

3^ο Μάθημα

- ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ
- ΜΟΝΙΤΟΡ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
- ΜΟΝΙΤΟΡ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
- ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ
- ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ ΠΤΗΤΙΚΩΝ
- ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ
- ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ
- ΠΤΗΤΙΚΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ
- ΑΕΡΙΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ

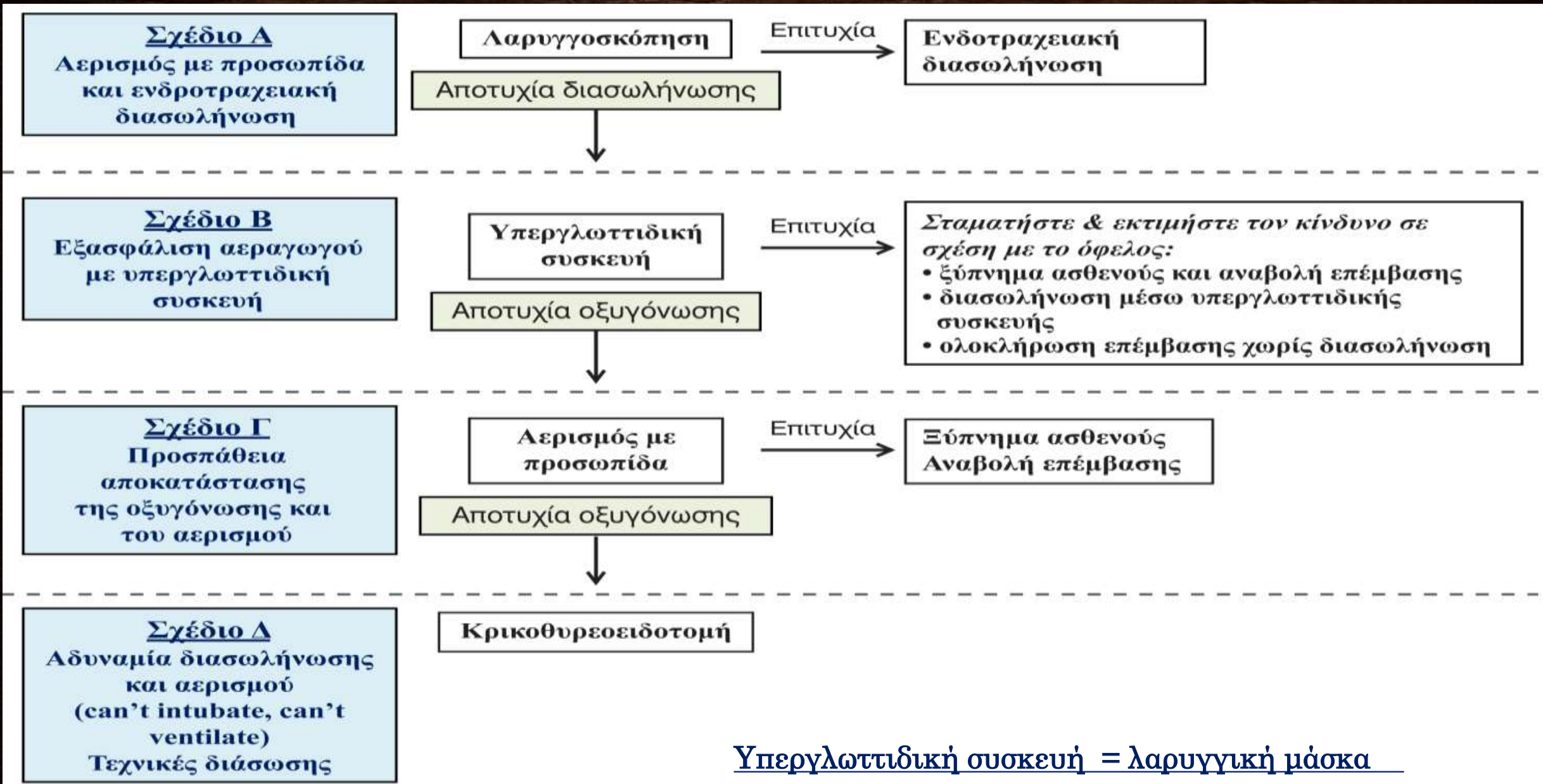


ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΔΥΣΚΟΛΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ

Η δυσκολία ή η αδυναμία στη διαχείριση του αεραγωγού αποτελεί την κυριότερη αιτία νοσηρότητας και θνητότητας που οφείλεται αποκλειστικά στην αναισθησία. Για το λόγο αυτόν, οι αναισθησιολογικές εταιρείες έχουν εκδώσει οδηγίες και αλγόριθμους για την αποτελεσματική διαχείριση των ασθενών με προβλεπόμενο δύσκολο αεραγωγό ή/και αδυναμία

Η συχνότητα του δύσκολου αεραγωγού εκτιμάται ότι κυμαίνεται γύρω στο 10 % όλων των περιπτώσεων διαχείρισης του αεραγωγού. Είναι προφανές ότι οι δυσκολίες στη διαχείριση του αεραγωγού κατά την εισαγωγή στην αναισθησία αποτελούν σημαντική αιτία αναισθητικής θνησιμότητας και υποξικής εγκεφαλικής βλάβης,

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΗΣ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ ΔΥΣΚΟΛΗΣ ΔΙΑΣΩΛΗΝΩΣΗΣ



Εξοπλισμός για Χορήγηση Αναισθησίας

Καθώς οι τεχνικές της αναισθησίας και μαζί η σχετική με αυτές τεχνολογία συνεχώς εξελίσσονται, στην καθημερινή κλινική πρακτική χρησιμοποιείται όλο και πιο περίπλοκος εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός ο οποίος απαιτείται για τη χορήγηση γενικής ή περιοχικής αναισθησίας περιλαμβάνει:

- το μηχάνημα αναισθησίας,
- τα monitors για την παρακολούθηση του μηχανήματος αναισθησίας,
- τα monitors για την παρακολούθηση του ασθενούς



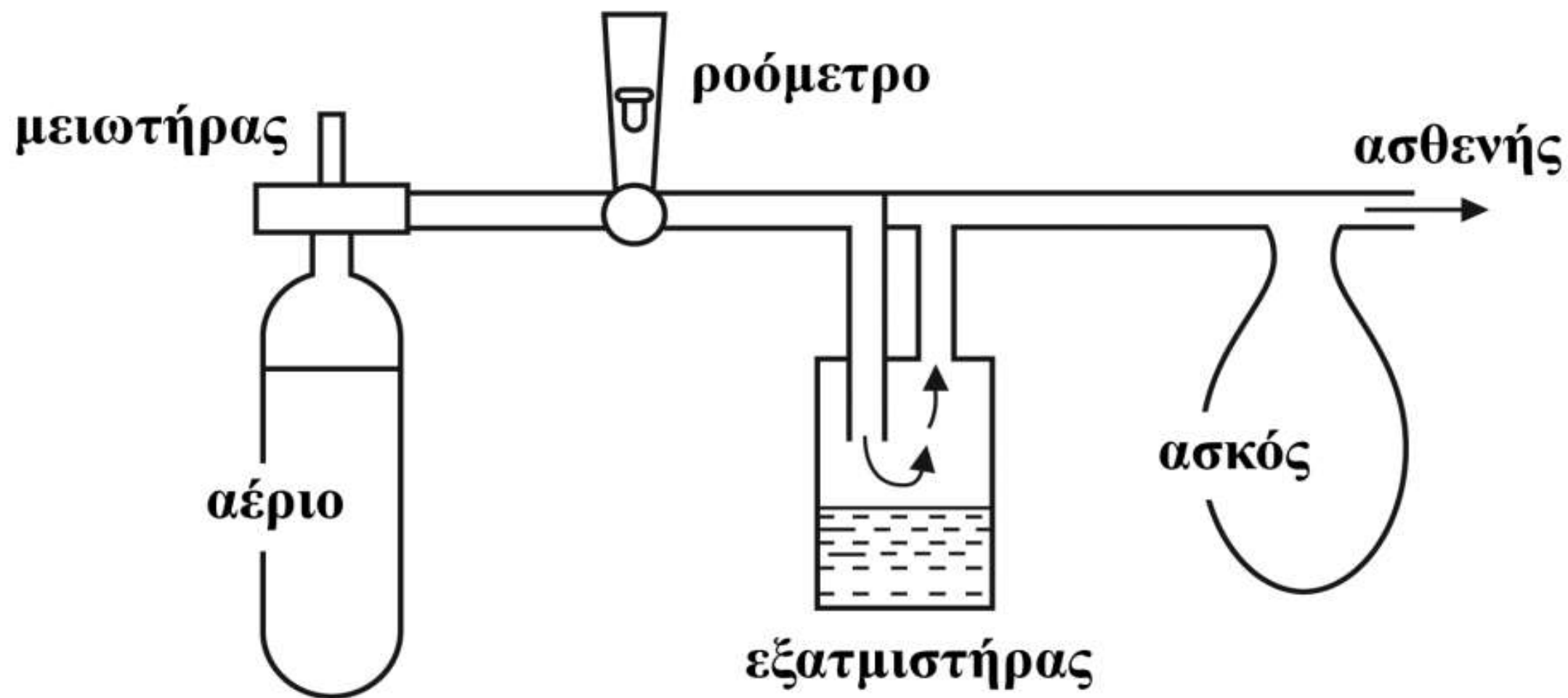
ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

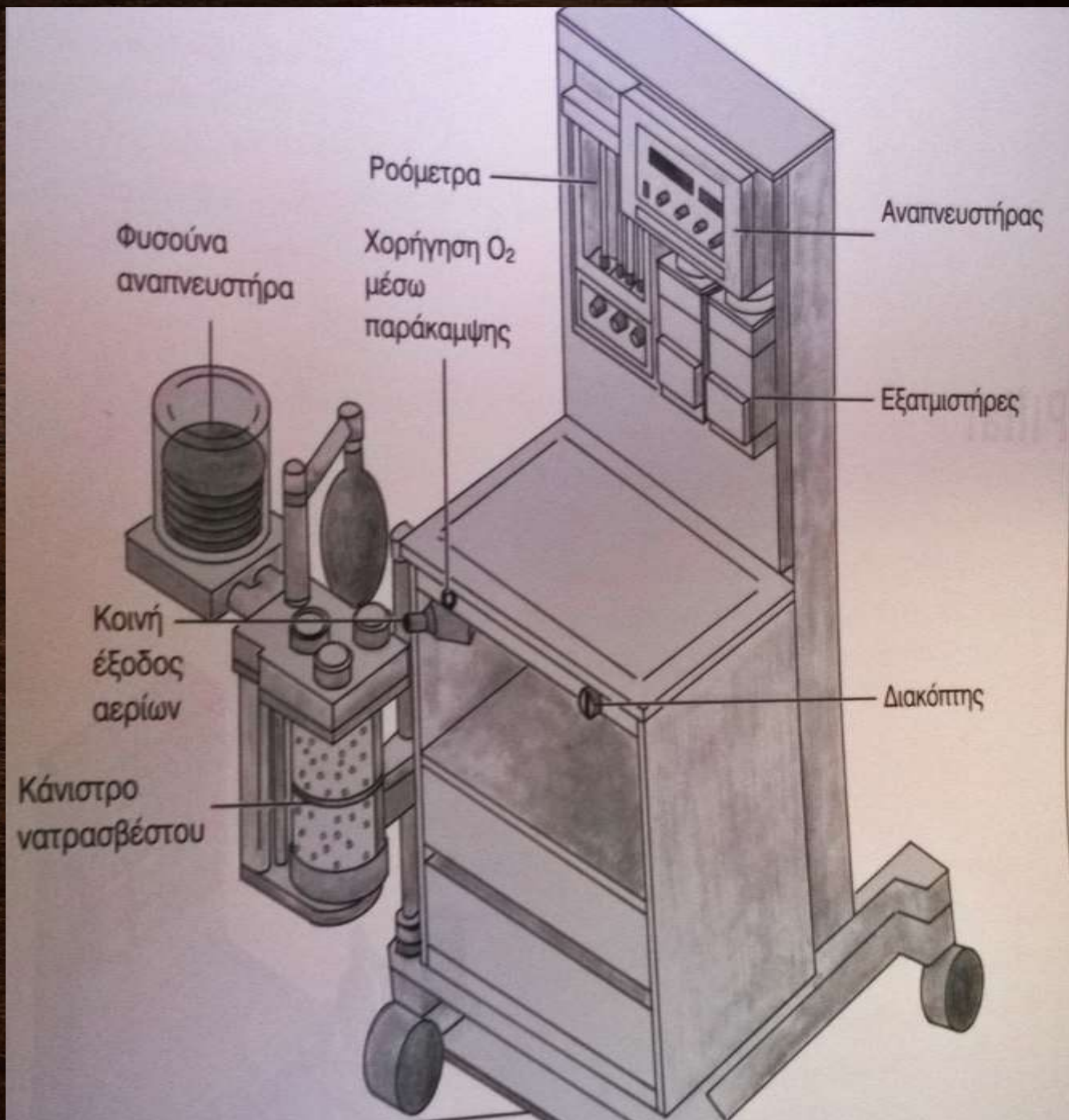
Ως μηχανήμα αναισθησίας ορίζεται το σύνολο των οργάνων και συσκευών που ελέγχουν την ανταλλαγή των αερίων και τα παρέχουν στον ασθενή σε ακριβή όγκο, ροή και συγκέντρωση:

- τα ιατρικά αέρια (O₂ και αέρα για ιατρική χρήση),
- τα αναισθητικά αέρια (N₂O),
- τα πτητικά αναισθητικά.

Τα βασικά μέρη του μηχανήματος αναισθησίας, που είναι ουσιώδη για τη χορήγηση αναισθησίας και τα οποία οφείλουν να υπάρχουν ακόμη και στις πιο αντίξοες συνθήκες χορήγησης αναισθησίας είναι τα ακόλουθα :

- πηγές παροχής ιατρικών αερίων από συνδεδεμένες οβίδες ή από κεντρική παροχή,
- μανόμετρα πίεσης των ιατρικών αερίων,
- μειωτήρες για τη μείωση της υψηλής πίεσης των αερίων,
- εξάρτημα προειδοποίησης σε περιπτώσεις ανεπάρκειας της πίεσης του οξυγόνου,
- βαλβίδα παράκαμψης των αερίων και υψηλής παροχής οξυγόνου (O₂ flush),
- ροόμετρα και βαλβίδες για τον έλεγχο της ροής και του όγκου των παρεχόμενων αερίων,
- εξατμιστήρες (ή εξαερωτήρες) για την εξάτμιση των πτητικών αναισθητικών
- στόμιο κοινής εξόδου των αερίων και ατμών προς το αναπνευστικό κύκλωμα του ασθενούς το οποίο συνδέει το μηχανήμα αναισθησίας με τον ασθενή χωρίς ουσιαστικά να αποτελεί μέρος του μηχανήματος.





ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Το πλήρες αναισθησιολογικό μηχάνημα θα περιλαμβάνει:

- Α) το αναισθησιολογικό μηχάνημα
- Β) τον αναπνευστήρα
- Γ) το μόνιτορ αναπνευστικών παραμέτρων
- Δ) το μόνιτορ καρδιολογικών παραμέτρων



ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

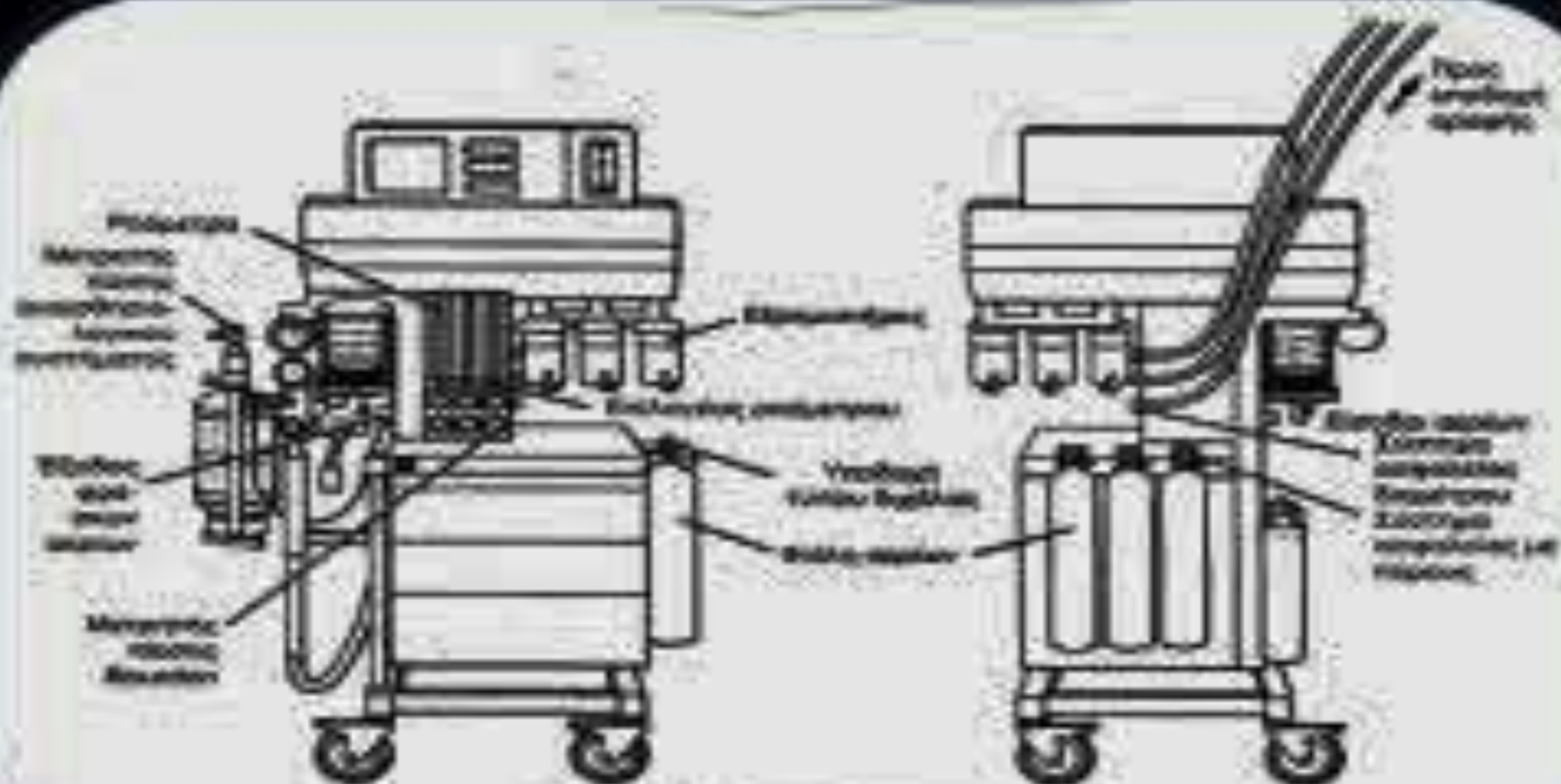
1. Πλήρες τροχήλατο αναισθησιολογικό μηχάνημα, σύγχρονης τεχνολογίας, ελεγχόμενο από κύκλωμα μικροεπεξεργαστών.
2. Να είναι κατάλληλο για χρήση σε ασθενείς όλων των ηλικιών (παιδιά και ενήλικες) χωρίς καμία αλλαγή των συστημάτων του.
3. Το αναισθησιολογικό μηχάνημα θα πρέπει προτού τεθεί σε λειτουργία να κάνει αυτόματο και λεπτομερέστατο έλεγχο της ετοιμότητας όλων των ηλεκτρονικών και μηχανικών συστημάτων του.
4. Κατά την διάρκεια του αυτοελέγχου να πραγματοποιεί αυτόματα βαθμονόμηση των στοιχείων του. Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης αυτή θα πρέπει να αναφέρεται αυτομάτως.
5. Το αναισθησιολογικό μηχάνημα, ο αναπνευστήρας, το μόνιτορ αναπνευστικών & καρδιολογικών παραμέτρων να διαθέτει ηλεκτρική αυτονομία τουλάχιστον 30 λεπτών, σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.
6. Να διαθέτει ενσωματωμένη αναρρόφηση βρόγχων.
7. Να έχει βοηθητικό ροόμετρο O₂ και ενσωματωμένο σύστημα απομάκρυνσης αερίων
8. Να φέρει εξόδους για σύνδεση με δίκτυο, άλλες ιατρικές συσκευές και Η/Υ. Να έχει τη δυνατότητα τήρησης πλήρους ηλεκτρονικού διαγράμματος αναισθησίας-φακέλου ασθενή.
9. Όλα τα προσφερόμενα είδη να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τις διεθνείς ευρωπαϊκές προδιαγραφές ασφάλειας και να διαθέτουν απαραίτητως το σήμα CE

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

1. Να διαθέτει σύστημα τροφοδοσίας από την κεντρική παροχή αερίων O₂, N₂O και πεπιεσμένου αέρα του Νοσοκομείου.
2. Για λόγους ασφάλειας να διαθέτει εφεδρικές φιάλες O₂ και N₂O, οι οποίες θα χρησιμοποιούνται σε περίπτωση πτώσης της πίεσης των αερίων της κεντρικής εγκατάστασης.
3. Για την πληροφόρηση του χειριστή να υπάρχουν ενδείξεις σε μηχανικά ή ψηφιακά μανόμετρα που θα δείχνουν τη σωστή τροφοδοσία των αερίων του μηχανήματος.
4. Να διαθέτει τροχήλατη βάση με ικανό αριθμό αποθηκευτικών χώρων των χρησιμοποιούμενων υλικών
5. Να διαθέτει έγχρωμη οθόνη τουλάχιστον 12" στην οποία θα συγκεντρώνονται και θα παρουσιάζονται οι πληροφορίες όλων των επιμέρους συστημάτων του για την άμεση και σαφή πληροφόρηση της πορείας της αναισθησίας. Να διαθέτει μενού στην ελληνική ή αγγλική γλώσσα.
6. Να διαθέτει απαραίτητα αυτόματα ανάλυση όλων των περιπτώσεων συναγερμών, αποκλίσεων ή δυσλειτουργιών
7. Να διαθέτει ηλεκτρονικό σύστημα χορήγησης και ρύθμισης φρέσκων αερίων από 200 ml έως 18 L/min,. Να διαθέτει και ψηφιακά ροόμετρα για την επιπλέον ενημέρωση του χειριστή.
8. Επίσης να διαθέτει και μία επιπλέον έξοδο φρέσκων αερίων για σύνδεση εξωτερικών κυκλωμάτων μη επανεισπνοής.

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

9. Να διαθέτει επιπλέον για λόγους ασφάλειας απαραίτητως σύστημα εξασφάλισης ελάχιστης πυκνότητας O₂ στα φρέσκα αέρια όχι μικρότερης του 23%.
10. Να διαθέτει σύστημα συναγερμού σε περίπτωση μη σωστής πίεσης τροφοδοσίας του O₂.
11. Να φέρει διπλή υποδοχή για την ταυτόχρονη στήριξη δύο εξαερωτήρων, όλων των τύπων (δηλ. Sevofl., Desfl.), έτοιμων προς άμεση χρήση. Η υποδοχή αυτή να διαθέτει απαραίτητα διάταξη που να αποκλείει την ταυτόχρονη ενεργοποίηση και των δύο εξαερωτήρων.
12. Το μηχάνημα θα πρέπει να διαθέτει αυτόματη ανίχνευση και αναγνώριση του χορηγούμενου πτητικού αναισθητικού.
13. Σε περίπτωση πτώσης της ηλεκτρικής τροφοδοσίας και εξάντλησης και της μπαταρίας να έχει την δυνατότητα χορήγησης 100 % οξυγόνου με χειροκίνητο αερισμό
14. Να διαθέτει ενσωματωμένο πλήρες κύκλωμα απαραίτητο για πολύωρες επεμβάσεις και σε επεμβάσεις σε μικρά παιδιά,



Exercises 4-5. The perpendicular bisector.

MONITOR ANAIPNEYΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Το πλήρες αναισθησιολογικό μηχάνημα να διαθέτει παρακολούθηση και απεικόνιση σε ενσωματωμένη μεγάλη έγχρωμη οθόνη αφής τουλάχιστον 12" όλων των αναπνευστικών παραμέτρων του αερισμού του ασθενούς δηλαδή :

Αναπνευστικής συχνότητας

Εφαρμοζόμενων πιέσεων αεραγωγών (Peak, PEEP, Mean ή Plateau)

Χορηγούμενων όγκων VT, MV.

Εισπνεόμενου - εκπνεόμενου οξυγόνου.

Εισπνεόμενου - εκπνεόμενου CO₂.

Εισπνεόμενου - εκπνεόμενου πτητικού αναισθητικού (Sevofl, Desfl.) με αυτόματη ανίχνευση.

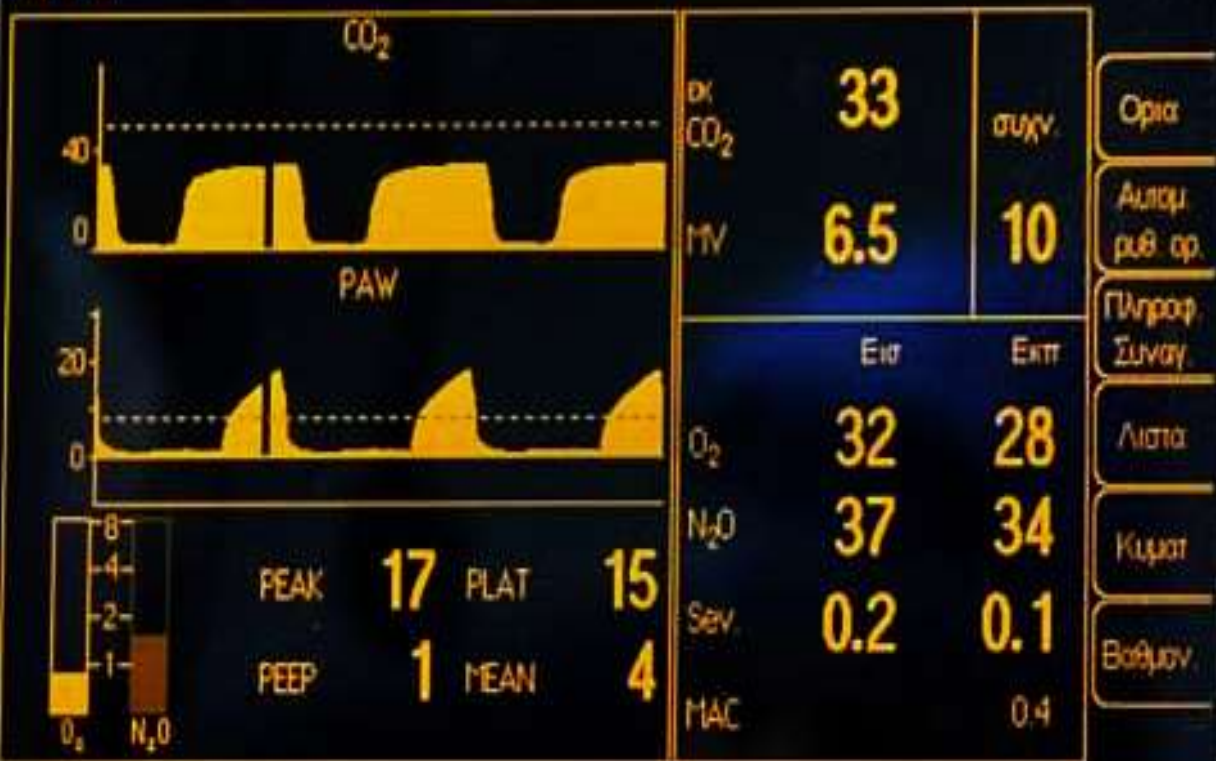
Εισπνεόμενου – εκπνεόμενου N₂O.

Παραμέτρους ένδειξης απορρόφησης αναισθητικών αερίων (MAC).

Συνεχή μέτρηση και ένδειξη της ενδοτικότητας των πνευμόνων του ασθενούς.



IPPV



Julian 5



ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ
ΑΝΔΡΕΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
Αγγλική Γλώσσα: 2019-20
Αγγλική Γλώσσα: 2019-20
Στοιχεία: KL

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
4. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
5. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
6. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
7. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
9. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ
10. ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΡΕΣ

ΜΟΝΙΤΟΡ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

1. Να είναι σύγχρονης τεχνολογίας με έγχρωμη οθόνη αφής υψηλής ανάλυσης, τουλάχιστον 18", οκτώ τουλάχιστον καναλιών.

Να είναι σχεδιασμένο για ιατρική χρήση, προστατευμένο από παράσιτα διαθερμίας και απινίδωσης.

