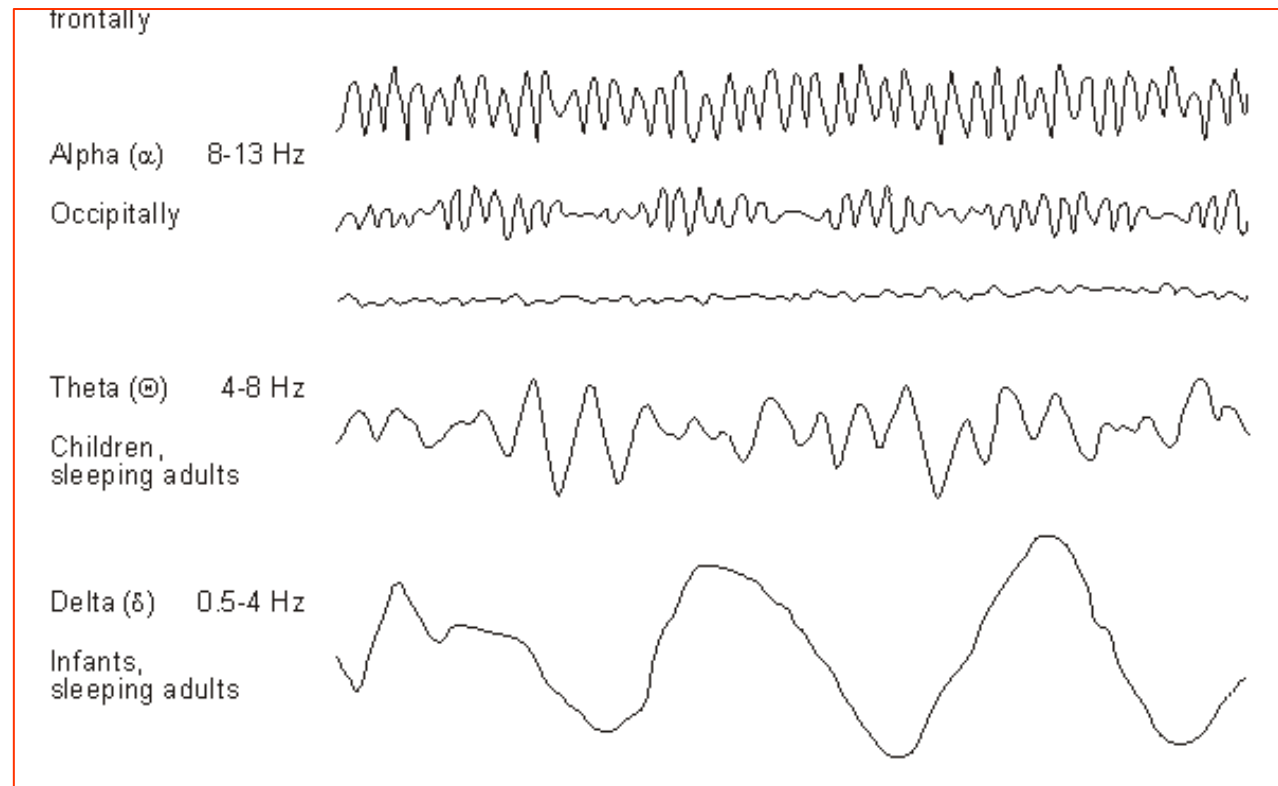
Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ - EEG)



Το φάσμα της συχνότητας του ΗΕΓ που εκτείνεται από τιμές μικρότερες του 1 Hz μέχρι μερικές δεκάδες Hz, μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις περιοχές συχνοτήτων που αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως **ρυθμοί του ΗΕΓ**:

δέλτα, θήτα, άλφα και βήτα ρυθμός.

