

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΚΛΙΝΙΚΟ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ

ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

10 & 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2011

ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Ορισμός

- Είναι μία διάταξη εξαρτημάτων που συνδέει τον αεραγωγό του ασθενούς με το μηχάνημα αναισθησίας δημιουργώντας μία **«τεχνητή ατμόσφαιρα»** από την οποία ο ασθενής εισπνέει και μέσα στην οποία ο ασθενής εκπνέει
- Δηλαδή μέσα από το κύκλωμα αναισθησίας ο ασθενής αναπνέει

ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

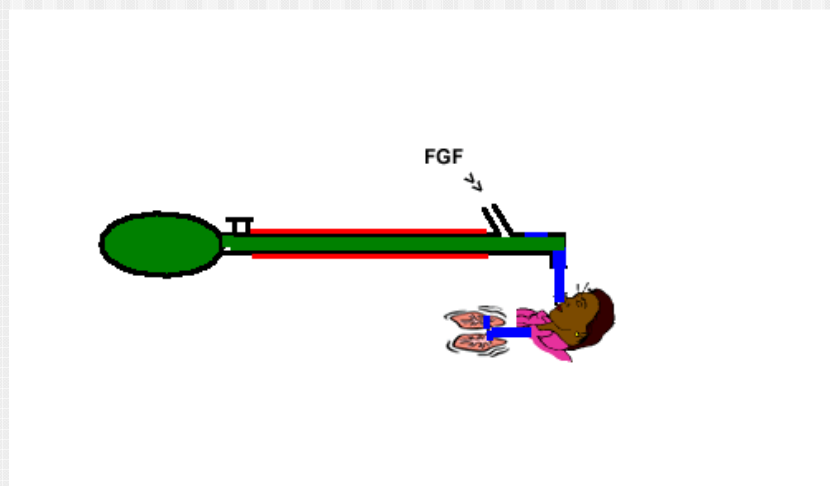
Από τι αποτελείται



- Παροχή φρέσκων αερίων
- Άκρο για σύνδεση με τον αεραγωγό του ασθενούς
- Αποθεματικός ασκός ή σπειροειδής σωλήνας
- Εκπνευστική βαλβίδα περιορισμού της πίεσης APL
- Σπειροειδείς σωλήνες και συνδετικά
- Κάνιστρο με ουσία για την απορρόφηση CO₂
- Βαλβίδες μονής κατεύθυνσης

ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Οριοθέτηση



- Παρεμβάλλεται μεταξύ μηχανήματος αναισθησίας και ασθενούς
- Αρχίζει από την έξοδο των φρέσκων αερίων
- Έρχεται σε συνέχεια με το αναπνευστικό σύστημα του ασθενούς μέσω του ενδοτραχειακού σωλήνα ή της προσωπίδας αναισθησίας
- Καταλήγει στο σημείο όπου τα εκπνεόμενα αέρια απελευθερώνονται απευθείας στην ατμόσφαιρα ή απάγονται στο σύστημα απαγωγής

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Λειτουργικά χαρακτηριστικά

Κύρια

- Μεταφορά O_2 και αναισθητικών αερίων από το μηχάνημα προς τον ασθενή στον μικρότερο δυνατό χρόνο σε σταθερή και ακριβή συγκέντρωση
- Αποτελεσματική απομάκρυνση και αποτροπή επανεισπνοής CO_2
- Ελάχιστος μηχανικός νεκρός χώρος
- Ελάχιστες αντιστάσεις

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Λειτουργικά χαρακτηριστικά

Δευτερεύοντα αλλά επιθυμητά

- Εξοικονόμηση φρέσκων αερίων
- Θέρμανση και εφύγρυνση εισπνεομένων αερίων
- Μικρό βάρος - εύχρηστο
- Αποτελεσματικό στην αυτόματη αναπνοή και τον ελεγχόμενο αερισμό
- Κατάλληλο για ενήλικες παιδιά και αναπνευστήρες
- Περιορισμός της ρύπανσης του χειρουργείου

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Ταξινόμηση

Ανοικτά	Μη επανεισπνοή
Ημιανοικτά	Μερική επανεισπνοή
Κλειστά	Πλήρης επανεισπνοή

McMahon 1951

Με βάση την ύπαρξη ή απουσία:

Αποθεματικού ασκού

Επανεισπνοής

Απορρόφησης CO₂

Βαλβίδων μονής κατεύθυνσης

Εμφύσησης

Ανοικτά

Ημιανοικτά

Ημίκλειστα

Κλειστά

Dripps et al. 1968

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Ταξινόμηση κατά ISO 1995

Μη επανεισπνοής	Μερικής επανεισπνοής	Ολικής επανεισπνοής
Απλής εμφύσησης	Συστήματα Mapleson	Κλειστό κυκλικό
Αυτοδιατεινόμενος ασκός	Συστήματα Lack και Bain	To and Fro
	Σύστημα Miller	
	Σύστημα Humphrey ADE	
	Κυκλικό σύστημα	

ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗ

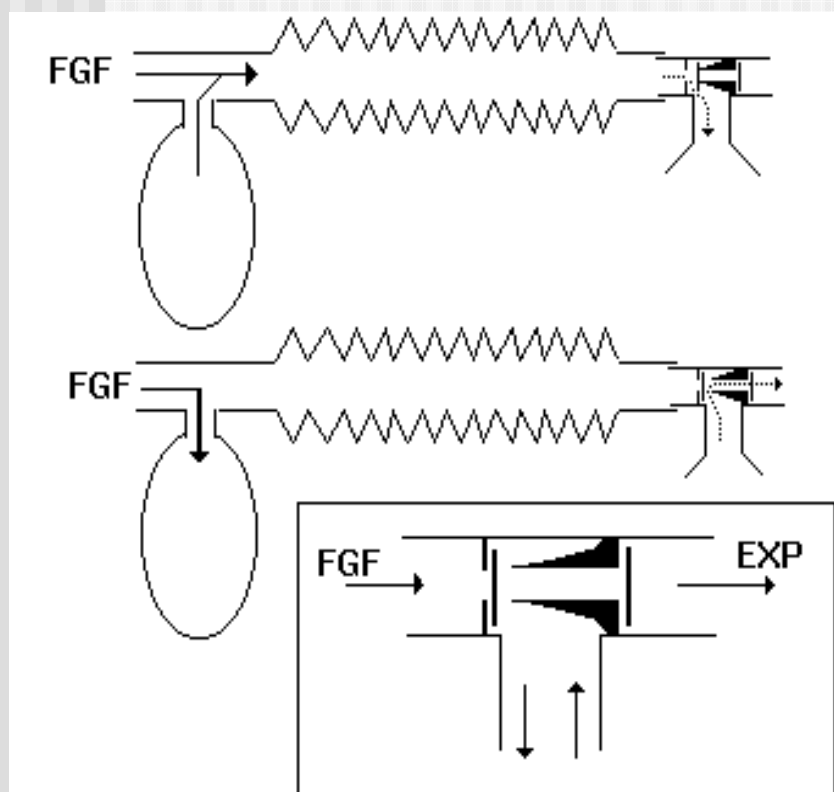
- Στην εισπνοή επανεισπνέονται αέρια που προέρχονται από την εκπνοή και παραμένουν μέσα στο κύκλωμα αναισθησίας

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ

- Εξοικονόμηση αερίων
- Μείωση ρύπανσης
- Διατήρηση θερμοκρασίας
- Εφύγγρανση εισπνεομένων αερίων
- Μεταβολή σύνθεσης εισπνεομένων αερίων ανάλογα με την προέλευση των επανεισπνεομένων αερίων (ανατομικός νεκρός χώρος - κυψελίδες - μείγμα) και τη συμμετοχή τους ή μη στον κυψελιδικό αερισμό

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΜΗ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ

Αυτοδιατεινόμενος ασκός

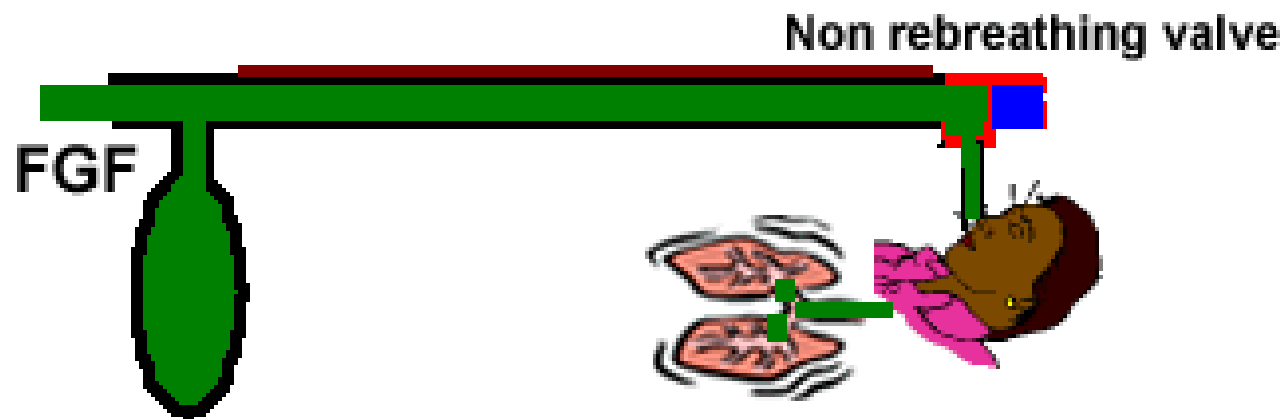


- Χωρίς απορρόφηση CO_2
- Ροή μονής κατεύθυνσης
- Με βαλβίδα μη επανεισπνοής
- Δεν αναμειγνύονται τα φρέσκα με τα εκπνεόμενα αέρια

ΑΥΤΟΔΙΑΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΑΣΚΟΣ

Λειτουργική ανάλυση

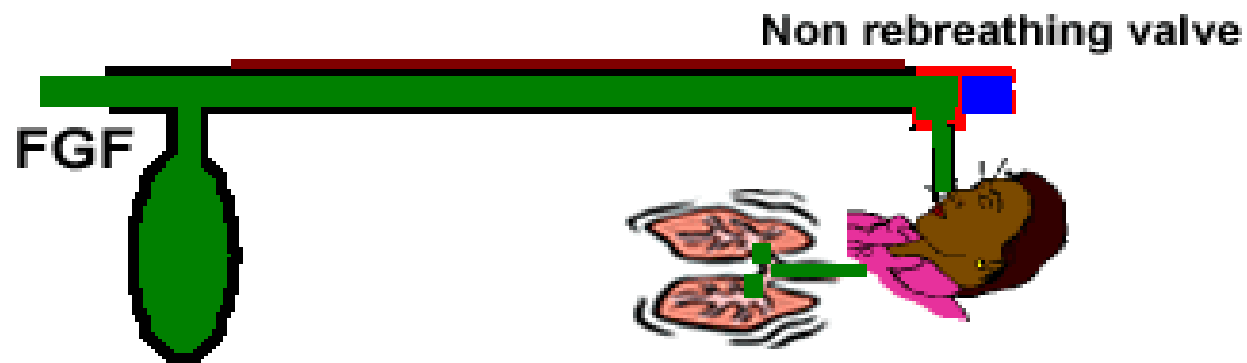
Non rebreathing systems



ΑΥΤΟΔΙΑΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΑΣΚΟΣ

Λειτουργική ανάλυση

Non rebreathing systems



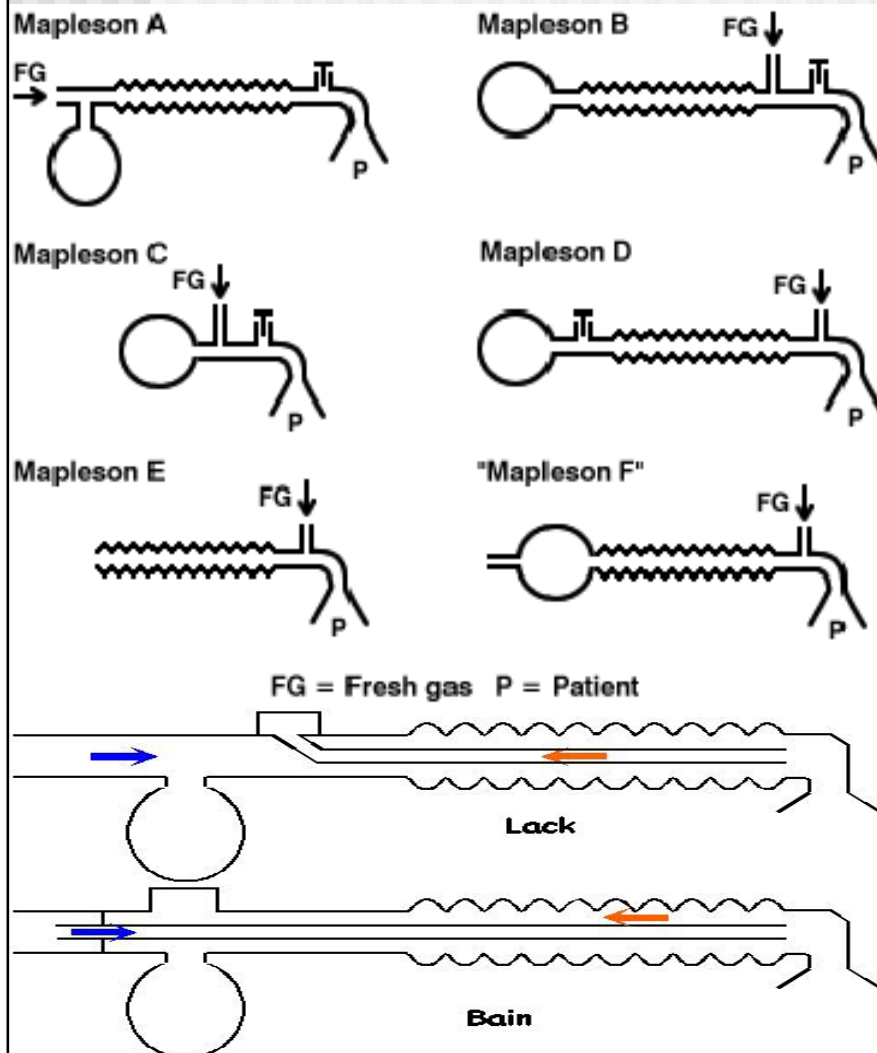
ΑΥΤΟΔΙΑΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΑΣΚΟΣ

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

- **Προϋπόθεση $FGF = MV$**
- Η FGF πρέπει να αναπροσαρμόζεται συνεχώς
- Δεν γίνεται εφύγρανση και θέρμανση των αερίων
- Δύσχρηστο με ογκώδη βαλβίδα κοντά στον ασθενή
- Ακατάλληλο για αυτόματη αναπνοή - αντίσταση στη διάνοιξη της βαλβίδας
- Δυσλειτουργία της βαλβίδας από υγρασία ή εκκρίσεις με κίνδυνο επιπλοκών

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΜΕΡΙΚΗΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ

Συστήματα Mapleson & τροποποιήσεις



- Χωρίς απορρόφηση CO_2
- Ροή διπλής κατεύθυνσης
- A-B-C-Lack → αποθεματικός ασκός στο προσαγωγό σκέλος
- D-E-F-Bain → αποθεματικός ασκός ή σωλήνας στο απαγωγό σκέλος

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON & ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ με ροή αερίων διπλής κατεύθυνσης

- Η αποβολή CO_2 εξαρτάται από την FGF
- Η επανεισπνοή CO_2 εξαρτάται από:
 - Ροή φρέσκων αερίων FGF
 - Θέση εισόδου FGF στο κύκλωμα
 - Μηχανικός νεκρός χώρος του συστήματος
 - Χωρητικότητα αποθεματικού ασκού και αναπνευστικού σωλήνα
- Θέση δειγματοληψίας CO_2 (καπνομετρία)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON & ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ με ροή αερίων διπλής κατεύθυνσης

- **Η επανεισπνοή CO_2 εξαρτάται από:**
- Είδος αναπνοής αυτόματη - ελεγχόμενη
- Κατά λεπτόν κυψελιδικός αερισμός
- Αναπνεόμενος όγκος
- Συχνότητα αναπνοών
- Σχέση εισπνοής προς εκπνοή
- Διάρκεια αναπνευστικής παύλας
- Αερισμός μέσω προσωπίδας ή ενδοτραχειακού σωλήνα

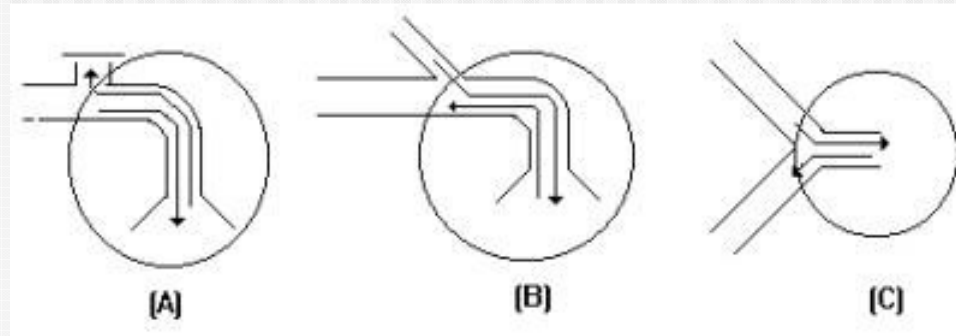
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON & ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

