



## Μετρήσεις βιοϊατρικών μεγεθών

Οι διαφάνειες αποτελούν υλικό του βιβλίου:

### ***Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου***

### ***Τεχνολογία μετρήσεων***

2η Αναθεωρημένη Έκδοση

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22694842

Έκδοση: 2η Έκδοση/2013

ISBN: 978-960-418-386-9

Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

## Βασικοί ορισμοί

- ✓ **Βιολογικά σήματα ή βιοσήματα:** ηλεκτρικά δυναμικά που προκαλούνται από διεργασίες βιολογικών οργανισμών
- ✓ **Βιοηλεκτρισμός:** φαινόμενο στη φύση διότι οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από θετικά και αρνητικά ιόντα σε διάφορες συγκεντρώσεις
- ✓ **Χαρακτηριστικά βιοσημάτων:** πλάτος, χρόνος ανόδου, περίοδος
- ✓ **Παρέχουν πληροφορίες:** παθοφυσιολογικών μηχανισμών για τη λειτουργία ενός βιολογικού οργανισμού από κυτταρικό επίπεδο έως επίπεδο ιστών.

## Βασικοί ορισμοί

**Ηλεκτροφυσιολογία:** η επιστήμη συλλογής, επεξεργασίας και μελέτης βιοσημάτων

Ασχολείται με τις μετρήσεις ηλεκτρικού δυναμικού δράσης (action potential) καθώς και των ρευμάτων σε ιονικά κανάλια ή σε ολόκληρους ιστούς για την ανίχνευση, επεξεργασία καταγραφή και συσχέτιση τους με βιολογικά φαινόμενα.

**Πειράματα Luigi Galvani (1791) – animal electricity:** συστολή βατραχοπόδαρων με εφαρμογή ηλεκτρικών φορτίων

Καθιερώθηκες ως επιστημονικός κλάδος της ιατρικής

## Βασικά κλινικά καταγραφικά

Το **Ηλεκτροκαρδιογράφημα (ECG)** που ανιχνεύει παραγόμενα ηλεκτρικά δυναμικά από τη λειτουργία της καρδιάς και χρησιμοποιείται στην ανίχνευση και τη πρόληψη καρδιακών συμβάντων όπως εμφραγμα κ.λ.π.

Το **Ηλεκτρονευρογράφημα (ENG)** που ανιχνεύει ηλεκτρικά σήματα σε απόκριση κάποιου ερεθίσματος, καταγράφοντας την ταχύτητα μετάδοσης του δυναμικού δράσης (action potential) κατά μήκος μιας νευρικής ίνας.

## Βασικά κλινικά καταγραφικά

Το **Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG)** που ανιχνεύει παραγόμενα ηλεκτρικά δυναμικά της εγκεφαλικής δραστηριότητας

Το **Ηλεκτρομυογράφημα (EMG)** που ανιχνεύει ηλεκτρικά σήματα σε συστολή ενός μυός από την απόκριση του σε ερέθισμα και χρησιμοποιείται για την μελέτη της μυϊκής λειτουργίας του ιστού.

Το **Ηλεκτρογαστρογράφημα (EGG)** που ανιχνεύει ηλεκτρικά δυναμικά του στομάχου και χρησιμοποιείται σε διαγνώσεις του πεπτικού συστήματος.

# Η αρχή της ποτενσιομετρίας

## **Μέθοδος ποτενσιομετρίας (potentiometry):**

Η αρχή των μετρήσεων βιοηλεκτρικών σημάτων. Χρησιμοποιεί επιλεκτικά ηλεκτρόδια (ιοντικά επιλεκτικά ηλεκτρόδια (ion selective electrodes)  $E_{ion}$  και ηλεκτρόδια αναφοράς  $E_{av}$ . Με χρήση αυτών των ηλεκτροδίων γίνεται δυνατή η μέτρηση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης ενός ηλεκτροχημικού συστήματος  $E_{\sigma}$  σύμφωνα με τη σχέση:

$$E_{\sigma} = E_{ion} - E_{av}$$

## Η αρχή της ποτενσιομετρίας

Το δυναμικό του ιοντικού ηλεκτροδίου μέτρησης είναι συνάρτηση της ενεργότητας (συγκέντρωσης) του μετρούμενου ιόντος. Η μέτρηση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E$  δίνεται:

$$E = E_0 - \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln\left(\frac{\alpha_{red}}{a}\right)$$