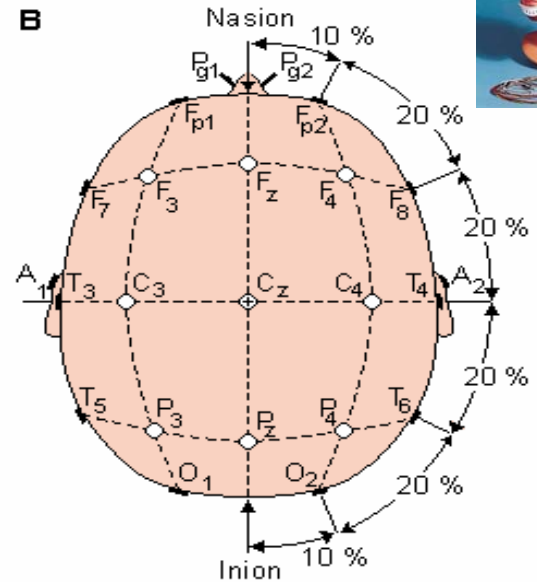
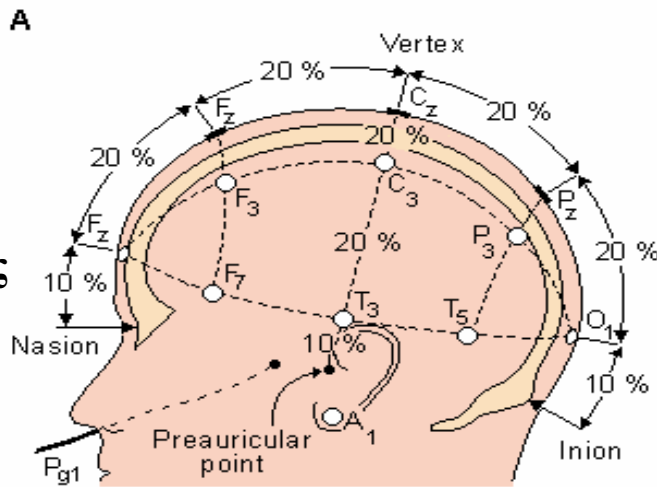
ΡΥΘΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (Hz)	ΠΛΑΤΟΣ (μV)
Δέλτα	0 – 4	έως 200
Θήτα	4 – 8	έως 100
Άλφα	8 – 12	έως 30
Βήτα	12 – 30	έως 30





Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ - EEG)

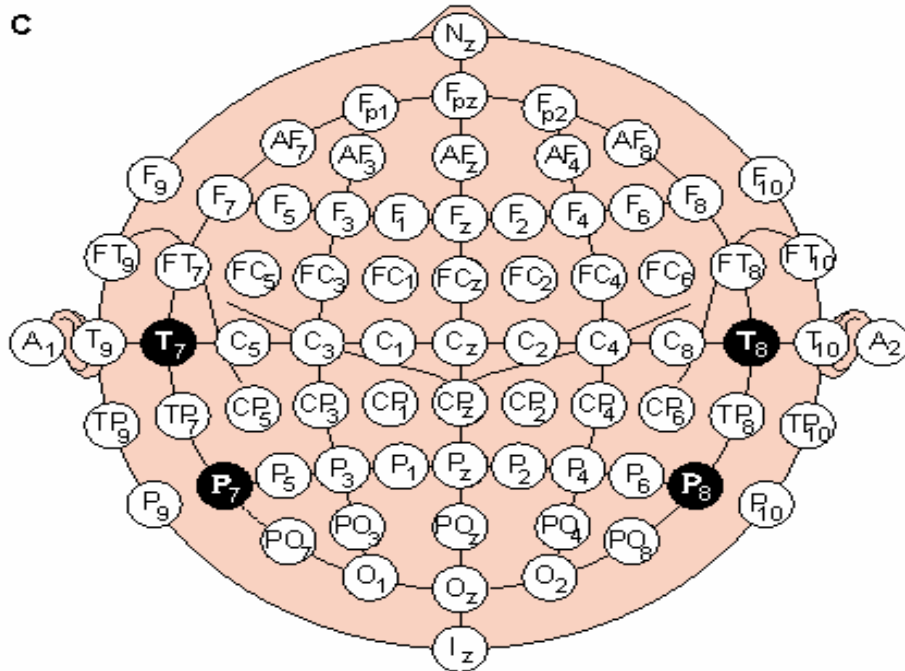
Για την επιλογή των θέσεων του κάθε ηλεκτροδίου πάνω στο κεφάλι έχουν δημιουργηθεί διάφορα πρότυπα αυτό όμως που επικράτησε είναι το **Διεθνές Σύστημα 10-20**. Η ονομασία του συστήματος οφείλεται στην επιλογή του 20% της αποστάσεως μεταξύ των δύο αυτιών ως την απόσταση ανάμεσα σε δύο οποιαδήποτε ηλεκτρόδια και στην επιλογή του 10% της αποστάσεως μεταξύ των δύο αυτιών ως την απόσταση από το αυτί στο κοντινότερο προς αυτό ηλεκτρόδιο του. Επιπρόσθετα, απαγωγές τοποθετούνται στους λοβούς των αυτιών καθώς και σε θέσεις κοντά στα μάτια.