2. Το μόνιτορ να παρακολουθεί οπωσδήποτε τα παρακάτω φαινόμενα:

A) ΗΚΓ με ανάλυση ST και ανίχνευση αρρυθμιών (3 κανάλια ταυτόχρονα)

B) Τρεις αιματηρές πιέσεις (3 κανάλια ταυτόχρονα)

Γ) Αναίμακτη πίεση (συστολική, μέση, διαστολική)

Δ) Δύο θερμοκρασίες. Να υπολογίζει και να εμφανίζει τη διαφορά δύο θερμοκρασιών ΔT .

E) Κορεσμό οξυγόνου (SpO_2) (1 κανάλι).

3. Να διαθέτει μνήμη για την απεικόνιση trends όλων των μετρούμενων παραμέτρων και κάρτας ασθενούς.

4. Να διαθέτει ρυθμιζόμενα alarm για όλες τις παραμέτρους ιεραρχημένα ανάλογα με την σπουδαιότητά τους.



ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Τα αναισθητικά κυκλώματα αποτελούν τον τελικό αγωγό χορήγησης οξυγόνου, αναισθητικών αερίων και ατμών από το μηχάνημα αναισθησίας προς τον ασθενή καθώς και της απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα.

Το αναισθητικό αναπνευστικό κύκλωμα ενώνει το μηχάνημα αναισθησίας με τον ασθενή σχηματίζοντας μια σωληνοειδή προέκταση του ανώτερου τμήματος του αεραγωγού του ασθενούς. Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά τα αναισθητικά κυκλώματα διακρίνονται σε τέσσερες κατηγορίες :

□ Άνοικτο κύκλωμα

□ Ημιάνοικτο κύκλωμα

□ Ημικλειστό σύστημα

Ανοικτό κύκλωμα

Αφορά τη χορήγηση ενός πτητικού αναισθητικού, όπως ο αιθέρας ή το χλωροφόρμιο, υπό μορφή σταγόνων πάνω στη συρμάτινη προσωπίδα Shimelbush ,που εφαρμοζόταν στο πρόσωπο του ασθενούς στα πρώτα χρόνια της αναισθησιολογίας.

Το ανοικτό όπως και το ημιανοικτό σύστημα αναισθησίας χαρακτηρίζονται από:

- έλλειψη αποθεματικού ασκού,
- ελλιπή έλεγχο της εισπνεόμενης συγκέντρωσης αερίων και του βάθους της αναισθησίας,
- απουσία φυσικής σύνδεσης του συστήματος με τον ασθενή με αποτέλεσμα διαρροή των αναισθητικών αερίων στην ατμόσφαιρα,
- αδυναμία εφαρμογής υποβοηθούμενου ή ελεγχόμενου αερισμού των πνευμόνων.



Συρμάτινη προσωπίδα τύπου Gwathmey

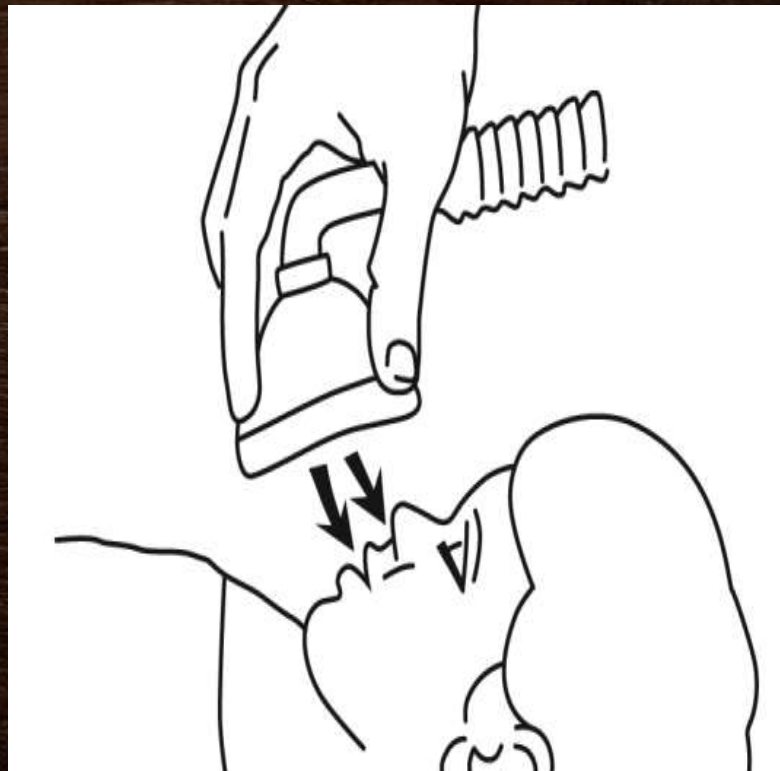
Μεταξύ των πρώτων μεθόδων εξάτμισης των πτητικών αναισθητικών, του αιθέρα και του χλωροφόρμιου, ήταν η χορήγηση του υγρού αναισθητικού σταγόνα σταγόνα σε ένα μαντήλι τοποθετημένο πάνω στο στόμα και τη μύτη του ασθενούς. Η συγκέντρωση του ατμού προοδευτικά αυξανόταν με την αύξηση των σταγόνων ανά λεπτό. Το μαντήλι αργότερα αντικαταστάθηκε από συρμάτινη προσωπίδα, όπως αυτή του Gwathmey στην οποία τα αέρια διοχετεύοντο μέσω ενός σωλήνα και δια των οπών που υπήρχαν στο χείλος της προσωπίδας διαχέοντο στο πρόσωπο του ασθενούς, ο οποίος τα εισέπνεε.

Ημιανοικτό κύκλωμα

Βασίζεται στην εμφύσηση αερίων από μια προσωπίδα που κρατιέται μακριά από το πρόσωπο του ασθενούς, συνήθως των παιδιών, κατά την εισαγωγή στην αναισθησία

Σε αυτή την κατηγορία ανήκει:

- **το ημίκλειστο κυκλικό σύστημα με νατράσβεστο** και μερική επανεισπνοή, εάν χρησιμοποιούνται ροές αερίων χαμηλότερες από τον ανά λεπτό αναπνεόμενο όγκο,
- **τα συστήματα Mapleson** χωρίς επανεισπνοή, τα οποία βασίζονται στην υψηλή ροή φρέσκων αερίων, για να εμποδίσουν την επανεισπνοή,



□ Κλειστό κυκλικό σύστημα

Το κλειστό κυκλικό σύστημα χρησιμοποιεί χαμηλή ροή φρέσκων αερίων, αντίστοιχη προς τις ανάγκες του ασθενούς, με αποτέλεσμα να προκαλείται ολική επανεισπνοή

Η παραπάνω ταξινόμηση των αναισθητικών αναπνευστικών συστημάτων δεν χρησιμοποιείται πλέον, αλλά αναφέρθηκε μόνον για να διασαφηνίσει τυχόν παρανοήσεις σχετικά με τη λειτουργία τους.

Η σύγχρονη ταξινόμηση βασίζεται στον τρόπο απομάκρυνσης του CO₂:

□ στα ημίκλειστα κυκλώματα κατά Mapleson:

στα οποία η αύξηση της ροής των φρέσκων αερίων εμποδίζει την επανεισπνοή,

□ στα ημίκλειστα και κλειστά κυκλικά κυκλώματα με επανεισπνοή:

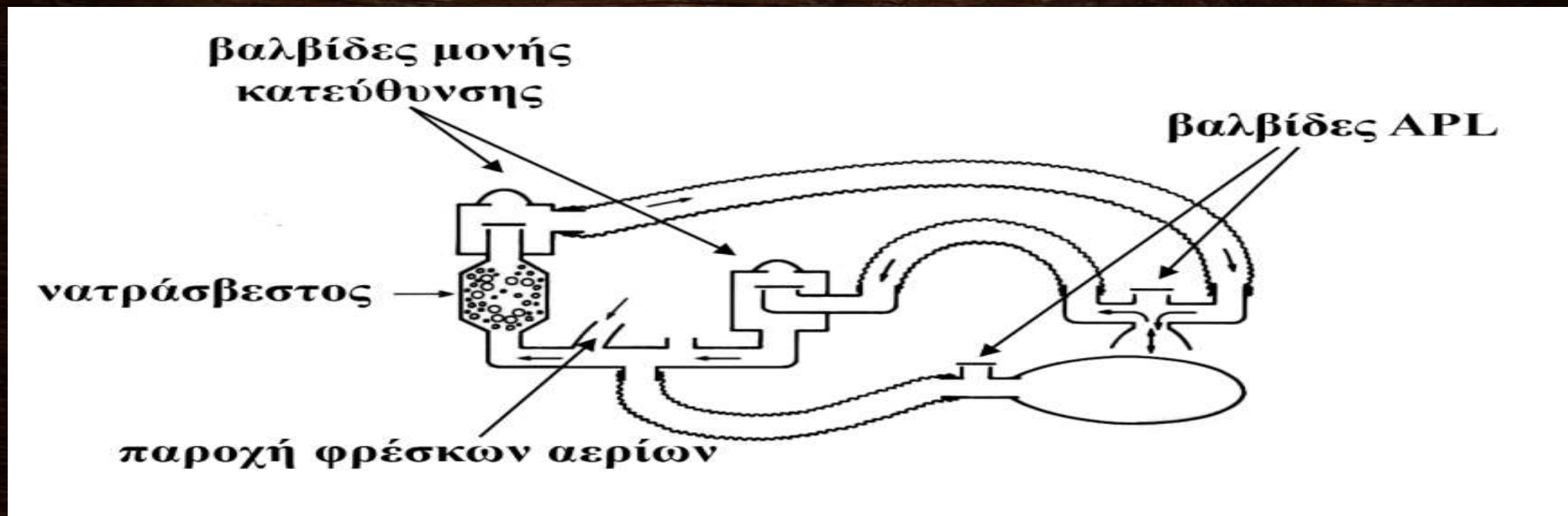
στα οποία γίνεται χημική εξουδετέρωση του CO₂ με την προσθήκη νατρασβέστου.

ΚΥΚΛΙΚΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗ

Το κυκλικό αναπνευστικό κύκλωμα, το οποίο περιλαμβάνει βαλβίδες μονής κατεύθυνσης και νατράσβεστο, είναι το κύκλωμα που χρησιμοποιείται συχνότερα κατά τη χορήγηση αναισθησίας στους ενήλικες.

Στο κύκλωμα αυτό:

- τα αναισθητικά αέρια και το οξυγόνο κυκλοφορούν μέσα στα εξαρτήματα του κυκλώματος προς μία κατεύθυνση αποκλειστικά,
- επιτρέπεται η επανεισπνοή, γιατί χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες —η νατράσβεστος— οι οποίες εξουδετερώνουν το διοξείδιο του άνθρακα.



ΑΡΧΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα από ένα αναισθητικό κύκλωμα μπορεί να γίνει με δύο κυρίως τρόπους.

- Χημική εξουδετέρωση του CO_2 με νατράσβεστο,
- Απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα με υψηλή ροή φρέσκων αερίων

Α Χημική εξουδετέρωση του διοξειδίου του άνθρακα με νατράσβεστο

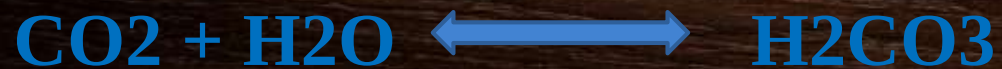
Νατράσβεστος περιέχει τα εξής

- 1). **Κόκκους νατρασβέστου** από υδροξείδια του ασβεστίου του νατρίου, του καλίου, του βαρίου
- 2). **Νερό στους κόκκους,**
- 3). **Πυρίτιο** . Αυτό σκληραίνει τους κόκκους και παρεμποδίζει τον σχηματισμό αλκαλικής σκόνης, η εισπνοή της οποίας μπορεί να ερεθίσει τον αεραγωγό και να προκαλέσει βρογχόσπασμο.
- 4). **Χρωστική ευαίσθητη στην αλλαγή του pH**, η οποία αλλάζει χρώμα (γίνεται μπλε) όταν το 25-50 % του περιεχομένου της νατρασβέστου εξαντληθεί, που σημαίνει ότι η νατράσβεστος πρέπει να αλλάξει

Α Χημική εξουδετέρωση του διοξειδίου του άνθρακα με νατράσβεστο

Η χημική εξουδετέρωση του διοξειδίου του άνθρακα επιτυγχάνεται με τη νατράσβεστο ,μέσα από την οποία διέρχονται τα εκπνεόμενα αέρια. Επί παρουσίας νατρασβέστου εμποδίζεται η επανεισπνοή CO₂.

Η εξουδετέρωση του διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται στην αντίδρασή του με το νερό, που υπάρχει στους κόκκους της νατρασβέστου και στα εκπνεόμενα αέρια. Η δε αντίδραση αυτή καταλήγει στον σχηματισμό ανθρακικού οξέος



Το ανθρακικό οξύ στη συνέχεια αντιδρά με τα υδροξείδια παράγοντας ανθρακικά άλατα, νερό και θερμότητα.



B_ Απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα με υψηλή ροή φρέσκων αερίων

Όταν η ροή των φρέσκων αερίων είναι μεγαλύτερη των 5 L.min⁻¹ (δηλαδή του φυσιολογικού ανα λεπτόν αερισμού) η επανεισπνοή είναι ελάχιστη, καθώς επικρατούν οι ίδιες συνθήκες αποβολής του CO₂ όπως γίνεται φυσιολογικά από τον κυψελιδικό αερισμό, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$PACO_2 = VCO_2 / VA$$

όπου:

$PACO_2$ η τάση του CO₂ στις κυψελίδες, VCO_2 η παραγωγή του CO₂ και VA ο κυψελιδικός αερισμός.

Δηλαδή όσο αυξάνει ο κυψελιδικός αερισμός, ή επί του προκειμένου η ροή των φρέσκων αερίων, τόσο μειώνεται το διοξείδιο του άνθρακα στις κυψελίδες και το αίμα.

