



μέρος



**ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ  
ΦΛΟΥΟΡΟΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑΣ**

## ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΦΛΟΥΟΡΕΣΕΪΝΗΣ

**Η** φλουροαγγειογραφία βασίζεται στη δυνατότητα φωτογράφισης του φθορισμού που εκπέμπουν τα μόρια της φλουορεσεΐνης κατά τη διοδό τους από τα αγ-

γεία του βυθού του οφθαλμού. Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφονται οι φυσικοχημικές και οι βιολογικές ιδιότητες της φλουορεσεΐνης, καθώς και οι τρόποι χορηγήσεως αυτής.

### ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΛΟΥΟΡΕΣΕΪΝΗΣ

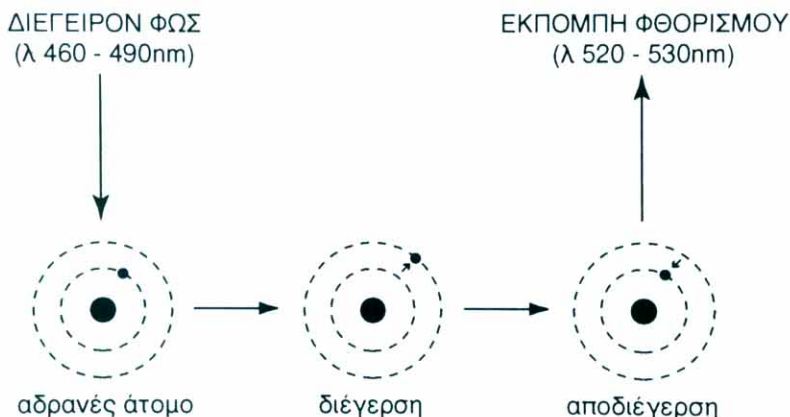
Η φλουορεσεΐνη είναι ασθενές διβασικό οξύ, χημικού τύπου  $C_{20}H_{12}O_5$  και μοριακού βάρους 376,27. Υπάγεται στις χρωστικές της ομάδος των ξανθινών και παράγεται από την αντίδραση του φθαλικού οξέως με τη ρεζορκίνη σε θερμοκρασία 195-200°C. Φέρεται υπό μορφήν πορτοκαλέρυθρης κρυσταλλικής σκόνης, η οποία ευκόλως διαλύεται στο ύδωρ. Στη φλουοροαγγειογραφία, χρησιμοποιείται υπό μορφήν νατρίουχου άλατος.

Η φλουορεσεΐνη διαθέτει τα χαρακτηριστικά των φθοριζόντων σωμάτων. Οι ουσίες αυτές, οσάκις απορροφούν φως ορισμένου μήκους κύματος, διεγείρονται δια μεταπτώσεως των ηλεκτρονίων τους σε μια υψηλότερη και ασταθέστερη ενεργειακή στάθμη. Κατά την αποδιέγερσή τους, κατά την οποίαν γίνεται αυτόματη επαναφορά των ηλεκτρονίων στην αρχική τους στάθμη, εκπέμπουν ενέργεια υπό μορφήν φωτός με την απελευθέρωση φωτονίων. Η φωτεινή αυτή ενέργεια αντιστοιχεί στο φθορισμό, το μήκος κύματος του οποίου

είναι μεγαλύτερο από εκείνο του διεγείροντος φωτός (Εικ. 1-1).

Τα μόρια της φλουορεσεΐνης, διεγειρόμενα κατόπιν απορροφήσεως κυανού φωτός, εκπέμπουν φθορισμό υπό μορφήν κιτρινοπρασίνου φωτός. Το κυανούν φως, μήκους κύματος 465-490 nm, αντιστοιχεί στο φάσμα μέγιστης απορροφήσεως της φλουορεσεΐνης και το κιτρινοπράσινο φως, μήκους κύματος 520-530 nm, ταυτίζεται με το φάσμα μέγιστης εκπομπής της ουσίας αυτής (Εικ. 1-2). Παρ' όλον ότι οι αιχμές του φάσματος απορροφήσεως και εκπομπής βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, εν τούτοις, οι καμπύλες τους έχουν τέτοια απότομη κλίση, ώστε να υπάρχει μικρή σύμπτωση φωτεινής ενεργείας κυανού και κιτρινοπρασίνου μέσα στο ίδιο τμήμα του ορατού φάσματος.