Όταν η κυτταρική μεμβράνη είναι σε κατάσταση ισορροπίας έχει δυναμικό ίσο με το δυναμικό Nernst. Σε κάθε μεταβολή της ισορροπίας που μπορεί να οφείλεται σε διάφορους εξωγενείς ή εσωγενείς παράγοντες του κυττάρου μεταβάλλεται το δυναμικό Nernst λόγω διαφοροποίησης συγκέντρωσης των ιόντων στην κυτταρική μεμβράνη

$E_0$ : δυναμικός του ηλεκτροδίου (volt)

R: 8,31 volt coulomb K<sup>-1</sup> mole<sup>-1</sup>

T: η απόλυτη θερμοκρασία (K)

F: η σταθερά Faraday (96486,7 coulomb eq<sup>-1</sup>)

n: ο αριθμός των ηλεκτρονίων στην αντίδραση

$\alpha_{red}$ : η ενεργότητα της αναγωγικής μορφής του οξειδοαναγωγικού στοιχείου (reductant),

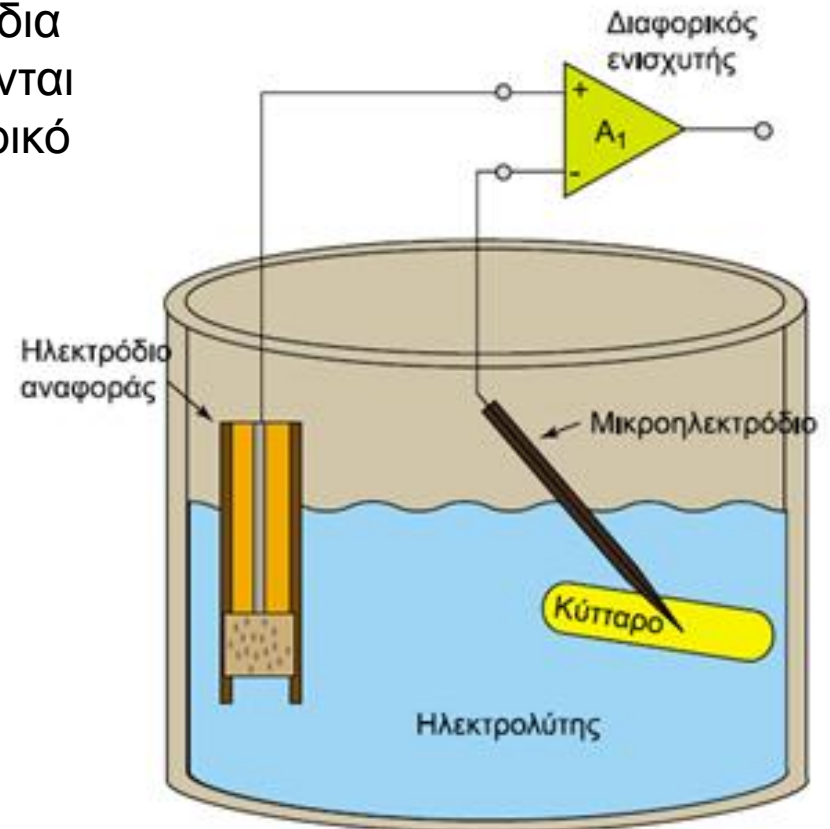
$\alpha_{ox}$ : η ενεργότητα της οξειδωτικής μορφής του οξειδοαναγωγικού στοιχείου (oxidant)

## Ηλεκτρόδια λήψης βιοσημάτων

- ηλεκτρόδια επαφής και
- ενδοσωματικά ηλεκτρόδια

## Μικροηλεκτρόδια

Τα μικροηλεκτρόδια είναι πολύ λεπτά ηλεκτρόδια με πολύ μεγάλη εμπέδηση και προσδιορίζονται για τη λήψη βιοδυναμικών σημάτων σε κυτταρικό επίπεδο.