Έλεγχος πριν από κάθε Αναισθησία

Πριν από τη χορήγηση οποιασδήποτε τεχνικής αναισθησίας σε οποιονδήποτε χώρο είναι επιβεβλημένο να διενεργείται από τον υπεύθυνο αναισθησιολόγο έλεγχος του μηχανήματος αναισθησίας, ο οποίος είναι συντομότερος από τον ημερήσιο έλεγχο, που πρέπει να καταγράφεται στο διάγραμμα αναισθησίας. Τα ελάχιστα στοιχεία που κάθε φορά ελέγχονται είναι:

- Η καλή λειτουργία του αναπνευστικού κυκλώματος όσον αφορά τη βατότητα των σωλήνων και την απουσία διαφυγής.
- Η ροή οξυγόνου δια των ροομέτρων και δια της βαλβίδας υψηλής παροχής O₂.
- Το επίπεδο πλήρωσης του εξατμιστήρα με πτητικό αναισθητικό και ο έλεγχος ότι δεν υπάρχει διαφυγή.
- Η καλή λειτουργία της αναρρόφησης.
- Η ύπαρξη και καλή λειτουργία του εξοπλισμού για επείγουσα υποστήριξη του αερισμού με συσκευή Ambu.
- Η ύπαρξη των απαραίτητων υλικών για την υποστήριξη του αεραγωγού και την ενδοτραχειακή διασωλήνωση.
- Η ύπαρξη των απαραίτητων υλικών για την έναρξη και διατήρηση ενδοφλέβιας έγχυσης διαλυμάτων ή φαρμάκων.
- Η ύπαρξη των απαιτούμενων αναισθησιολογικών φαρμάκων και των φαρμάκων για καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση.

Σε εξαιρετικά επείγουσες περιπτώσεις, ο έλεγχος αυτός δεν προηγείται, αλλά ακολουθεί τα οποιαδήποτε μέτρα υποστήριξης της ζωής του ασθενούς τα οποία κρίνονται άμεσα απαραίτητα για την περίπτωση, και διενεργείται όταν οι συνθήκες το επιτρέψουν

ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡΕΣ

Χρησιμοποιούνται για πτητικά αναισθητικά τα οποία σε θερμοκρασία και ατμοσφαιρική πίεση δωματίου είναι σε υγρή μορφή πρέπει να μετατραπούν, μέσω εξάτμισης, σε αέριο μορφή, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στην κλινική πράξη

*Η εξάτμιση πραγματοποιείται σε ειδικό κλειστό δοχείο που ονομάζεται **εξατμιστήρας** και το οποίο χορηγεί στον ασθενή το πτητικό αναισθητικό με την ίδια ακρίβεια με την οποία χορηγούνται και τα άλλα αέρια (οξυγόνο και υποξείδιο του αζώτου).*



Πρώτες Συσκευές Χορήγησης Πτητικών Αναισθητικών

Η πρώτη συσκευή χορήγησης ενός πτητικού αναισθητικού ήταν ο Morton inhaler τον οποίο κατασκεύασε ο Morton, για να χορηγήσει την πρώτη αναισθησία με αιθέρα στο Γενικό Νοσοκομείο της Μασαχουσέτης στις 16 Οκτωβρίου 1846



Πρώτες Συσκευές Χορήγησης Πτητικών Αναισθητικών

Η συσκευή αυτή αποτελείται από μια μικρή γυάλινη σφαίρα που περιέχει ένα σφουγγάρι, το οποίο εμποτίζεται με αιθέρα, πράγμα το οποίο αυξάνει την επιφάνεια της εξάτμισης. Η σφαίρα έχει δύο αυχένες, εκ των οποίων ο ένας χρησιμεύει για την είσοδο του αέρα στη σφαίρα και τον εμπλουτισμό του με τον ατμό, ενώ ο δεύτερος αυχένας χρησιμεύει για την εισπνοή του εμπλουτισμένου με τον αιθέρα αέρα από τον ασθενή. Έτσι, ο εισπνεόμενος αέρας περνάει μέσα από τη σφαίρα, αλλά ο εκπνεόμενος αέρας διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα με τη στροφή της βαλβίδας.



Πρώτες Συσκευές Χορήγησης Πτητικών Αναισθητικών

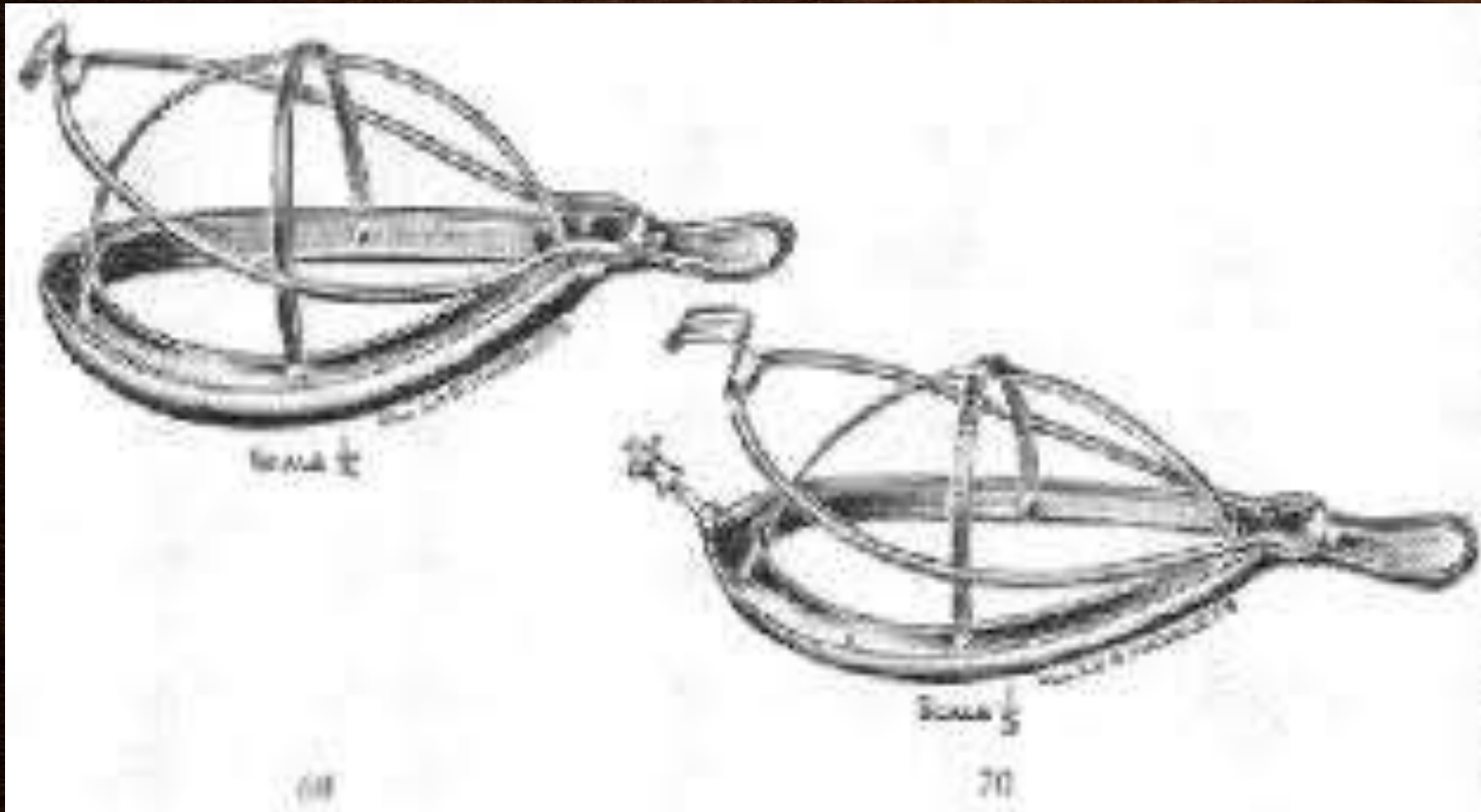
Μεταξύ των πρώτων μεθόδων εξάτμισης των πτητικών αναισθητικών, του αιθέρα και του χλωροφόρμιου, ήταν η χορήγηση του υγρού αναισθητικού σταγόνα σταγόνα σε ένα μαντήλι τοποθετημένο πάνω στο στόμα και τη μύτη του ασθενούς



Η συγκέντρωση του ατμού προοδευτικά αυξανόταν με την αύξηση των σταγόνων ανά λεπτό.

Πρώτες Συσκευές Χορήγησης Πτητικών Αναισθητικών

Συρμάτινη προσωπίδα, στην οποία τα αέρια διοχετεύοντο μέσω ενός σωλήνα και δια των οπών που υπήρχαν στο χείλος της προσωπίδας διαχέοντο στο πρόσωπο του ασθενούς, ο οποίος τα εισέπνεε.



Σύγχρονοι Εξατμιστήρες

Οι σύγχρονοι εξατμιστήρες είναι συσκευές, σχεδιασμένες να προσθέτουν στη ροή των φρέσκων αερίων, ένα ελεγχόμενο ποσοστό πτητικού αναισθητικού, υπό τη μορφή ατμών.

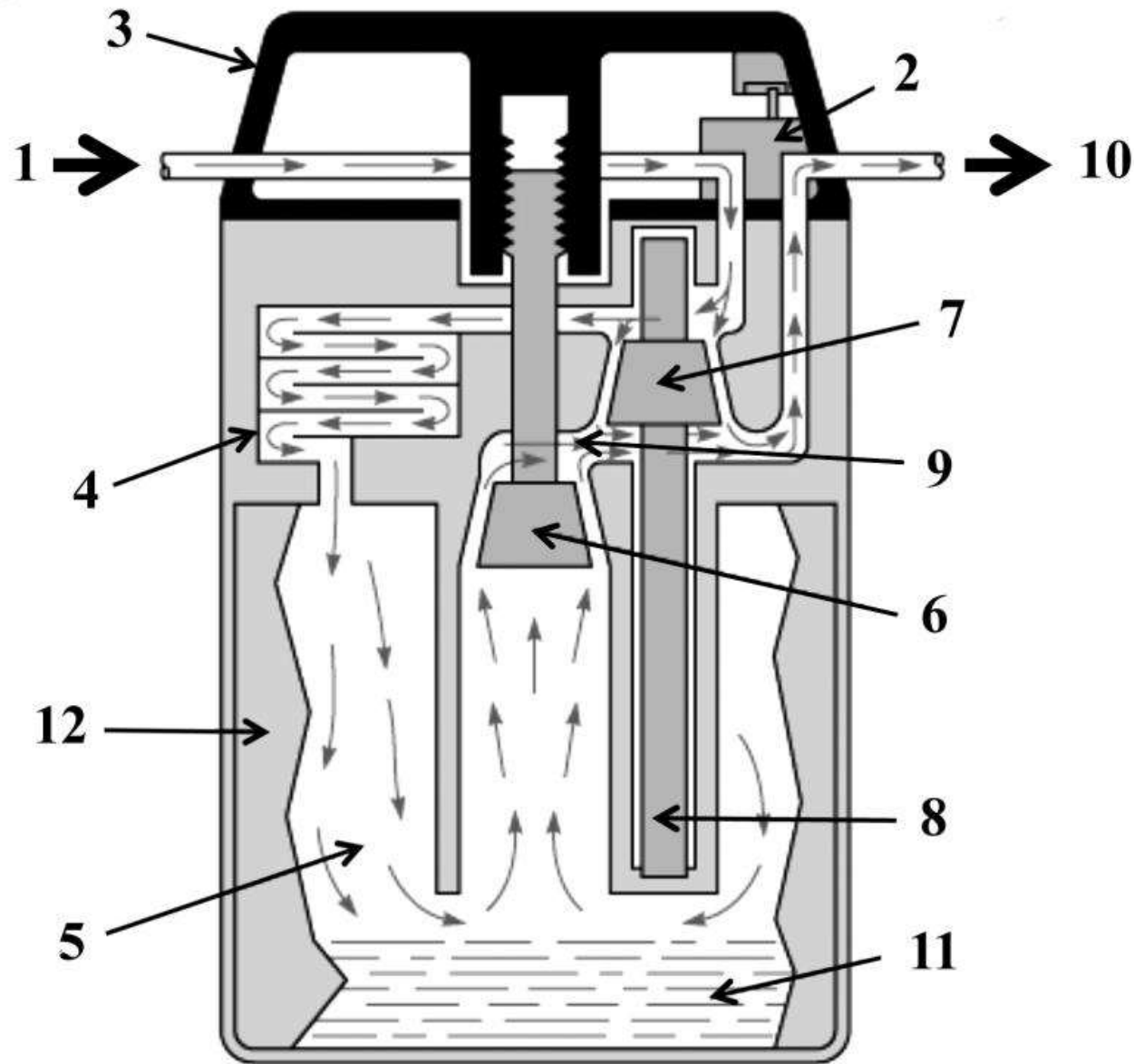
Οι σύγχρονοι εξατμιστήρες είναι θετικής πίεσης και είναι ειδικοί για κάθε πτητικό αναισθητικό παρέχουν δε σταθερή συγκέντρωση του αναισθητικού ανεξάρτητα από τις μεταβολές στη ροή των αερίων.



Οι εξατμιστήρες έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- φέρουν δοχείο, μέσα στο οποίο τοποθετείται το υγρό πτητικό αναισθητικό σε ειδική υποδοχή, και είναι ειδικοί για τη χορήγηση ενός μόνον πτητικού παράγοντα
- είναι τοποθετημένοι μετά την έξοδο των φρέσκων αερίων,
- αντιρροπούν μεταβολές της ροής,
- μπορούν να συνδέονται και να αποσυνδέονται εύκολα με ειδικό μηχανισμό χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία του μηχανήματος προκειμένου να γίνει το γέμισμα του εξατμιστήρα,
- δεν επιτρέπουν την ταυτόχρονη χορήγηση δύο πτητικών αναισθητικών.

Σύγχρονοι Εξατμιστήρες



- 1 = είσοδος φρέσκων αερίων από τα ροόμετρα,
- 2 = βαλβίδα on/off,
- 3 = χειροκίνητος διακόπτης,
- 4 = εξάρτημα για την αντιστάθμιση της υπερπίεσης,
- 5 = θάλαμος εξάτμισης,
- 6 = βαλβίδα ρύθμισης της εξόδου των αερίων,
- 7 = ρυθμιζόμενη είσοδος αερίων στον θάλαμο εξάτμισης,
- 8 = βαλβίδα αντιρρόπησης της θερμοκρασίας με διμεταλλικό έλασμα,
- 9 = θάλαμος ανάμειξης,
- 10 = έξοδος αερίων,
- 11 = υγρός αναισθητικός παράγοντας,
- 12 = φυτίλι



ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ

- ▶ Τα εισπνεόμενα αναισθητικά χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη περισσότερο από 150 χρόνια, από τις αρχές της δεκαετίας του 1840, όταν ο αιθέρας (1842) και το υποξείδιο του αζώτου (1844) χρησιμοποιήθηκαν για ιατρικούς λόγους
- ▶ Στη δεκαετία του 1930, 90 χρόνια μετά την εισαγωγή των πρώτων εισπνεόμενων αναισθητικών, η σχέση δομής και δραστηριότητας οδήγησε στη δημιουργία των αλογονωμένων πτητικών αναισθητικών με κύριο εκπρόσωπο το αλοθάνιο (1956).
- ▶ Η προσπάθεια για το ιδεώδες πτητικό αναισθητικό συνεχίστηκε και οδήγησε στην παρασκευή των δύο νεώτερων αλογονωμένων πτητικών, του δεσφλουρανίου και του σεβοφλουρανίου, που έχουν ξεπεράσει πολλές από τις ανεπιθύμητες επιδράσεις του αλοθανίου

Τα εισπνεόμενα αναισθητικά, ανάλογα με το εάν είναι σε **υγρή ή αέριο μορφή** στη θερμοκρασία και πίεση δωματίου, χωρίζονται αντίστοιχα σε **πτητικά ή αέρια**.