Λειτουργικά χαρακτηριστικά

- Είναι απόλυτα απαραίτητο να προσδιορίζεται η ελάχιστη FGF για κάθε σύστημα ώστε να είναι λειτουργικό στην αυτόματη και στην ελεγχόμενη αναπνοή
- Η είσοδος των φρέσκων αερίων στο κύκλωμα πρέπει να είναι κοντά στον αεραγωγό του ασθενούς ώστε τα χορηγούμενα αέρια να έχουν σταθερή και ακριβή συγκέντρωση και να μεταφέρονται στο συντομότερο δυνατό χρόνο στις κυψελίδες

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON & ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

Μηχανικός νεκρός χώρος



A και B = Κυκλώματα Mapleson A B C και D E F / C = κυκλικό σύστημα

- Από το άκρο του ασθενούς μέχρις όπου υπάρχει ροή μπρος - πίσω των εκπνεόμενων αερίων
- Ο νεκρός χώρος ελαχιστοποιείται με τη βέλτιστη FGF
- Αν η FGF είναι χαμηλή αυξάνει ο νεκρός χώρος
- Αν $FGF = 0$ όλο το κύκλωμα θα είναι νεκρός χώρος
- Αν η FGF είναι πολύ μεγάλη διαφεύγουν φρέσκα αέρια

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON & ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

Σημασία του κατά λεπτόν κυψελιδικού αερισμού

- Παραγωγή $\text{CO}_2 = 200 \text{ ml/min}$ - ενήλικος 70 kg
- Φυσιολογικό τελοεκπνευστικό $\text{CO}_2 = 5\%$
- Η αποβολή 200 ml CO_2 με εκπνεόμενα αέρια που περιέχουν 5% CO_2 απαιτεί $5 \div 100 \cdot x = 200 \text{ ml}$
- $x = 4000 \text{ ml}$ ή 4 L κυψελιδικού αερισμού χωρίς CO_2
- Εισπνεόμενο μείγμα με 1% CO_2 απαιτεί 4 L με 0% + 1 L με 5% = 5 L κυψελιδικού αερισμού
- Εισπνεόμενο μείγμα με 2,5% CO_2 απαιτεί 4 L με 0% + 4 L με 5% = 8 L κυψελιδικού αερισμού

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON & ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

Λειτουργικά χαρακτηριστικά

- Στην αυτόματη αναπνοή η έκπλυση - μηχανική απομάκρυνση του CO₂ εξαρτάται από την FGF
- Στην ελεγχόμενη αναπνοή εκτός από την FGF ο αναισθησιολόγος έχει τη δυνατότητα να ρυθμίσει τον τύπο της αναπνοής και τον κατά λεπτόν κυψελιδικό αερισμό ώστε να γίνει αποδοτικότερη η λειτουργία των κυκλωμάτων Mapleson

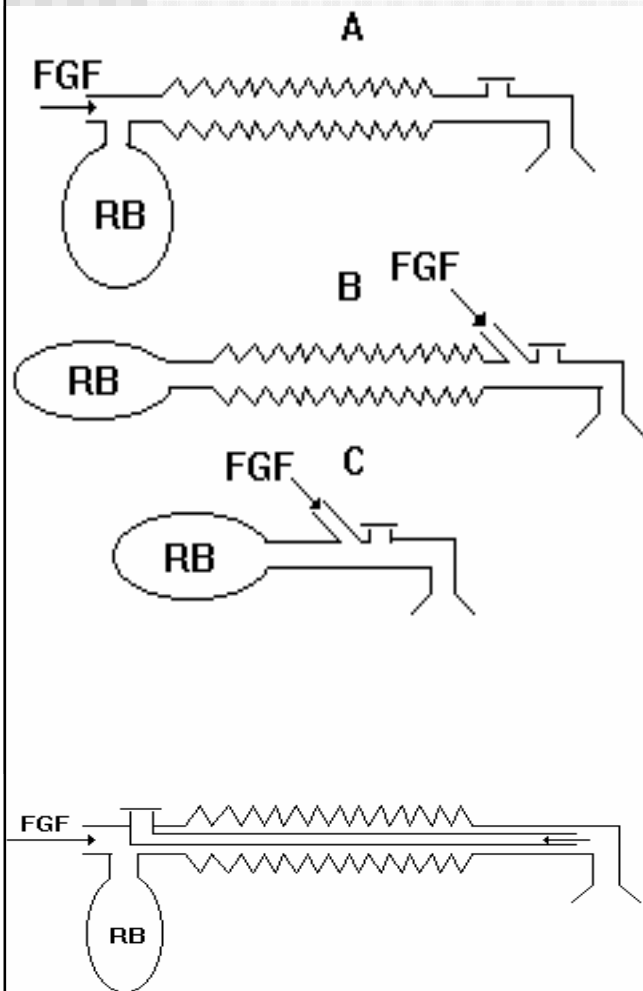
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON & ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

Λειτουργική ανάλυση - Παραδοχές

- Τα αέρια κινούνται ως ανεξάρτητα σύνολα που διατηρούν το χαρακτήρα τους ως φρέσκα - νεκρού χώρου - κυψελιδικά και δεν αναμειγνύονται μεταξύ τους
- Η πλήρωση του αποθεματικού ασκού με αέρια δεν παρουσιάζει αντίσταση έως ότου αυτός γεμίσει
- Η εκπνευστική βαλβίδα ανοίγει μόλις πληρωθεί ο ασκός και η πίεση μέσα στο κύκλωμα υπερβεί την ατμοσφαιρική
- Η βαλβίδα παραμένει ανοικτή χωρίς αντίσταση στη φάση της εκπνοής και κλείνει με την έναρξη της επόμενης εισπνοής