Σχήμα: A) και B)
 Σχηματική περιγραφή της
 θέσης των ηλεκτροδίων
 σύμφωνα με το Διεθνές
 Σύστημα 10 – 20.

C) Το διευρυμένο σύστημα
 10 – 20 (extended
 International 10 – 20
 System).

(Από: Malmivuo J. and
 Plosney R.,
 “Bioelectromagnetism.
 Principles and Applications
 of Bioelectric and
 Biomagnetic Fields”, Oxford
 University Press, New York,
 Oxford 1995.)

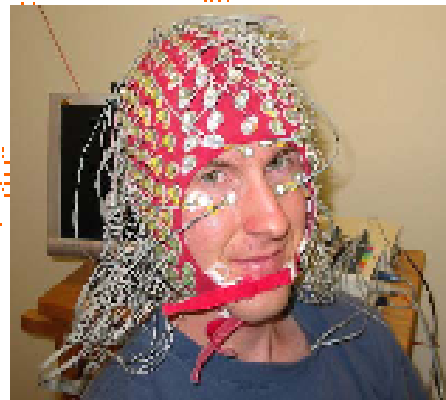




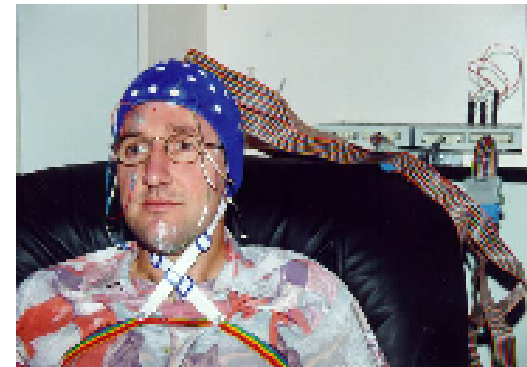
↳ However, recently electrode-caps allowed additional (64-128) electrodes to be used.