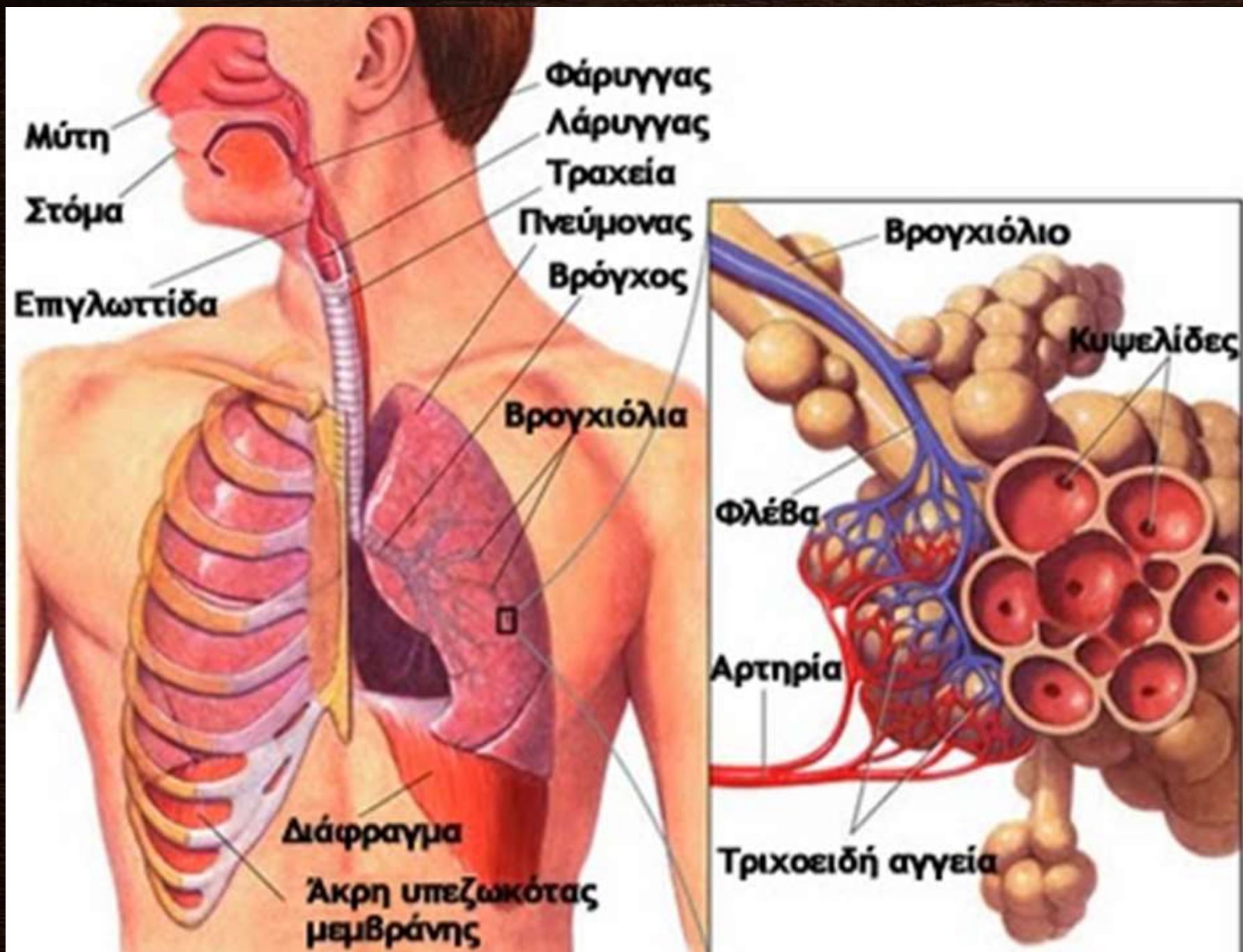
Τα πτητικά αναισθητικά, είναι υγρά σε θερμοκρασία δωματίου και εξατμίζονται (μετατρέπονται σε ατμό) εύκολα με τη βοήθεια ειδικών συσκευών, των εξαερωτήρων.

Τα αέρια αναισθητικά υγροποιούνται υπό πίεση και αποθηκεύονται σε οβίδες, όπου βρίσκονται και στις δυο μορφές, και από τις οποίες εξέρχονται σε αέριο μορφή.

Εισαγωγικά / ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ

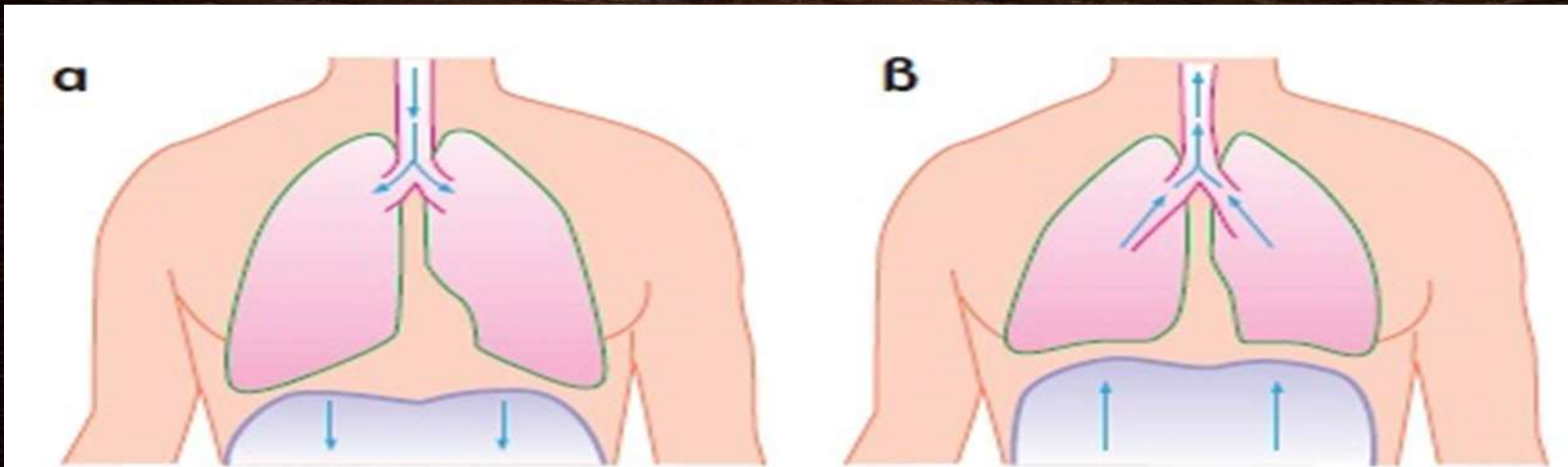
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ

- ▶ Η τραχεία χωρίζεται στους δυο κύριους βρόγχους, στον δεξιό και στον αριστερό, στο ύψος της στερνικής γωνίας στην πρόσθια επιφάνεια του θώρακα, και στον Θ4 σπόνδυλο στην οπίσθια επιφάνεια
- ▶ Οι δύο κύριοι βρόγχοι διαιρούνται στους βρόγχους των λοβών, οι οποίοι δίνουν κλάδους στα αντίστοιχα πνευμονικά τμήματα και καταλήγουν στα βρογχιόλια και στις κυψελίδες
- ▶ Ο υπεζωκότας είναι η μεμβράνη που καλύπτει τους πνεύμονες και διακρίνεται σε σπλαχνικό, που καλύπτει τους πνεύμονες, και σε τοιχωματικό, που καλύπτει την εσωτερική επιφάνεια του θώρακα και του διαφράγματος.
- ▶ Ο σπλαχνικός και ο τοιχωματικός υπεζωκότας συναντώνται στις πύλες των πνευμόνων
- ▶ Μεταξύ των δύο πετάλων του υπεζωκότα υπάρχει μια μικρή ποσότητα πλευριτικού υγρού η οποία παράγεται συνεχώς από τον τοιχωματικό υπεζωκότα και απορροφάται από τον σπλαχνικό.
- ▶ Ο δεξιός πνεύμονας διαιρείται σε τρία τμήματα, στον άνω ή πρόσθιο, στον μέσο και κάτω ή οπίσθιο λοβό, και ο αριστερός πνεύμονας σε δύο, στον άνω και κάτω λοβό.



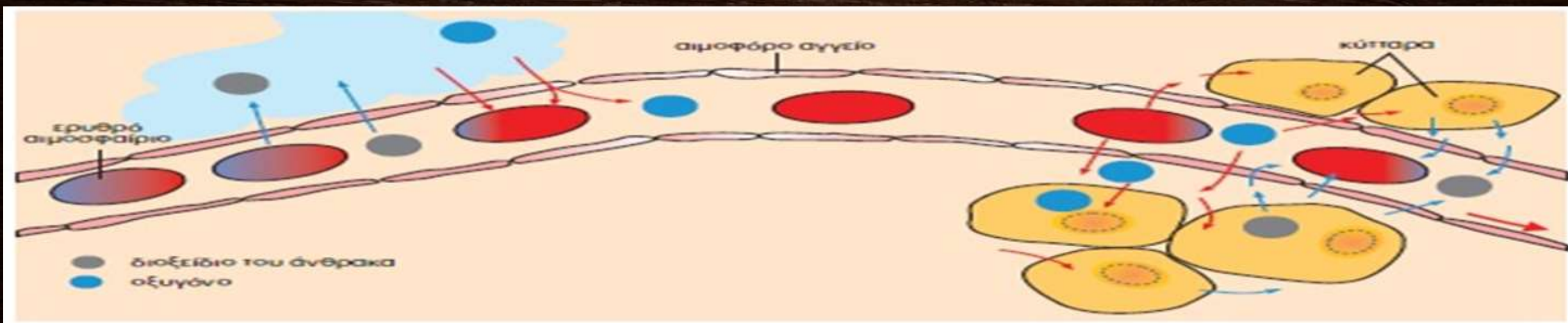
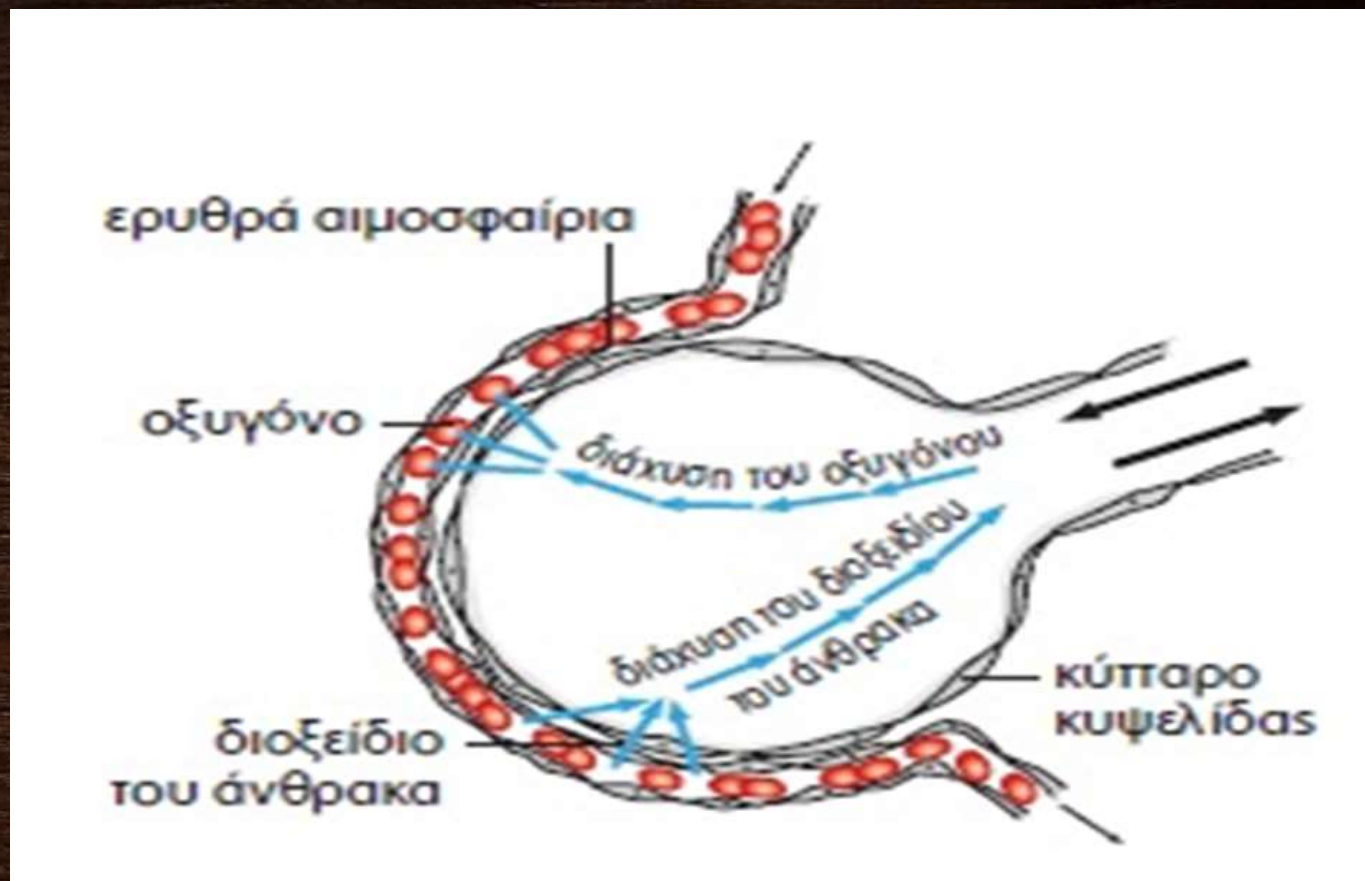
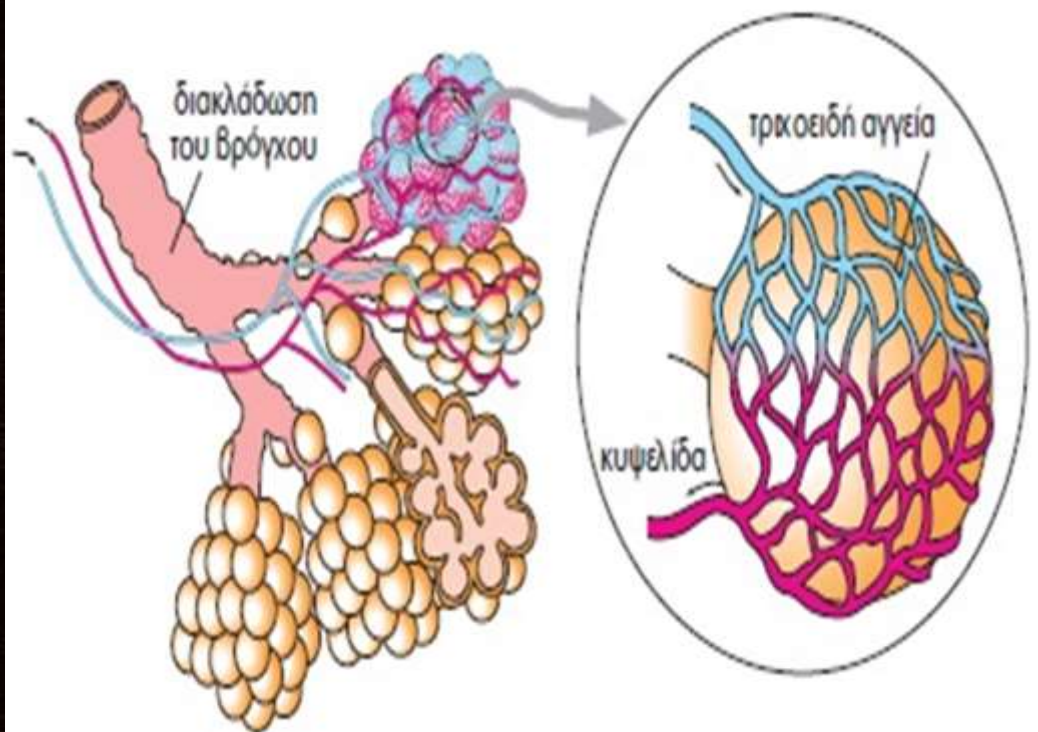
Εισπνοή, εκπνοή – Ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων