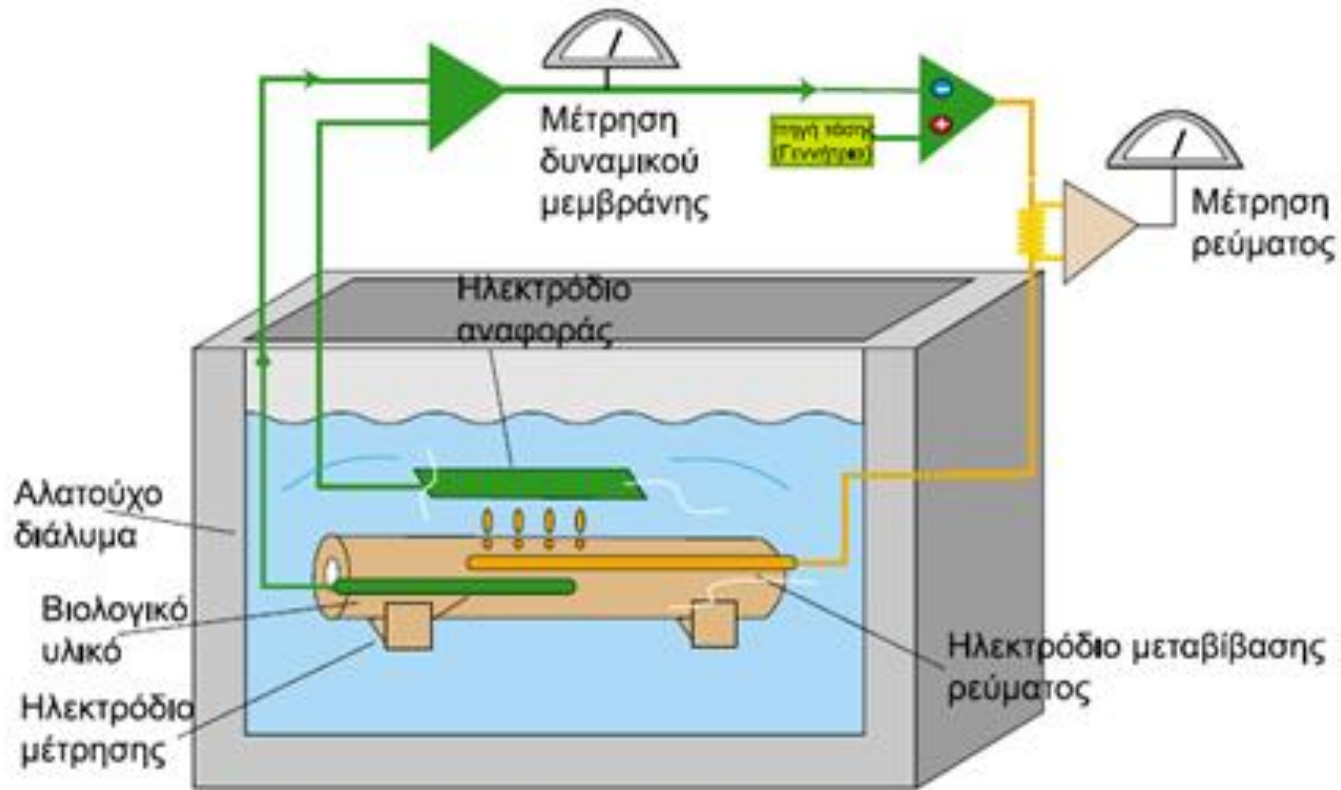
Διάταξη μέτρησης βιοδυναμικού με μικροηλεκτρόδιο σε κυτταρικό επίπεδο



## Μέθοδος καθήλωσης τάσης

- ❑ Με την τεχνική καθήλωσης τάσης (Voltage-clamp) είναι δυνατόν να γίνει άμεση μέτρηση του μεμβρανικού ρεύματος ( $I_m$ ) σε κυτταρικό επίπεδο.
- ❑ Η μέθοδος δεν επιτρέπει στα τασεοελεγχόμενα κανάλια ιόντων να επηρεάσουν το δυναμικό της μεμβράνης, με αποτέλεσμα την άμεση μέτρηση του ρεύματος της μεμβράνης.
- ❑ Με την τεχνική της καθήλωσης τάσης μπορούμε να μετρήσουμε το συνολικό ιοντικό ρεύμα που διαρρέει την μεμβράνη ή ακόμη και εκείνο μεμονωμένων ιοντικών καναλιών, φαρμόζοντας τεχνική μεμονωμένου καναλιού.