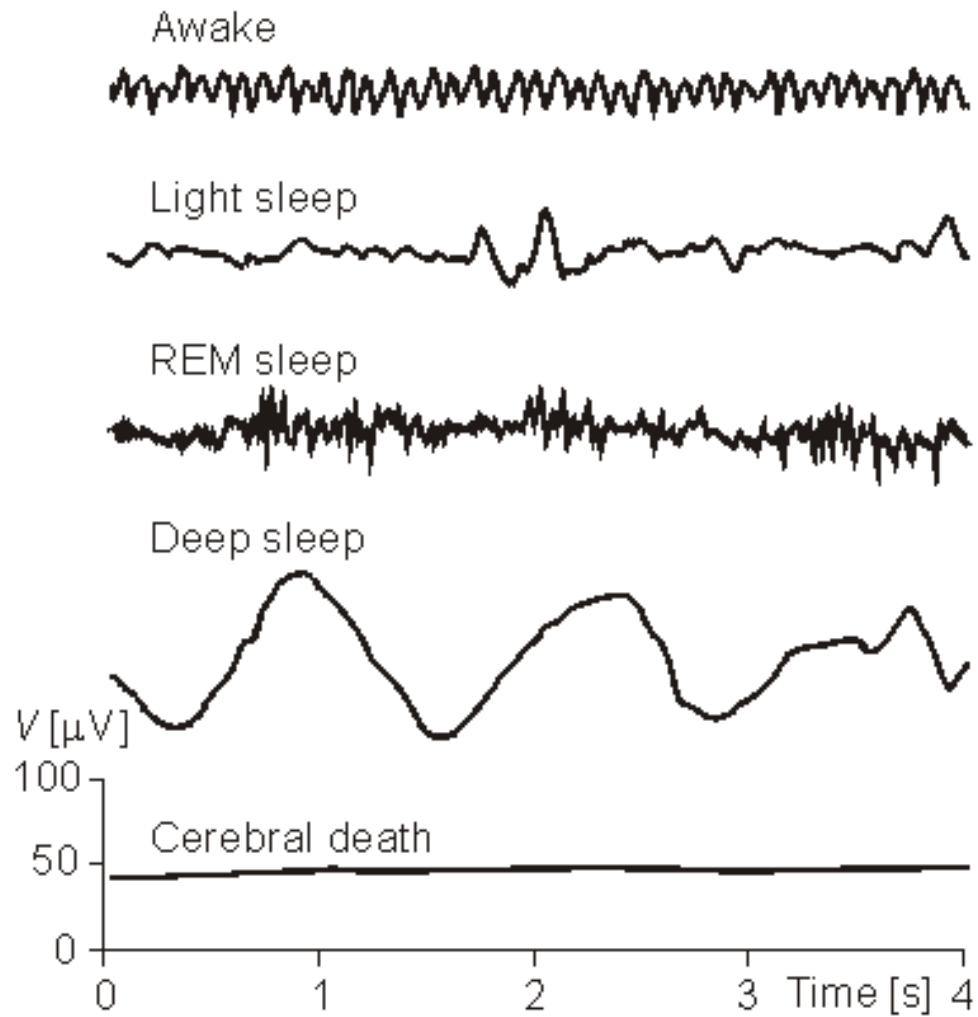
<http://www.bnlifz.org/race/eeeg2.htm>



<http://leng9.ucsd.edu/~phammon/>



<http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/other/eeeg/>

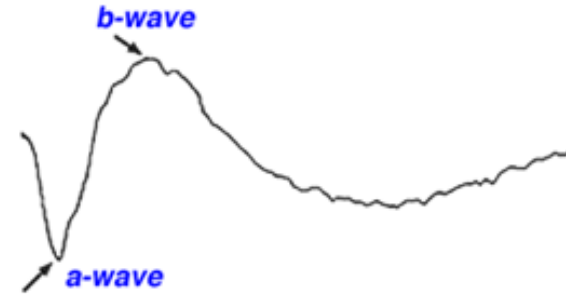
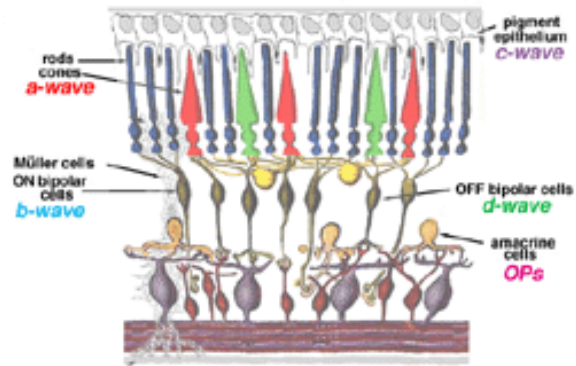