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON

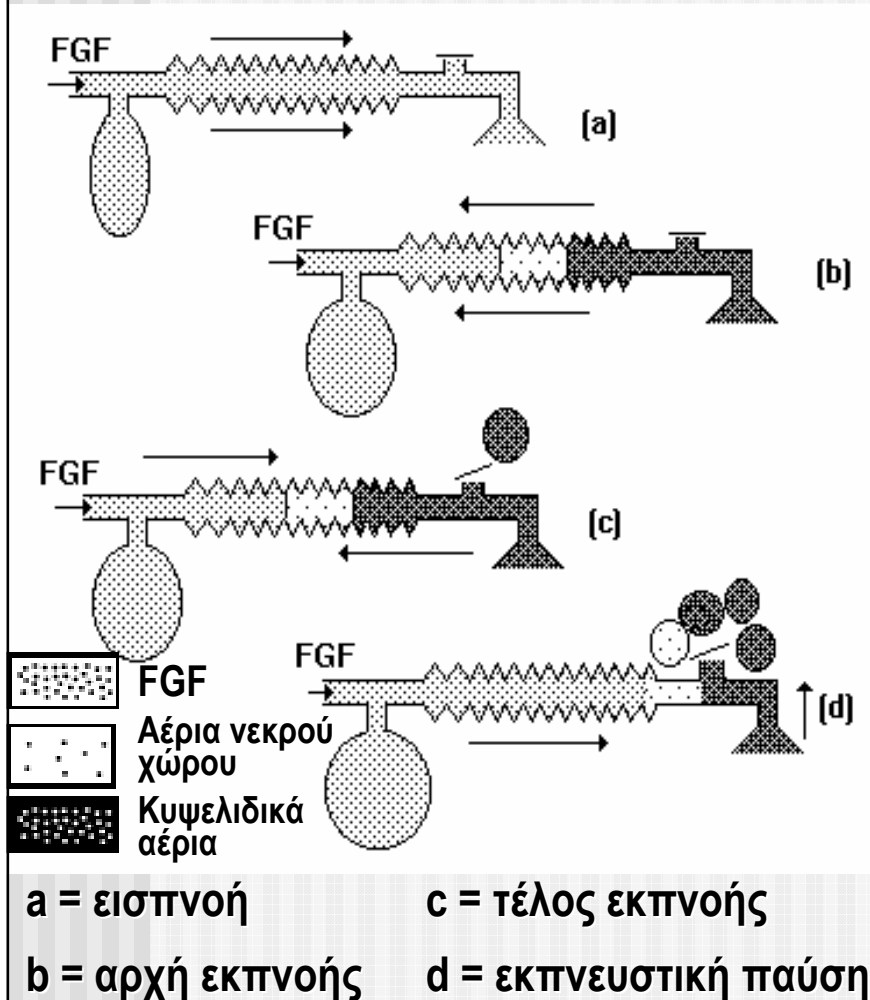
A - B - C και Lack



- Mapleson A-B-C: Ασκός στο προσαγωγό σκέλος - FGF πίσω από εκπνευστική βαλβίδα - Εκπνευστική βαλβίδα κοντά στον ασθενή
- Mapleson B-C: Εκπνευστική βαλβίδα και FGF κοντά στον ασθενή
- Mapleson C: Εκπνευστική βαλβίδα - FGF και ασκός κοντά στον ασθενή χωρίς σπειροειδή σωλήνα
- Lack: Τροποποιημένο A με κεντρικό σωλήνα απαγωγής εκπνεομένων αερίων και βαλβίδα μακριά από τον ασθενή

MAPLESON A (MAGILL)