## Μέθοδος καθήλωσης τάσης



Σχηματική διάταξη μέτρησης ιοντικού ρεύματος μέσω καθήλωσης τάσης

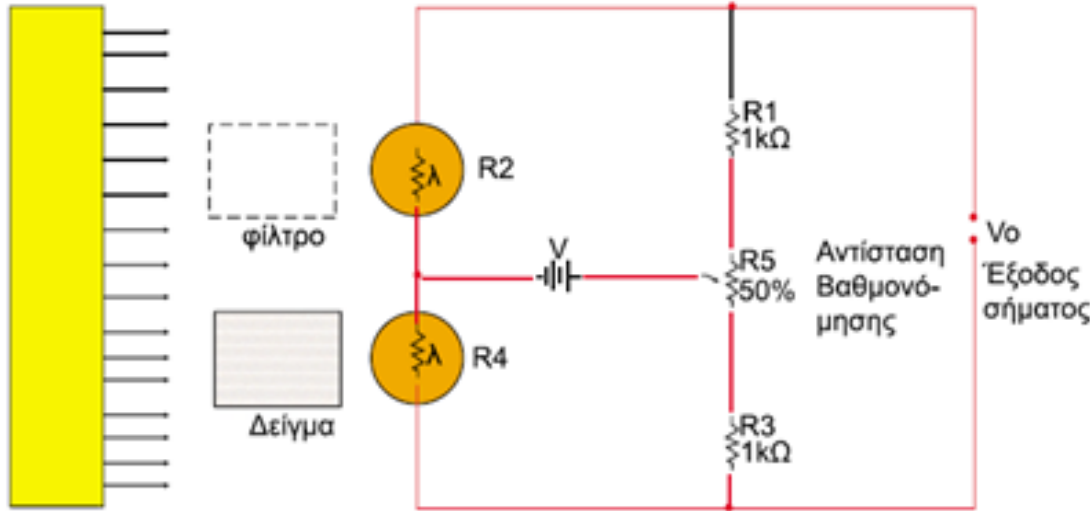
## Φωτοχρωματομετρία

Τεχνική μέτρησης στοιχείων που περιέχονται σε υγρή ή αέρια μορφή, όπως για τη μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα, τη συγκέντρωση του οξυγόνου στο αίμα, την υγρασία που περιέχεται σε ένα αέριο, τη συγκέντρωση ηλεκτρολυτών όπως του Νατρίου ή του Καλίου κ.α., μέσω ανάλυσης μήκων κύματος του φωτός.

Χρησιμοποιεί οπτική διαδικασία ανάγνωσης πληροφοριών των μήκων κύματος που εμφανίζονται κατά την απορρόφηση του φωτός, όταν αυτά διέλθουν από ένα οπτικό σύστημα ή μέσα από καύση.