Η φωτογράφιση του φθορισμού της φλουορεσεΐνης, που διέρχεται από τα αγγεία του βυθού, είναι εφικτή με τη βοήθεια ειδικής φωτογραφικής

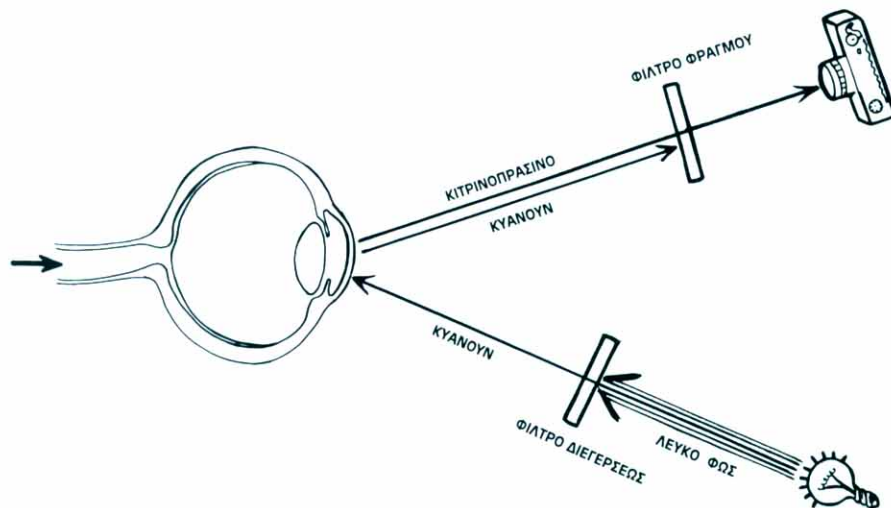
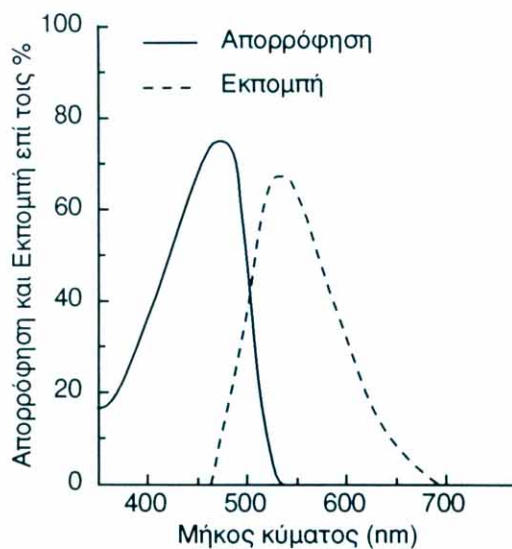


**ΕΙΚΟΝΑ 1-1**

Σχηματική παράσταση διεγέρσεως και αποδιεγέρσεως ατόμου φλουορεσείνης και εκπομπής φθορισμού. Το μήκος κύματος του διεγείροντος φωτός είναι μικρότερο εκείνου της εκπεπομένης ενεργείας υπό μορφήν φθορισμού.

**ΕΙΚΟΝΑ 1-2**

Καμπύλη απορροφήσεως και εκπομπής φωτεινής ενέργειας της φλουορεσείνης. Το μέγιστο της απορροφήσεως και κατ' επέκταση της διεγέρσεως των μορίων της φλουορεσείνης αντιστοιχεί στα 465 έως 490 nm (κυανούν φως). Το μέγιστο της εκπομπής αντιστοιχεί στα 520 έως 530 nm (κιτρινοπράσινο φως). Παρατηρείται σύμπτωση των μηκών κύματος του κυανού και του κιτρινοπρασίνου φωτός εντός ενός μικρού τμήματος του ορατού φάσματος.



**ΕΙΚΟΝΑ 1-3**

Σχηματική παράσταση φωτογραφήσεως του φθορισμού, τον οποίο εκπέμπουν τα μόρια της φλουορεσείνης κατά τη δίοδό τους από τα αγγεία του βυθού του οφθαλμού. Το φίλτρο διεγέρσεως επιτρέπει αποκλειστικώς τη διέ-

λευση του κυανού φωτός, το οποίο θα διεγείρει τα μόρια της φλουορεσείνης. Το φίλτρο φραγμού επιτρέπει τη δίοδο, δια μέσου αυτού, μόνο στο κιτρινοπράσινο φως του φθορισμού που θα φωτογραφηθεί.

μηχανής και δύο φίλτρων (Εικ. 1-3). Το πρώτο φίλτρο (διεγέρσεως) παρεμβάλλεται μεταξύ φωτεινής πηγής και οφθαλμού και επιτρέπει τη δίοδο μόνο στο κυανούν φως, που θα διεγείρει τα μόρια της φλουορεσεΐνης. Το δεύτερο φίλτρο (φραγμού) τοποθετείται μεταξύ οφθαλμού και φωτογραφικής μηχανής και απορροφά όλα τα μήκη κύματος, πλην εκείνων του κιτρινοπρασίνου φωτός που θα φωτογραφηθεί.

Το pH και η αραιώση του διαλύματος της φλουορεσεΐνης έχουν ιδιαίτερη σημασία στην απόδοση του φθορισμού. Φθορισμός παρατηρείται μόνο σε pH μεταξύ 6 και 7,8, ενώ μεγίστη εκπομπή αυτού επιτυγχάνεται στο 7,4. Στο φυσιολογικό αίμα, οι τιμές του pH κυμαίνονται μεταξύ 7,37 και 7,45 και είναι ιδανικές για τη διεγερση των μορίων της φλουορεσεΐνης. Επίσης, η απόδοση του φθορισμού είναι μεγαλύτερη, όταν η αραιώση της φλουορεσεΐνης στο ύδωρ είναι 1 προς 100.

## ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΛΟΥΟΡΕΣΕΪΝΗΣ

Η φλουορεσεΐνη, ενιεμένη ενδοφλεβίως, δεσμεύεται από τις πρωτεΐνες του πλάσματος του αίματος και ιδιαιτέρως από τις λευκωματίνες σε ποσοστό μεταξύ 50 και 80%. Επίσης, ελαχίστη ποσότης δεσμεύεται στην επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η ελεύθερη φλουορεσεΐνη του ορού είναι αυτή που διεγείρεται από το κυανούν φως και αποδίδει φθορισμό. Η αιμοσφαιρίνη απορροφά εκλεκτικά το φθορισμό της φλουορεσεΐνης του ορού και περιορίζει την έντασή του. Ως εκ τούτου, επί αναιμίας, ο φθορισμός των αγγείων του βυθού είναι εντονότερος απ' ό,τι στα φυσιολογικά άτομα.

Ο χημικός δεσμός της φλουορεσεΐνης με τις πρωτεΐνες του πλάσματος είναι ασταθής και γρήγορα διασπάται, επηρεάζεται δε από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το pH και η θερμοκρασία του αίματος, καθώς και από την παρουσία ελευθέρων ιόντων Cl, F, Br και NO<sup>2</sup> στο πλάσμα.

Η ενιεμένη φλουορεσεΐνη, σε διάστημα μικρότερο του ενός λεπτού, διηθείται από τα τριχοειδή στο εξωκυττάριο υγρό και προσδίδει κιτρινωπή

χροιά στο δέρμα και στους βλεννογόνους επί 2-4 ώρες. Τα τριχοειδή του κεντρικού νευρικού συστήματος και κατ'επέκταση του αμφιβληστροειδούς είναι τα μοναδικά που δε διηθούν τη χρωστική αυτή. Η απέκκρισή της γίνεται κυρίως δια της νεφρικής οδού, ενώ ελαχίστη ποσότης αυτής μεταβολίζεται στο ήπαρ. Η φλουορεσεΐνη ανιχνεύεται στα ούρα ακόμη και μετά πάροδο εβδομάδος από την εξέταση. Η μεγαλύτερη απέκκριση γίνεται εντός του πρώτου 24ώρου και τα ούρα αποκτούν κιτρινοπορτοκαλί χρώμα επί 24 έως 36 ώρες. Η παρουσία της φλουορεσεΐνης στα ούρα μπορεί να δώσει λανθασμένες απαντήσεις σε ορισμένες βιοχημικές εξετάσεις, όπως είναι ο προσδιορισμός των κατεχολαμινών με τη μέθοδο του φθορισμού και ο έλεγχος αναγωγικών ουσιών, όπως π.χ. είναι ο προσδιορισμός σακχάρου στα ούρα με τη μέθοδο Benedict. Σε περίπτωση φλουοροαγγειογραφίας, οι εξετάσεις αυτές πρέπει να αναβάλλονται τουλάχιστον επί διήμερο.

## ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΦΛΟΥΟΡΕΣΕΪΝΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΧΟΡΗΓΗΣΕΩΣ

Το νατριούχο άλας της φλουορεσεΐνης κυκλοφορεί σε διάφορες πυκνότητες. Στην Ελλάδα φέρεται σε φιαλίδια των 8,5 ml διαλύματος 10% και, προκειμένου δια την παιδική ηλικία μέχρι 14 ετών, χορηγείται το ήμισυ του περιεχομένου. Η χρωστική

ενίεται ενδοφλεβίως με ταχύ ρυθμό, ούτως ώστε να υπάρξει ελαχίστη διάλυση αυτής μέχρις ότου φθάσει στον οφθαλμό. Η ένεση γίνεται στη μεσοβασίλική φλέβα ή και σε κάποιο κατάλληλο κλάδο της. Ως εναλλακτική λύση προσφέρονται οι

φλέβες της ραχιαίας επιφανείας της άκρας χειρός. Η χρησιμοποίηση «πεταλούδας» είναι προτιμυέα, επειδή η βελόνα της είναι ατραυματική και επιπλέον εξασφαλίζει την άμεση ενδοφλέβια χορήγηση φαρμάκου δια μέσου αυτής, σε περίπτωση ενδεχομένης παρενέργειας.

Η λήψη φλουορεσεΐνης από του στόματος, με χυμό φρούτων ή γάλα, έχει ως αποτέλεσμα την

αραίωσή της στο αίμα, η οποία περιορίζει σημαντικά το φθορισμό και την εν γένει ποιότητα του αγγειογραφήματος. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στα παιδιά, κυρίως δε, επί αμφιλεγόμενου σιδήματος του οπτικού δίσκου.

Η μεγίστη δόση της ενιεμένης φλουορεσεΐνης είναι 1000 mg ή 15 mg ανά χιλιόγραμμο βάρους σώματος.