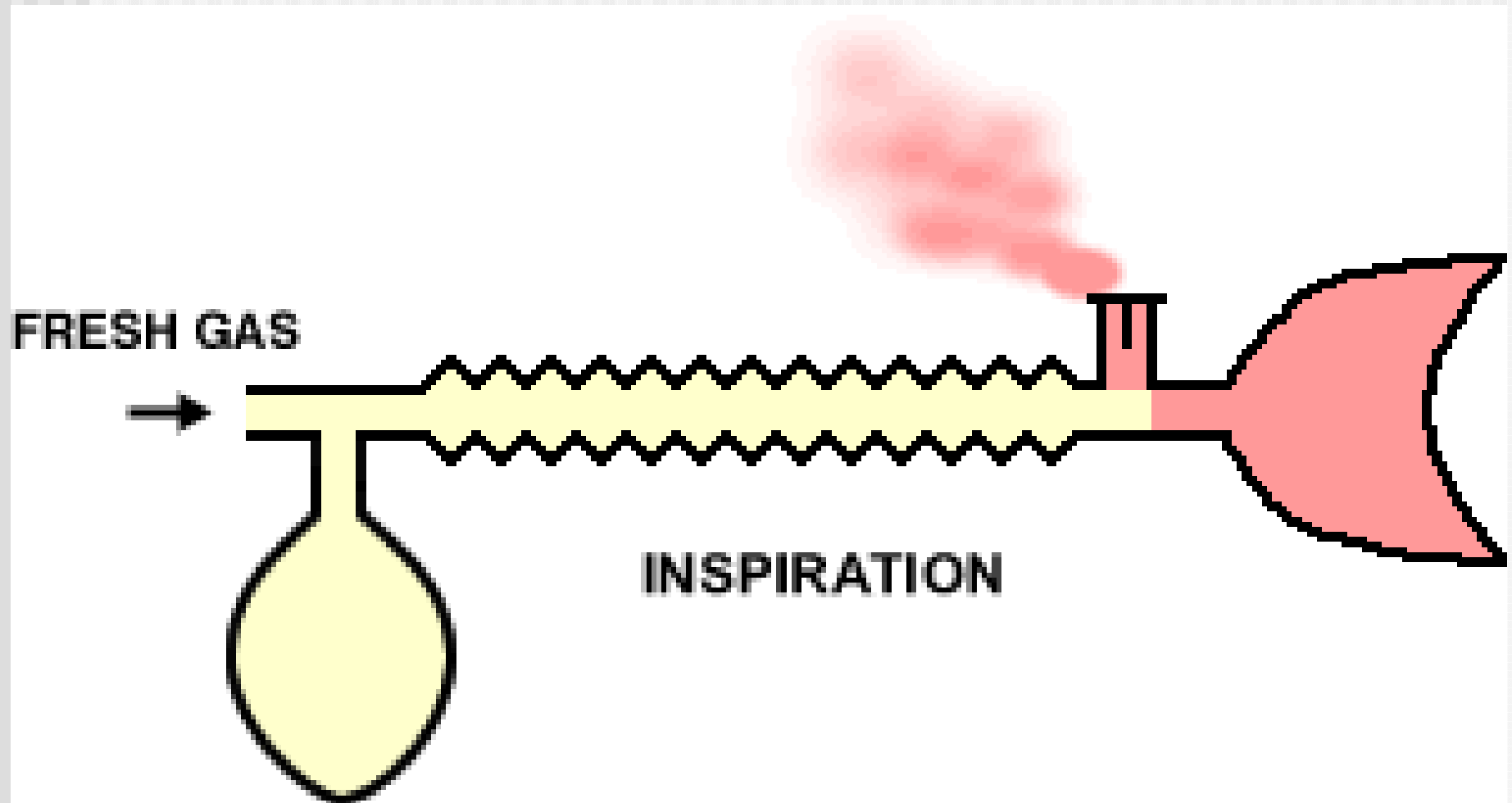
Αυτόματη αναπνοή



- Το σύστημα περιέχει μόνο φρέσκα αέρια και αέρια του νεκρού χώρου στην έναρξη της επόμενης εισπνοής αν $FGF =$ κυψελιδικός αερισμός
- **Μέγιστη αποτελεσματικότητα αν $FGF =$ κυψελιδικός αερισμός**

MAPLESON A (MAGILL)

Αυτόματη αναπνοή

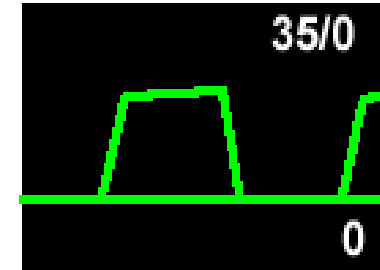
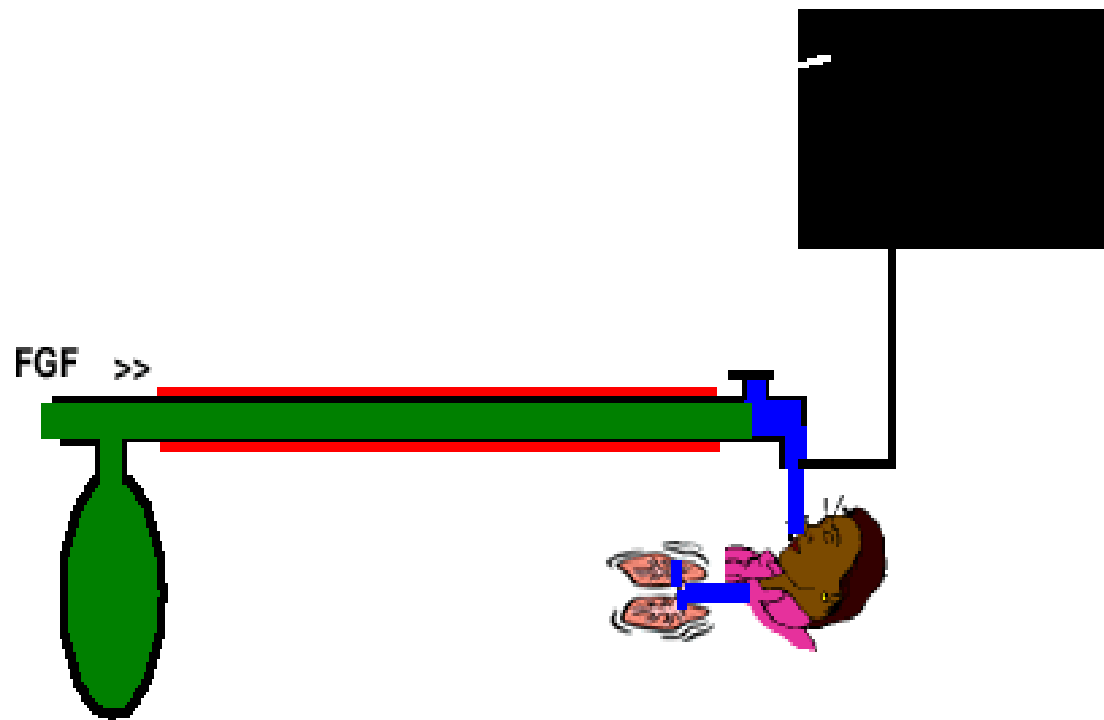


MAPLESON A



MAPLESON A (MAGILL)