- ▶ **Εισπνοή:** Για να πραγματοποιηθεί η εισπνοή, συστέλλονται οι μεσοπλευριοί μύες και το διάφραγμα. Με τη συστολή το διάφραγμα κατεβαίνει προς τα κάτω. Έτσι, αυξάνεται ο όγκος της θωρακικής κοιλότητας, προκαλώντας την είσοδο ατμοσφαιρικού αέρα στους πνεύμονες
- ▶ **Εκπνοή:** Οι μεσοπλευριοί μύες και το διάφραγμα χαλαρώνουν, με αποτέλεσμα την επαναφορά της θωρακικής κοιλότητας στην αρχική της κατάσταση και επομένως τη μείωση του όγκου της. Έτσι, οι πνεύμονες συμπιέζονται και ο αέρας εξωθείται στο περιβάλλον



Η ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων

- ▶ Η ανταλλαγή των αναπνευστικών αερίων (οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα) γίνεται στις κυψελίδες των πνευμόνων. Κάθε κυψελίδα μοιάζει με ένα μικρό σάκο.
- ▶ Τα τοιχώματα της κυψελίδας περιβάλλονται από ένα δίκτυο τριχοειδών αγγείων. Η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ του αέρα που βρίσκεται στο εσωτερικό της κυψελίδας και του αίματος που υπάρχει στα τριχοειδή αγγεία γίνεται με διάχυση. Η συγκέντρωση του οξυγόνου στον αέρα που βρίσκεται στο εσωτερικό των κυψελίδων είναι μεγαλύτερη από αυτήν του αίματος. Το γεγονός αυτό αναγκάζει οξυγόνο από τις κυψελίδες να εισέρχεται στο αίμα. Αντίθετα, διοξείδιο του άνθρακα εξέρχεται από το αίμα προς τις κυψελίδες. Έτσι, η σύσταση του εισπνεόμενου αέρα διαφέρει από εκείνη του εκπνεόμενου.
- ▶ Το οξυγόνο που εισέρχεται στο αίμα δεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Με την κυκλοφορία του αίματος μεταφέρεται σε όλους τους ιστούς. Εκεί, το οξυγόνο εισέρχεται σε κάθε κύτταρο, με διάχυση, και αξιοποιείται στην κυτταρική αναπνοή. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται κατά την κυτταρική αναπνοή ακολουθεί την αντίστροφη πορεία



ΦΑΡΜΑΚΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΩΝ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ

- ▶ Οι θέσεις δράσης των εισπνεόμενων αναισθητικών είναι :
- ▶ οι εγκεφαλικές δομές, ιδιαίτερα ο θάλαμος και ο μεσεγκεφαλικός δικτυωτός σχηματισμός, όπου προκαλούν ύπνωση και αμνησία,
- ▶ ο νωτιαίος μυελός, όπου δρουν:
 - ✓ στην ανιούσα οδό, επηρεάζοντας τη δράση τους στον εγκέφαλο με μείωση της εγρήγορσης,
 - ✓ κατιούσα οδό, καταστέλλοντας την αντανακλαστική κίνηση στα επώδυνα ερεθίσματα

ΦΑΡΜΑΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ

Η χρησιμοποίηση κατά την αναισθησία των πνευμόνων ως πύλης εισόδου στον οργανισμό μιας φαρμακευτικής ουσίας, η οποία ωστόσο δεν έχει τους πνεύμονες ως στόχο δράσης της, αποτελεί μοναδική περίπτωση στην ιατρική πρακτική.

Τα εισπνεόμενα αναισθητικά χρησιμοποιούν ως πύλη εισόδου στον οργανισμό τους πνεύμονες.

- ▶ Η έκθεσή τους αυτή στην πνευμονική κυκλοφορία επιτρέπει την πιο γρήγορη εμφάνιση του φαρμάκου στο αρτηριακό αίμα και την ταχύτερη απομάκρυνσή του από τους πνεύμονες και τον οργανισμό. (ταχύτερη απομάκρυνσή , σε σύγκριση με την ενδοφλέβιο χορήγηση).
- ▶ Η πορεία τους καθορίζεται ως εξής: α) παροχή του αναισθητικού στους πνεύμονες μέσω των εισπνεόμενων αερίων β) πρόσληψη του αερίου από τους ιστούς γ) μεταβολισμός και δ) αποβολή από τον οργανισμό

ΦΑΡΜΑΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ

- ▶ Η τελική επίδραση των εισπνεόμενων αναισθητικών εξαρτάται από την επίτευξη θεραπευτικής συγκέντρωσης (F) στον εγκέφαλο.
- ▶ Ένα εισπνεόμενο αναισθητικό από τη χορήγησή του και μέχρις ότου φθάσει στον εγκέφαλο διέρχεται από τα ακόλουθα στάδια :

A) χορήγηση από το αναισθητικό μηχάνημα στους πνεύμονες:

εισπνεόμενη συγκέντρωση του αναισθητικού (FI),

B) είσοδο στις κυψελίδες:

κυψελιδική συγκέντρωση του αναισθητικού (FA),

Γ) πρόσληψη στο αρτηριακό αίμα από τις κυψελίδες:

αρτηριακή συγκέντρωση εισπνεόμενου αναισθητικού (Fa)

Δ) κατανομή με την κυκλοφορία στον εγκέφαλο και στους ιστούς,

Ε) αποβολή από τους πνεύμονες

Εισπνεόμενη Συγκέντρωση Πτητικών & Αέριων Αναισθητικών (FI)

- ▶ Τα φρέσκα αέρια που χορηγεί το μηχάνημα αναισθησίας αναμειγνύονται με τα αέρια του αναισθητικού κυκλώματος πριν εισέλθουν στους πνεύμονες. Η βασική σύνθεση του εισπνεόμενου μίγματος αερίων εξαρτάται κυρίως από:
 - I. τη ροή φρέσκων αερίων (fresh gas flow, FGF),
 - II. τον όγκο του αναπνευστικού κυκλώματος,
 - III. την απορρόφηση του αναισθητικού από το αναπνευστικό κύκλωμα
- ▶ Η εισπνεόμενη συγκέντρωση πλησιάζει τη συγκέντρωση του αναισθητικού στα φρέσκα αέρια, με αποτέλεσμα ταχύτερη εισαγωγή και ανάνηψη από την αναισθησία, εφόσον:
 - A. η φρέσκια ροή είναι υψηλή,
 - B. ο όγκος του αναπνευστικού κυκλώματος είναι μικρός,
 - C. η απορρόφηση του αναισθητικού από το υλικό του αναπνευστικού κυκλώματος είναι περιορισμένη.

Κυψελιδική Συγκέντρωση Εισπνεόμενων Αναισθητικών (FA)

Η μεταφορά ενός εισπνεόμενου αναισθητικού από τις κυψελίδες στο πνευμονικό τριχοειδές είναι πολύ γρήγορη.

Καθώς ο εγκέφαλος έχει υψηλή αιματική ροή, η **μερική τάση του αναισθητικού στον εγκέφαλο (PBr)** εξισορροπείται με τη **μερική τάση του αναισθητικού στις κυψελίδες (PA)**, που είναι ευθέως ανάλογη προς την **κυψελιδική συγκέντρωση του εισπνεόμενου αναισθητικού (FA)**.

Η κυψελιδική μερική πίεση ενός αερίου (PA) καθορίζει τη μερική πίεση του αναισθητικού στο αίμα και κατά συνέπεια τη μερική του πίεση στον εγκέφαλο (PBr).

Έτσι, η κυψελιδική συγκέντρωση του εισπνεόμενου αναισθητικού (FA) χρησιμοποιείται σαν δείκτης του βάθους της αναισθησίας και του ρυθμού εισαγωγής ή αφύπνισης από την αναισθησία

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κυψελιδική συγκέντρωση ενός εισπνεόμενου αναισθητικού είναι:

- 1_ η παροχή του αναισθητικού στους πνεύμονες,
- 2_ η πρόσληψή του από τους ιστούς

Παροχή του αναισθητικού στους πνεύμονες

Εξαρτάται από:

- **την εισπνεόμενη συγκέντρωση (FI):** χορηγείται από το μηχάνημα αναισθησίας και όσο υψηλότερη είναι τόσο πιο γρήγορα η κυψελιδική συγκέντρωση πλησιάζει την εισπνεόμενη συγκέντρωση,
- **τον κυψελιδικό αερισμό (VA):** όσο πιο υψηλός είναι (υπεραερισμός) τόσο πιο ταχεία είναι η αύξηση της κυψελιδικής συγκέντρωσης του αναισθητικού και τόσο πιο γρήγορα αντισταθμίζεται η πρόσληψή του από το αίμα, με αποτέλεσμα βραχύ χρόνο εισαγωγής στην αναισθησία.

Πρόσληψη του αναισθητικού από τους ιστούς

Εξαρτάται από:

1) Τον συντελεστή διαλυτότητας αίματος — αερίου:

καθορίζει την ταχύτητα εισαγωγής και αφύπνισης από την αναισθησία καθώς και την ταχύτητα έλεγχου του βάθους της αναισθησίας.

- **χαμηλής διαλυτότητας**, οπότε η κυψελιδική συγκέντρωση αυξάνει γρήγορα σε σχέση με την εισπνεόμενη με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ταχεία η εισαγωγή στην αναισθησία, όπως συμβαίνει με το N₂O (0.47), το σεβοφλουράνιο (0.65) και το δεσφλουράνιο (0.42),
- **μέτριας διαλυτότητας**, όπως είναι το αλοθάνιο (2.35) και ισοφλουράνιο (1.4),
- **υψηλής διαλυτότητας**, οπότε ο ρυθμός αύξησης της κυψελιδικής τάσης είναι βραδύς και η εισαγωγή στην αναισθησία είναι βραδεία π.χ. αιθέρας

Πρόσληψη του αναισθητικού από τους ιστούς

Εξαρτάται

2) Την καρδιακή παροχή

Όταν η καρδιακή παροχή μειώνεται (π.χ. παρουσία shock), ελαττώνεται η πρόσληψη του αναισθητικού από το αίμα και αυξάνεται σημαντικά η κυψελιδική τάση των αναισθητικών με αποτέλεσμα να επιταχύνεται η εισαγωγή στην αναισθησία, αλλά να προκαλείται και υπερδοσολογία

Αντίθετα όταν η καρδιακή παροχή αυξάνεται (π.χ. παρουσία φόβου), μεγαλύτερος όγκος αίματος εκτίθεται στο αναισθητικό, με αποτέλεσμα να μειώνεται η κυψελιδική τάση και να επιβραδύνεται η εισαγωγή στην αναισθησία.

3) Αιμάτωση των ιστών

- οι ιστοί με πλούσια αιμάτωση (εγκέφαλος, καρδιά, νεφροί) που δέχονται το 75% της καρδιακής παροχής προσλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσό του αναισθητικού με αποτέλεσμα τον γρήγορο κορεσμό τους,
- οι ιστοί με πτωχή αιμάτωση (μύες, λίπος) που δεν αιματώνονται καλά και έχουν μεγάλη χωρητικότητα προσλαμβάνουν αναισθητικό για αρκετές ώρες. Γι' αυτό το λόγο οι παχύσαρκοι ασθενείς να έχουν βραδεία αφύπνιση, καθώς το λίπος δρα σαν αποθήκη αναισθητικού από όπου αυτό απομακρύνεται με αργό ρυθμό προς το αίμα.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

η εισαγωγή στην αναισθησία επιταχύνεται

- Όταν ο ασθενής υπεραερίζεται
- Όταν αυξάνεται η εισπνεόμενη συγκέντρωση του αναισθητικού
- Όταν μειώνεται η καρδιακή παροχή
- ο αναισθητικός παράγοντας έχει μειωμένο συντελεστή διαλυτότητας στο αίμα.

η εισαγωγή στην αναισθησία επιταχύνεται επιβραδύνεται όταν είναι

- ✓ αυξημένος ο συντελεστής διαλυτότητας,
- ✓ η καρδιακή παροχή αυξάνεται
- ✓ και ο κυψελιδικός αερισμός μειώνεται.