Κυματομορφές κατά την διάρκεια διάφορων επιπέδων εγρήγορσης

👁 Ηλεκτροαμφιβληστροειδογράφημα

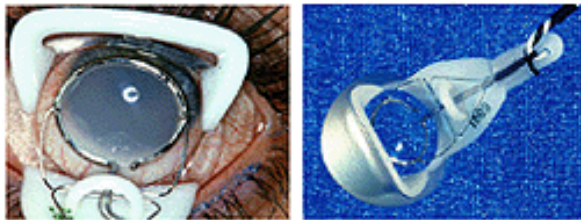


<http://www.metrovision.fr/mv-electrodes-lm01.gif>

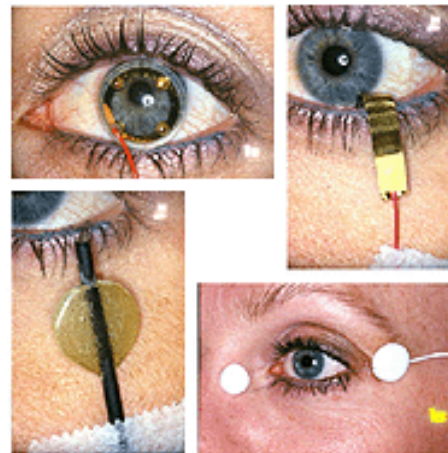


The basic waveform of the ERG

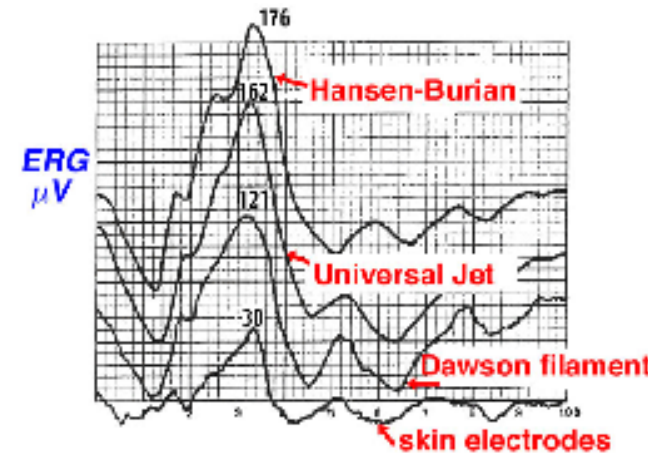
Burian speculum type electrodes



Cotton wick electrodes



some corneal ERG electrodes



👁 Ηλεκτροοφθαλμογράφημα

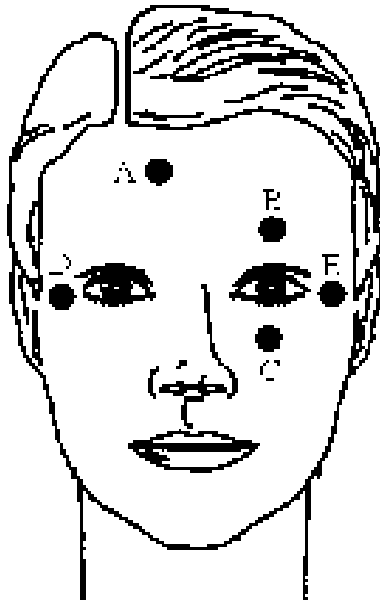


Fig 2.- Electrodes placement.



<http://www.metrovision.fr/>

- Amplitude: 0.01-0.1 mV
- Bandwidth: DC-10 Hz
- Primary sources of error include skin potential and motion
- Applications: eye position, sleep state, vestibulo-ocular reflex





Guidance of a wheelchair using electrooculography

RAFAEL BAREA, LUCIANO BOQUETE, ELENA LÓPEZ, MANUEL MAZO.

Electronics Department

University of Alcalá.

Alcalá de Henares. Madrid.

SPAIN.

e-mail: barea@depeca.alcala.es <http://www.depeca.alcala.es>

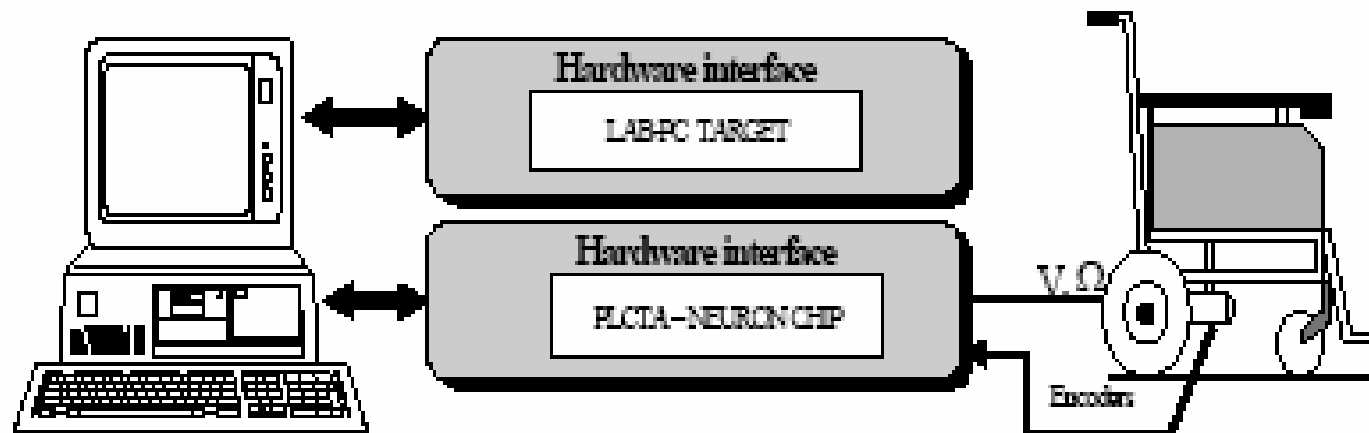


Fig 7.- Wheelchair control system.