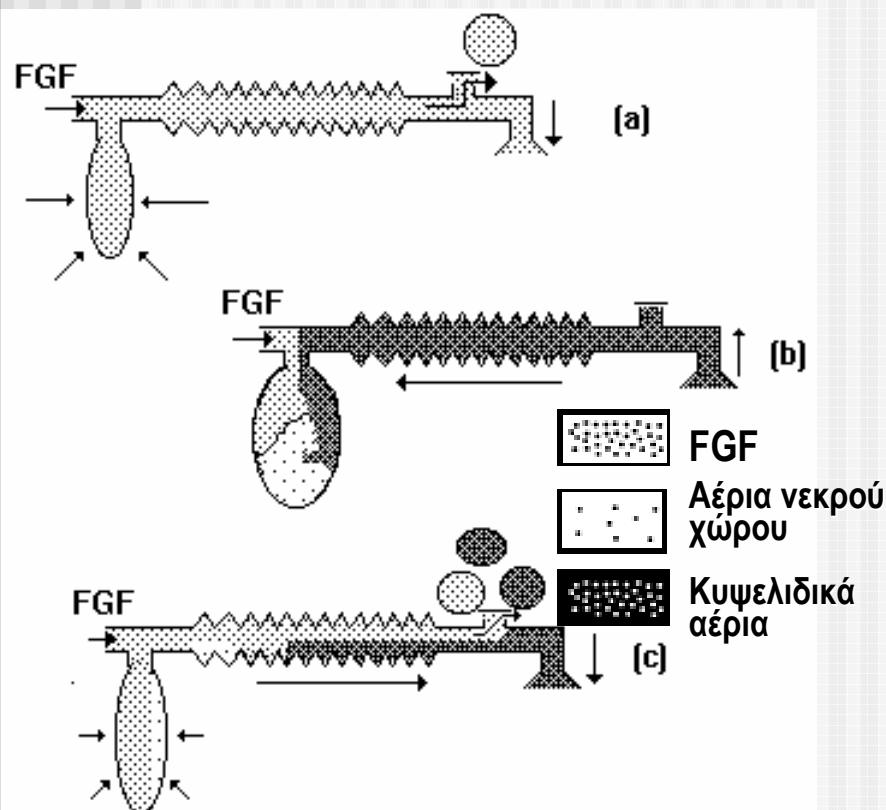
Αυτόματη αναπνοή & καπνογραφία



FGF = **Alveolar ventilation**

MAPLESON A (MAGILL)

Ελεγχόμενη αναπνοή



a = εισπνοή

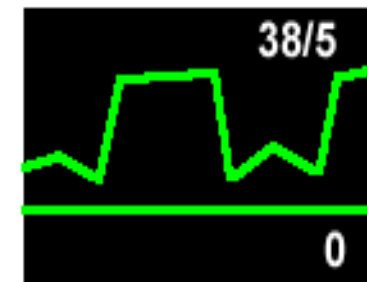
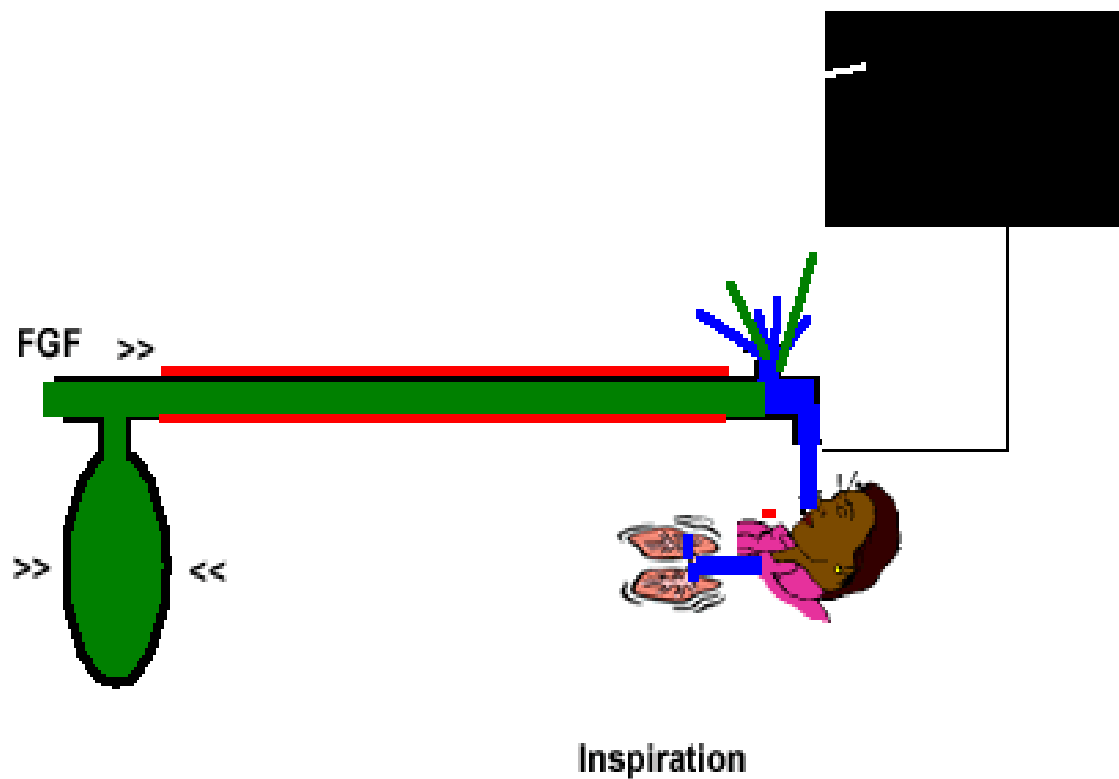
c = επόμενη εισπνοή

b = τέλος εκπνοής

- Το σύστημα δεν είναι αποτελεσματικό γιατί απαιτεί
- **FGF = 3 x κυψελιδικός αερισμός**
- **χαμηλή σχέση I:E**
- **Μεγάλο VT**