Η αποβολή τους από τον οργανισμό

Αυτή διενεργείται είτε

- 1_ με βιομετατροπή σε ανενεργούς μεταβολίτες,
- 2_ με την εκπνοή,
- 3_ Σε μικρότερο βαθμό με διάχυση του αναισθητικού από το δέρμα.

Ελάχιστη Κυψελιδική Συγκέντρωση Εισπνεόμενων Αναισθητικών ή MAC (Minimum Alveolar Concentration)

Αντιπροσωπεύει την ελάχιστη κυψελιδική συγκέντρωση του αναισθητικού, η οποία, στο επίπεδο της θάλασσας, στη θερμοκρασία του δωματίου και παρουσία 50 % οξυγόνου, εμποδίζει στο 50 % των πειραματόζων που δεν έχουν λάβει προνάρκωση την αντανακλαστική κίνηση σε ένα σταθερό επώδυνο ερέθισμα, όπως π.χ. η τομή του δέρματος

	MAC (%)
Υποξείδιο του Αζώτου (N ₂ O)	104
Ξένον (Xe)	63
Δεσφλουράνιο	6,0
Ισοφλουράνιο	1,15
Σεβοφλουράνιο	2,05

Ελάχιστη Κυψελιδική Συγκέντρωση Εισπνεόμενων Αναισθητικών ή MAC (Minimum Alveolar Concentration)

- Είναι δείκτης της ισχύς των αναισθητικών αερίων
- Για να είναι δυνατή η αξιολόγηση και σύγκριση της επίδρασης των πτητικών παραγόντων στα διάφορα όργανα χρησιμοποιείται ως δείκτης αναισθητικής ισχύος
- Χαμηλή MAC σημαίνει υψηλή αναισθητική ισχύς και το αντίστροφο
- Η MAC είναι ανάλογη της λιποδιαλυτότητας του εισπνεόμενου αναισθητικού και μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$\text{MAC} \times \lambda \square 1.82 \text{ Atm}$$

όπου: λ είναι ο συντελεστής διαλυτότητας ελαίου—αερίου και Atm η βαρομετρική πίεση

- Η γνώση της MAC, πέραν της κλινικής σημασίας, επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ των διαφόρων παραγόντων και λειτουργεί ως πρότυπο μέγεθος στη διεξαγωγή μελετών
- επειδή η **συγχορήγηση δυο αναισθητικών αερίων έχει συνεργικό αποτέλεσμα**, οι MAC των δύο αυτών αερίων επίσης ακολουθεί αυτό το κανόνα (οι MAC τους δρουν αθροιστικά).. Έτσι π.χ. μίγμα 0,5 MAC N₂O και 0,5 MAC αλοθανίου θα εμποδίσει την αντανακλαστική κίνηση σε επώδυνο ερέθισμα όπως ακριβώς η χορήγηση 1MAC ισοφλουρανίου

Ελάχιστη Κυψελιδική Συγκέντρωση Εισπνεόμενων Αναισθητικών ή MAC (Minimum Alveolar Concentration)

η MAC επηρεάζεται από πολλούς φυσιολογικούς και φαρμακολογικούς παράγοντες. Για παράδειγμα,

- 1) μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας (κατά 10% ανά δεκαετία), τη χορήγηση οπιοειδών, βενζοδιαζεπινών, α₂- αγωνιστών, την αναιμία Την υποθερμία, την υποξυγοναιμία ($PaO_2 < 40 \text{ mmHg}$), την υπονατριαιμία, κατά τη διάρκεια της κύησης και της γαλουχίας, σε περίπτωση οξείας κατάχρησης αλκοόλ,
- 2) αυξάνεται με την κοκαΐνη, την εφεδρίνη, την παρουσία υπερνατριαιμίας στη μικρή ηλικία, στον χρόνιο αλκοολισμό και στην αυξημένη θερμοκρασία

ΙΔΕΩΔΕΣ ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΟ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΟ

- ▶ Το ιδεώδες εισπνεόμενο αναισθητικό πρέπει να έχει τα ακόλουθα φυσικοχημικά, φαρμακοκινητικά και φαρμακοδυναμικά χαρακτηριστικά.
- έλλειψη τοξικότητας ακόμη και μετά από παρατεταμένη ή χρόνια χρήση. για παράδειγμα, έλλειψη επιπτώσεων μετά παρατεταμένη εισπνοή στο προσωπικό του χειρουργείου,
- απουσία ή προβλέψιμες και δοσοεξαρτώμενες καρδιο—αναπνευστικές επιπτώσεις (για παράδειγμα, η καρδιακή συχνότητα να μην μεταβάλλεται σημαντικά και το μυοκάρδιο να μην ευαισθητοποιείται στις ενδογενείς και εξωγενείς κατεχολαμίνες),
- αναλγητικές ιδιότητες,
- εύκολα αναστρέψιμες αναισθητικές επιδράσεις,
- απουσία διέγερσης του ΚΝΣ και επιληπτικής δραστηριότητας,
- απουσία αλληλεπίδρασης με φάρμακα που χορηγούνται προ ή διεγχειρητικά,
- απουσία επίδρασης στην εγκυμονούσα μήτρα.

Χαρακτηριστικά

Φυσικά:

- ▶ Να έχει μοριακή και φυσική σταθερότητα (να μη διασπάται παρουσία φωτός, θερμότητας, κ.τ.λ.).
- ▶ Να μην είναι ερεθιστικό για τους αεραγωγούς,
- ▶ Να είναι φθηνό και εύκολο στη χρήση, άφλεκτο, να μη χρειάζεται συντηρητικά ,
- ▶ Να έχει μακρό χρόνο ζωής και
- ▶ Να είναι φιλικό προς το περιβάλλον.

Φαρμακοκινητικά:

- ▶ Χαμηλή MAC (υψηλό συντελεστή διαλυτότητας λίπους/αερίου)
- ▶ Να επιτρέπει ταχεία μεταβολή του βάθους αναισθησίας(υψηλό συντελεστή διαλυτότητας αίματος/αερίου

Φαρμακοδυναμικά:

- ▶ Έλλειψη τοξικότητας, απουσία ή προβλέψιμες καρδιοαναπνευστικές επιδράσεις, εύκολα αναστρέψιμες, απουσία διέγερσης του Κ.Ν.Σ, αλληλεπίδρασης με φάρμακα, επίδρασης στην εγκυμονούσα μήτρα και τέλος
- ▶ να έχει αναλγητικές ιδιότητες

Επιδράσεις πτητικών αναισθητικών

□ Αναπνευστικό σύστημα

Οι αρνητικές επιπτώσεις των σύγχρονων πτητικών αναισθητικών είναι :

- δοσοεξαρτώμενη καταστολή της αναπνοής,
- μείωση του ανά λεπτό αερισμού,
- άπνοια σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις.

Οι ευεργετικές τους επιδράσεις είναι:

- βρογχοδιαστολή και περιορισμός του παρασυμπαθητικοτονικού βρογχόσπασμου μέσω δράσης στις λείες μυϊκές ίνες των βρόγχων (σε μεγαλύτερο βαθμό το αλοθάνιο και το σεβοφλουράνιο

□ Μυοσκελετικό σύστημα

Τα εισπνεόμενα αναισθητικά και ιδιαίτερα τα πτητικά, προκαλούν κάποιου βαθμού χάλαση των σκελετικών μυών και ενισχύουν τη δράση των νευρομυϊκών αποκλειστών

Επιδράσεις πτητικών αναισθητικών

□ Καρδιαγγειακό σύστημα

Τα σύγχρονα πτητικά αναισθητικά :

- έχουν αγγειοδιασταλτικές ιδιότητες με επίδραση στην περιοχική αιματική ροή και τις αγγειακές αντιστάσεις,
- προκαλούν δοσοεξαρτώμενη μείωση της αρτηριακής πίεσης λόγω περιφερικής αγγειοδιαστολής,
- προκαλούν σε αυξημένες συγκεντρώσεις καταστολή του μυοκαρδίου και της λειτουργίας των τασεοϋποδοχέων,
- το δεσφλουράνιο και ισοφλουράνιο προκαλούν ταχυκαρδία λόγω διέγερσης του συμπαθητικού νευρικού συστήματος και του συστήματος ρενίνης—αγγειοτενσίνης,
- το ισοφλουράνιο, σεβοφλουράνιο, δεσφλουράνιο προκαλούν παρόμοια παράταση του διαστήματος QT και QTc στο ΗΚΓράφημα ,
- ευαισθητοποιούν το μυοκάρδιο στις εξωγενείς κατεχολαμίνες με αποτέλεσμα αρρυθμιογένεση

Ανεπιθύμητες επιδράσεις πτητικών αναισθητικών

Κακοήθης υπερπυρεξία

Όλα τα ισχυρά πτητικά αναισθητικά μπορεί να προκαλέσουν έκλυση κακοήθους υπερπυρεξίας. Το αλοθάνιο θεωρείται ο ισχυρότερος εκλυτικός παράγοντας, αλλά όλα τα πτητικά πρέπει να αποφεύγονται σε επιρρεπείς ασθενείς ή όταν υπάρχει οικογενειακό ιστορικό αυτής της σοβαρής επιπλοκής

Ηπατοτοξικότητα

- Όλα τα αλογονωμένα πτητικά αναισθητικά συνδέονται με ηπατική βλάβη.
- Το αλοθάνιο, ενφλουράνιο, ισοφλουράνιο και δεσφλουράνιο μεταβολίζονται από το κυτόχρωμα P450 σε τριφθοριο—ακετυλιωμένα στοιχεία, τα οποία τροποποιούν τις πρωτεΐνες της επιφάνειας των ηπατοκυττάρων και έτσι πυροδοτούν μια ανοσολογική αντίδραση εναντίον τους. Η βαρύτητα της ηπατοτοξικότητας σχετίζεται με τον βαθμό στον οποίο τα πτητικά αναισθητικά υφίστανται ηπατικό μεταβολισμό από αυτό το κυτόχρωμα (20-30 % το αλοθάνιο, 2 % το ενφλουράνιο, 1% το σεβοφλουράνιο και 0.2 % ή λιγότερο το ισοφλουράνιο και δεσφλουράνιο), καθώς και με τα προϊόντα του μεταβολισμού.
- Η ηπατίτιδα μετά από έκθεση σε αλοθάνιο είναι πολύ γνωστή,. Το σεβοφλουράνιο, σε αντίθεση με τα άλλα αλογονωμένα αναισθητικά, δεν μεταβολίζεται σε ηπατοτοξικές τριφθοριο—ακετυλιωμένες πρωτεΐνες και θεωρείται σχετικά ασφαλές για τους ασθενείς με ήπια ηπατική δυσλειτουργία. Ωστόσο, σπάνιες περιπτώσεις οξείας ηπατικής βλάβης έχουν αναφερθεί με όλα τα πτητικά αναισθητικά, ακόμη και με το σεβοφλουράνιο

ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ

Τα γενικά αναισθητικά, εισπνεόμενα ή ενδοφλέβια, δρουν σε υποδοχείς—κανάλια ιόντων που ρυθμίζουν τη συναπτική μεταβίβαση και τα μεμβρανικά δυναμικά σε τμήματα «κλειδιά» του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού

Οι σημαντικότεροι υποδοχείς—στόχοι για την επίτευξη γενικής αναισθησίας θεωρούνται οι **GABA (γ—υδροξύ—αμινοβουτυρικού οξέος)** και οι **NMDA (N-μεθυλ-D-ασπαρτικό οξύ)**

	GABA	NMDA
Υποξείδιο του αζώτου	+	--
Ξένον	0	--
Σεβοφλουράνιο	++	--
Δεσφλουράνιο	++	--
Ισοφλουράνιο	++	-

ΠΤΗΤΙΚΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ

Αλοθάνιο

ισοφλουράνιο (Forane®)

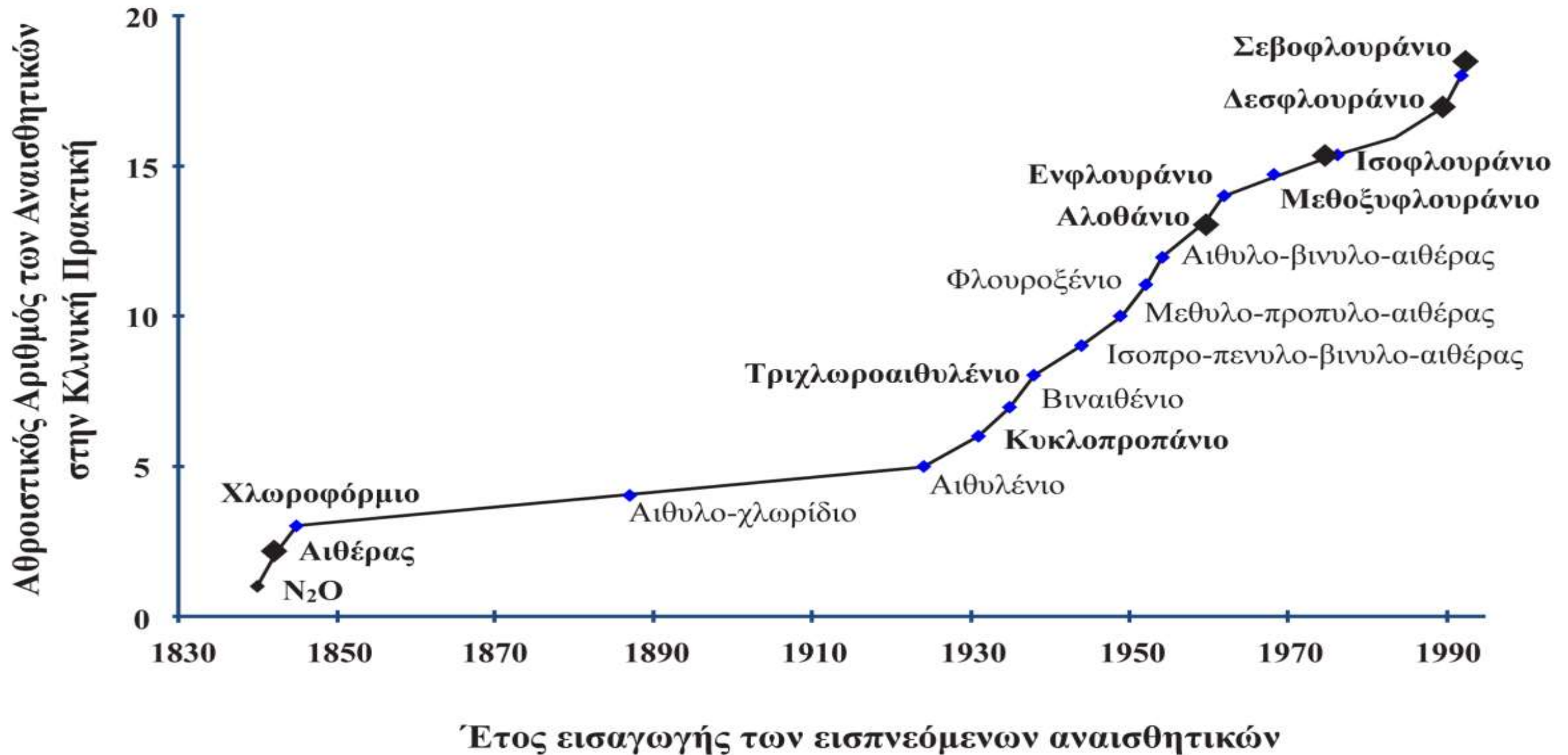
δεσφλουράνιο (Suprane®)