Biosignals Recording:

ElectroMyoGraphy – electric activity of **skeletal muscles**

ElectroRetinoGraphy – electric activity of **retina**

ElectroOculoGraphy – electric activity of **eye movements**

ElectroHysteroGraphy – electric activity of **hystera (uterus)**

ElectroGasteroGraphy – electric activity of **stomach**

MagnetoEncephaloGraphy – electric activity of **brain**

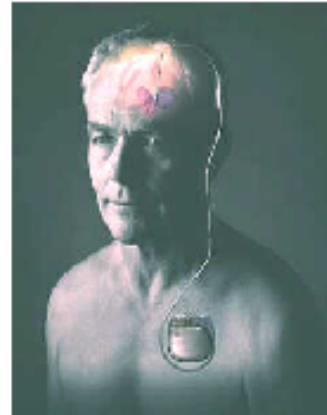
...

Electrical Stimulation

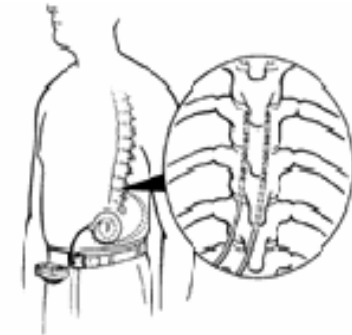
Examp



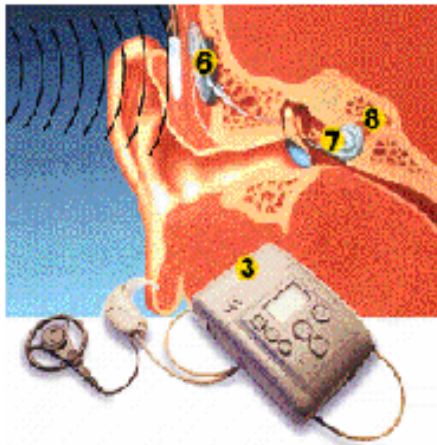
Cardiac Pacemaker



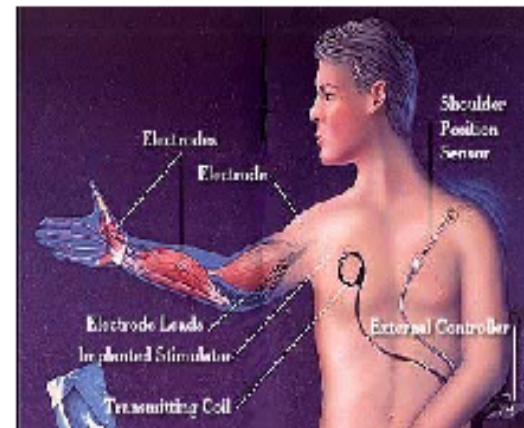
Deep-brain Stimulator



**Advanced Pain Therapy -
*Neurostimulation***



Cochlear Implant



Functional Electrical Stimulation
- restoring function through electrical stimulation -

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Φυσική του ανθρώπινου σώματος, CAMERON J. SKOFRONICK J. GRANT R. Επιμέλεια:Ε. Γεωργίου - Ε. Γιακουμάκη - Σ. Κόττου - Κ. Νταλλές - Α. Σερέφογλου - Α. Σκυλάκου Λουίζη, Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ, 2002.
2. ΠΑΥΛΟΥ Κ. ΤΟΥΤΟΥΖΑ, Κ Α Ρ Δ Ι Ο Λ Ο Γ Ι Α, Ηλεκτρονική Έκδοση, ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
3. Κάβουρας Δ. Επεξεργασία σήματος και εικόνας I. ΤΕΙ Αθήνας
4. Κουτσούρης Δ, Παυλόπουλος Σ, Πρέντζα Α. Εισαγωγή στη Βιοϊατρική τεχνολογία και ανάλυση ιατρικών σημάτων. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσ/κη 2003
5. Therapeutic/Prosthetic Devices – Pacemakers & Defibrillators, Dr. Nitish V. Thakor, Biomedical Instrumentation, JHU Applied Physics Lab.