# Φωτοχρωματομετρία

Βαθμονομημένη πηγή ακτινοβολίας

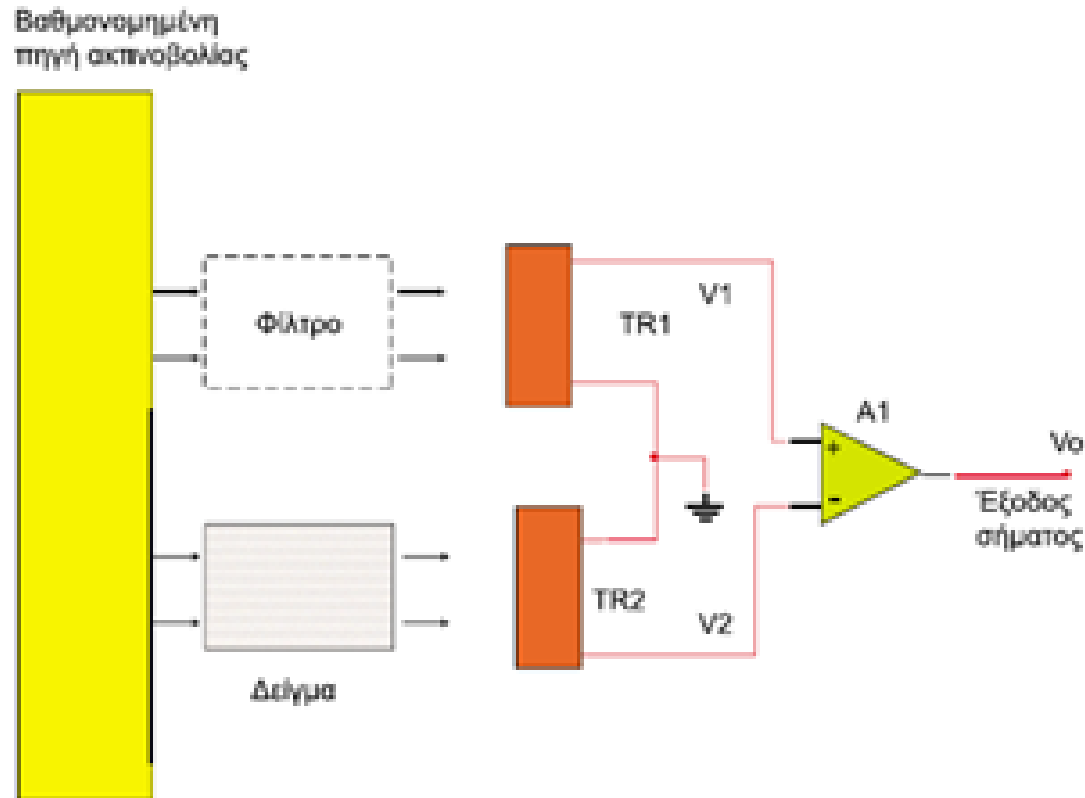


Κύκλωμα αρχής λειτουργίας φωτοχρωματομετρίας



Οπτικό φάσμα φωτοχρωματομετρίας

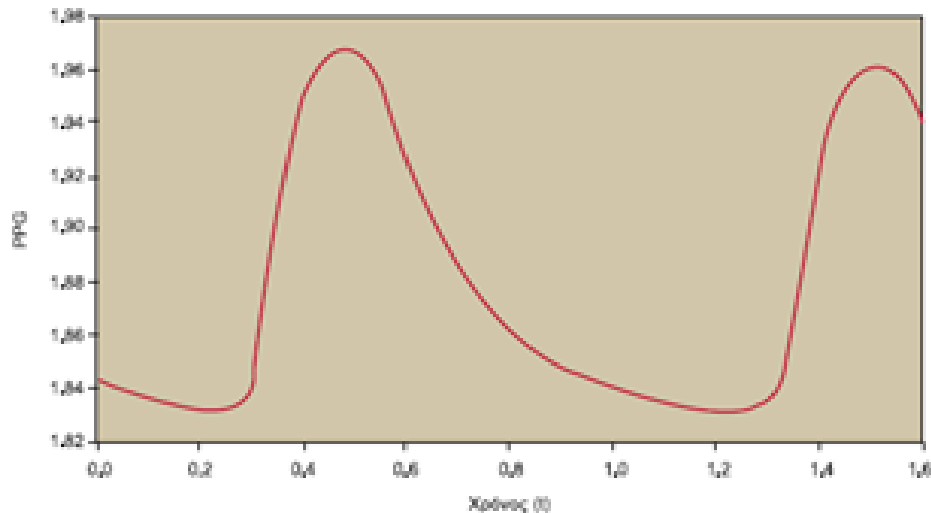
## Φωτοχρωματομετρία (Χρήση τελεστικού ενισχυτή)



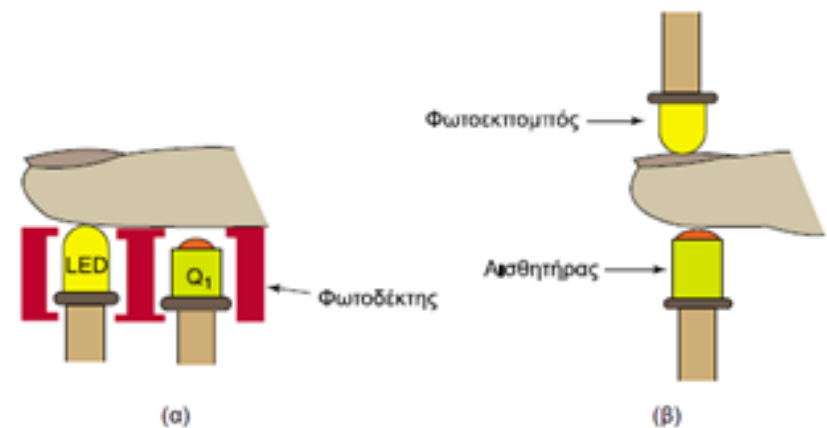
Κύκλωμα αρχής λειτουργίας φωτοχρωματομετρίας με τελεστικό ενισχυτή

## Φωτοπληθυσμογράφημα (PPG)

Διάταξη ανίχνευσης οξυγόνου στο αίμα, η οποία δεν είναι διηθητική. Η διάταξη περιλαμβάνει μια συσκευή που χρησιμοποιεί πηγή φωτός και έναν αισθητήρα για την παραγωγή μιας κυματομορφής, η οποία καταγράφει τον παλμό της πίεσης του αίματος.