ενφλουράνιο

σεβοφλουράνιο (Sevoflurane®)



ΠΤΗΤΙΚΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ



ΠΤΗΤΙΚΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ

τα πτητικά αναισθητικά που κυρίως χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη κλινική πράξη είναι, το δεσφλουράνιο, το ισοφλουράνιο και το σεβοφλουράνιο

Αλοθάνιο

- Το αλοθάνιο είναι αλογονομένος υδρογονάνθρακας με αναισθητική δράση το οποίο αν και δεν χρησιμοποιείται πλέον λόγω των πολλών παρενεργειών, **αποτελεί το μέτρο σύγκρισης για τα εισπνεόμενα αναισθητικά**
- Είναι το μόνο εισπνεόμενο αναισθητικό το οποίο περιέχει ένα άτομο **βρωμίου**,
- Ο μηχανισμός δράσης του φαίνεται ότι είναι η αύξηση του χρόνου **σύνδεσης του GABA**, ενός κατασταλτικού νευροδιαβιβαστή, με τον υποδοχέα του.
- αλοθάνιο έχει **σχετικά ασθενή αναλγητική δράση**. Μπορεί επίσης να προκαλέσει **χαλάρωση των σκελετικών μυών και των μυών της μήτρας**.
- Έχει **ευχάριστη οσμή**. Το αλοθάνιο μπορεί να προκαλέσει **συμπτώματα δηλητηρίασης** (πυρετό, ναυτία, εμετούς, ανορεξία) σε μερικούς ανθρώπους.
- Επίσης προκαλεί **πτώση της αρτηριακής πίεσης και βραδυκαρδία** ενώ σε μικρό ποσοστό ανθρώπων έχει παρατηρηθεί **κακοήθης υπερθερμία**.

Το αλοθάνιο συμπεριλαμβάνεται από το Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας στο κατάλογο απαραίτητων φαρμάκων, φάρμακα τα οποία θεωρούνται απαραίτητα για την παροχή βασικών υπηρεσιών υγείας

Δεσφλουράνιο

- ▶ Το δεσφλουράνιο (Suprane®) ανακαλύφθηκε τη δεκαετία του 1960 , αλλά εισήχθη στην κλινική πρακτική μόνο κατά τη δεκαετία του 1990, λόγω της ερεθιστικής του επίδρασης στους αεραγωγούς.
- ▶ Το δεσφλουράνιο ανήκει στους αλογονωμένους αιθέρες με βασικό πλεονέκτημα τη χαμηλή διαλυτότητα στο αίμα σε σχέση με τα προηγούμενα πτητικά αναισθητικά. Η χαμηλή διαλυτότητα στο αίμα επιτυγχάνει γρήγορα υψηλή κυψελιδική συγκέντρωση με ταχεία εισαγωγή και αφύπνιση

Μεταβολισμός

- ▶ Η παρουσία φθορίου στο μόριο του δεσφλουρανίου το καθιστά σταθερότερο και ανθεκτικότερο στη βιομετατροπή, με αποτέλεσμα να μεταβολίζεται από το κυττόχρωμα P450 σε ποσοστό μόνο 0.02 %, το μικρότερο ποσοστό από τα άλλα πτητικά αναισθητικά.

Ανεπιθύμητες επιδράσεις

Κατά την εισπνευστική εισαγωγή στην αναισθησία το δεσφλουράνιο προκαλεί ερεθισμό των αεραγωγών με αποτέλεσμα να προκαλείται βήχας, λαρυγγόσπασμος, βρογχόσπασμος, κράτημα της αναπνοής και σιελόρροια.

Ισοφλουράνιο

Το ισοφλουράνιο (Forane®) εισήχθη στην κλινική πρακτική μετά το αλοθάνιο με το οποίο έχει παρόμοια κλινική χρήση.

Μεταβολισμός

Το ισοφλουράνιο μεταβολίζεται σε σχεδόν αμελητέο ποσοστό, περίπου 0.2 % της χορηγούμενης δόσης.

Ανεπιθύμητες επιδράσεις

Το ισοφλουράνιο είχε ενοχοποιηθεί παλαιότερα για στεφανιαία υποκλοπή, δηλαδή παράκαμψη της στεφανιαίας αιματικής ροής μακριά από ισχαιμικές περιοχές, που εξαρτώνται από παράπλευρη κυκλοφορία, λόγω αγγειοδιαστολής των φυσιολογικών στεφανιαίων αρτηριών.

Παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι επιδεινώνει την ισχαιμία του μυοκαρδίου σε στεφανιαίους ασθενείς. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι πρώτες παρατηρήσεις για την αναισθητική προγύμναση έγιναν σε πειραματόζωα με τη χορήγηση ισοφλουρανίου.

Σεβοφλουράνιο

- ▶ Το σεβοφλουράνιο (Sevoflurane®) εισήχθη στην κλινική πρακτική στις αρχές της δεκαετίας του 1990, και γρήγορα έγινε πολύ δημοφιλές, γιατί είναι γρήγορο και φιλικό προς τον χρήστη.
- ▶ Το σεβοφλουράνιο είναι το νεώτερο πτητικό αναισθητικό που ανήκει στους αλογονωμένους αιθέρες με αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα προηγούμενα πτητικά αναισθητικά

Κλινικές χρήσεις

- ▶ Το σεβοφλουράνιο σήμερα αποτελεί τον παράγοντα επιλογής για εισπνευστική εισαγωγή στην αναισθησία σε νήπια και παιδιά λόγω της έλλειψης ερεθισμού των ανώτερων αεραγωγών και της χαμηλής διαλυτότητάς του στο αίμα και τους ιστούς.

Μεταβολισμός

- ▶ Το σεβοφλουράνιο μεταβολίζεται σε ποσοστό 2-5 %, και παρόλο ότι η συγκέντρωση του ανόργανου φθορίου στο πλάσμα είναι $> 50 \mu\text{M}$, η χορήγησή του δεν σχετίζεται με νεφροτοξικότητα.
- ▶ Παρουσία νατρασβέστου το σεβοφλουράνιο διασπάται στους παράγοντες A και B που είναι ηπατοτοξικοί και νεφροτοξικοί στα πειραματόζωα, χωρίς όμως να υπάρχουν ενδείξεις τοξικότητας στον άνθρωπο

ΑΕΡΙΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ / Υποξείδιο του Αζώτου και Ξένο

N₂O

Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) ήταν ο πρώτος αναισθητικός παράγοντας που ανακαλύφθηκε και χρησιμοποιήθηκε το 1844. Έκτοτε χρησιμοποιήθηκε για πολλά χρόνια ως βασικό στοιχείο της γενικής αναισθησίας.

Κατά τις τελευταίες, όμως, δεκαετίες έχει μειωθεί η χρήση του κατά τη γενική αναισθησία, χωρίς, όμως, να υπάρχουν στοιχεία ότι αυξάνει τον κίνδυνο για τους ασθενείς ή όσους εκτίθενται σε αυτό. Ταυτόχρονα, έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για τη χρήση του από μη αναισθησιολόγους σε επεμβατικές πράξεις, κυρίως ως ηρεμιστικό και αναλγητικό για πόνο ελαφράς έως μέτριας έντασης

	MAC (%)
Υποξείδιο του Αζώτου (N ₂ O)	104
Ξένο (Xe)	63
Δεσφλουράνιο	6,0
Ισοφλουράνιο	1,15
Σεβοφλουράνιο	2,05

N₂O

Χαρακτηριστικά N₂O

- Είναι αέριο που συμπιέζεται και αποθηκεύεται σε υγρή κατάσταση σε οβίδες υπό πίεση 55 Atm.
- Έχει την υψηλότερη τιμή MAC (> 100 %) από όλους τους αναισθητικούς παράγοντες, γεγονός που σημαίνει ότι είναι ένας πολύ ασθενής αναισθητικός παράγοντας που χρειάζεται να συμπληρώνεται από έναν πτητικό ή ενδοφλέβιο παράγοντα

Μεταβολισμός

Ένα μικρό μέρος (< 0.01 %) του N₂O υφίσταται βιομετατροπή μέσω αναγωγικού μεταβολισμού από αναερόβια μικρόβια στο γαστρεντερικό σύστημα

Κλινικές χρήσεις

- Το N₂O δεν είναι ισχυρό αναισθητικό, έτσι ώστε όταν χρησιμοποιείται μόνο του σε μίγμα με οξυγόνο χωρίς συμπληρωματικά αναισθητικά, ο ασθενής να μην κοιμάται βαθιά και να έχει συνείδηση του περιβάλλοντος.
- Το N₂O έχει ήπιες αναλγητικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται ευρέως στη σύγχρονη αναισθησία για να συμπληρώσει ισχυρούς πτητικούς ή ενδοφλέβιους αναισθητικούς παράγοντες για να μειώσει τη δοσολογία τους, καθώς και στην αντιμετώπιση του πόνου επεμβατικών πράξεων

N₂O

Κλινικές χρήσεις συνέχεια

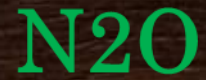
- Οι δημόσιες υπηρεσίες υγείας έχουν ορίσει το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο έκθεσης οι 8 ώρες χορήγησης του N₂O,
- Οι επιδράσεις του N₂O στο καρδιαγγειακό και αναπνευστικό σύστημα είναι πολύ μικρές. Ο συνδυασμός N₂O με σεβοφλουράνιο ή ισοφλουράνιο προκαλεί μικρότερες αιμοδυναμικές επιδράσεις από τη χορήγηση μόνον του πτητικού παράγοντα σε ισοδύναμη MAC
- Σε αντίθεση με τις αρχικές προβλέψεις το υποξείδιο του αζώτου δεν φαίνεται να αυξάνει τον κίνδυνο μυοκαρδιακής βλάβης

Κυριότερες ανεπιθύμητες επιδράσεις

1) Υποξία από διάχυση

Επειδή το N₂O είναι σχετικά αδιάλυτο στο αίμα, αλλά 30 φορές πιο διαλυτό από το άζωτο, μετά τη διακοπή του στο τέλος της αναισθησίας προκαλείται ταχεία διάχυσή του από το αίμα στους πνεύμονες με αποτέλεσμα δραματική μείωση του κυψελιδικού οξυγόνου, εφόσον ο ασθενής αναπνέει ατμοσφαιρικό αέρα.

Γι' αυτόν τον λόγο πρέπει να χορηγείται οξυγόνο 100 % για 5 min περίπου μετά τη διακοπή του N₂O κατά την αφύπνιση του ασθενούς



Κυριότερες ανεπιθύμητες επιδράσεις συνέχεια

2) Αύξηση της πίεσης σε κλειστές κοιλότητες

Επειδή το N₂O είναι πιο διαλυτό από το άζωτο στο αίμα κινείται πιο γρήγορα προς τις κοιλότητες που περιέχουν αέρα (υπεζωκότας, εγκεφαλικές κοιλίες, μέσο ους, εντερική απόφραξη) σε σχέση με την κίνηση του αζώτου προς τα έξω, με αποτέλεσμα την υπερβολική αύξηση της πίεσης εντός αυτών (π.χ. υπό τάση πνευμοθώρακας), και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται σε περιπτώσεις πνευμοθώρακα, ειλεού, κλπ

3) Μόλυνση της ατμόσφαιρας

Το N₂O που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα δρα ως αέριο που επιτείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού θεωρείται ότι καταστρέφει το στρώμα του όζοντος επιβαρύνοντας το περιβάλλον

N₂O

Κυριότερες ανεπιθύμητες επιδράσεις συνέχεια

3) Παρατεταμένη έκθεση σε αναισθητικές συγκεντρώσεις N₂O (> 6 ωρών):

- Μπορεί να οδηγήσει σε απλασία του μυελού των οστών, μεγαλοβλαστική αναιμία και περιφερική νευροπάθεια λόγω έλλειψης της βιταμίνης B12.
- Σχετίζεται με μετεγχειρητική αύξηση των επιπέδων της ομοκυστεΐνης και διαταραχή της λειτουργίας του ενδοθηλίου, που έχει σχέση με καρδιαγγειακές επιπλοκές.
- Εντούτοις, σε μεγάλη πολυκεντρική μελέτη (με 7.112 ασθενείς) η χρήση N₂O δεν αποδείχτηκε ότι σχετίζεται με αύξηση των καρδιαγγειακών επιπλοκών ή με την αύξηση των λοιμώξεων του χειρουργικού τραύματος .

ξένον (Xe)

- ▶ Το ξένον (Xe) είναι ευγενές αέριο το οποίο διαθέτει αναισθητικές ιδιότητες δρώντας στους υποδοχείς NMDA. Παράγεται με διύλιση του ατμοσφαιρικού αέρα αλλά το κόστος παραγωγής του είναι ιδιαίτερα υψηλό, γεγονός που περιορίζει σημαντικά την ευρεία χρήση του

Κυριότερες επιδράσεις

- ▶ Το ξένον : επιτυγχάνει αιμοδυναμική σταθερότητα,
- ▶ δεν μειώνει τον ανά λεπτό αερισμό,
- ▶ προκαλεί αύξηση των αντιστάσεων των αεραγωγών λόγω αυξημένης πυκνότητας και γλοιότητας του μίγματος των εισπνεόμενων αερίων,
- ▶ προκαλεί έντονη αναλγησία,
- ▶ παρέχει σημαντική νευροπροστασία σε πειραματόζωα σε συνθήκες ισχαιμίας—επαναιμάτωσης