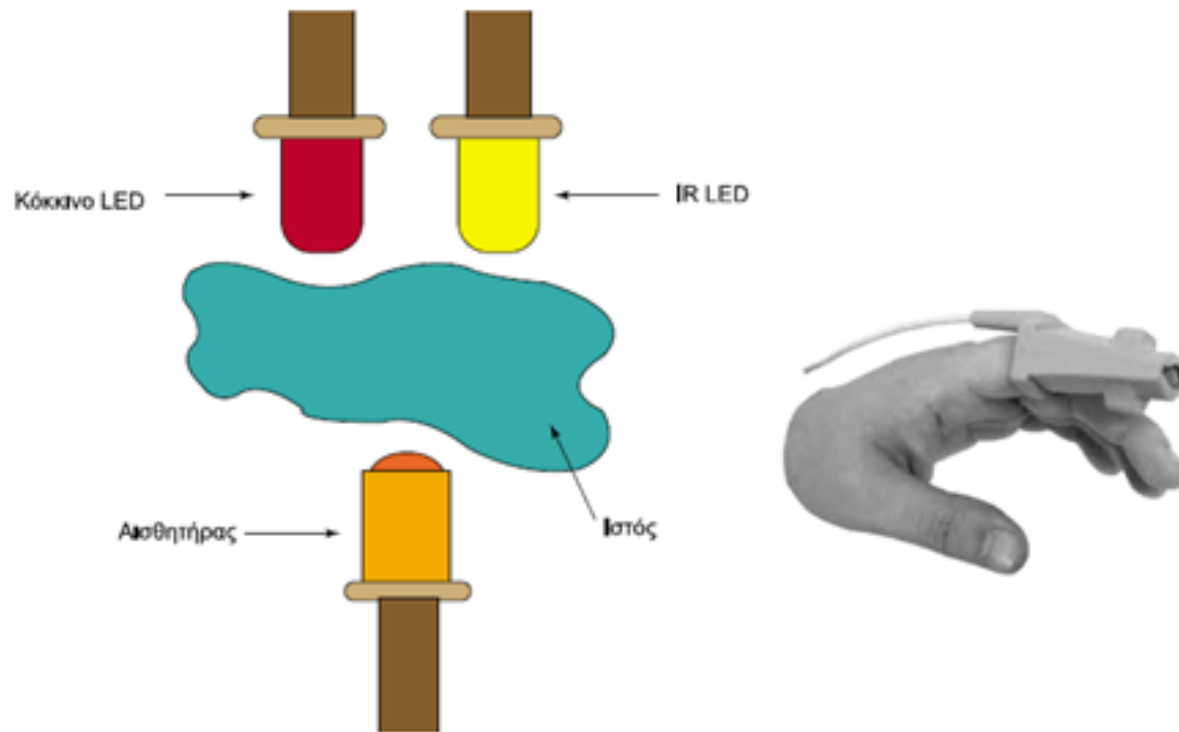
Καταγραφή παλμού πίεσης του αίματος



Δυο βασικές μορφές των διατάξεων φωτοπληθυσμογραφήματος (PPG): α) ανακλαστική και β) έμμεση

## Μέτρηση οξυγόνου μέσω φωτοπληθυσμογραφήματος

• Δημοφιλής μέθοδος μέτρησης οξυγόνου του αίματος είναι βασισμένη στην αρχή λειτουργίας της διάταξης του φωτοπληθυσμογραφήματος (PPG). Η μέθοδος χρησιμοποιείται στην αναισθησιολογία για τη μέτρηση του αμβανόμενου οξυγόνου από τον ασθενή κατά τη διάρκεια της επέμβασης.



Τυπικό δείγμα και διάταξη μέτρησης οξυγόνου με φωτοπληθυσμογράφημα

## Ερωτήσεις