MAPLESON A (MAGILL)

Ελεγχόμενη αναπνοή & καπνογραφία



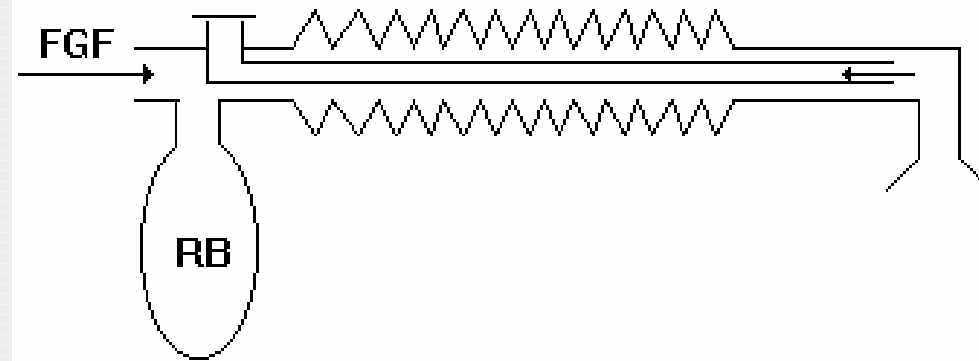
FGF = **Approx. 20 l**

MAPLESON B και C



- Μη αποτελεσματικά στην αυτόματη και την ελεγχόμενη αναπνοή
- Απαιτείται FGF 2,5 - 3 x κυψελιδικός αερισμός

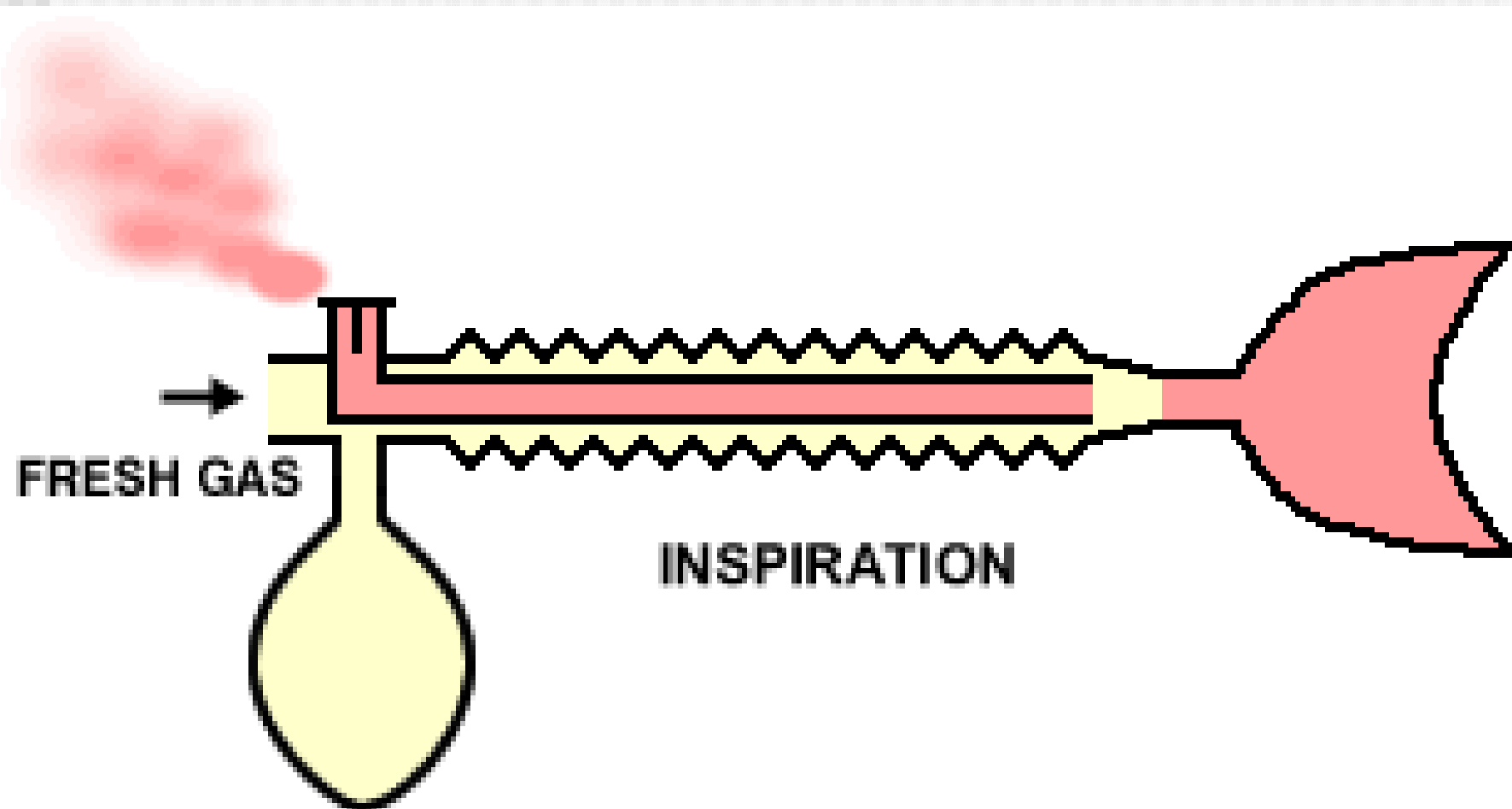
ΣΥΣΤΗΜΑ LACK



- Τροποποιημένο Mapleson A
- Προσθήκη εσωτερικού ομοαξονικού σωλήνα απαγωγής
- Μετατόπιση της εκπνευστικής βαλβίδας προς το μηχάνημα
- Διευκολύνεται η απαγωγή των αερίων
- Λειτουργικά ίδιο με το Mapleson A

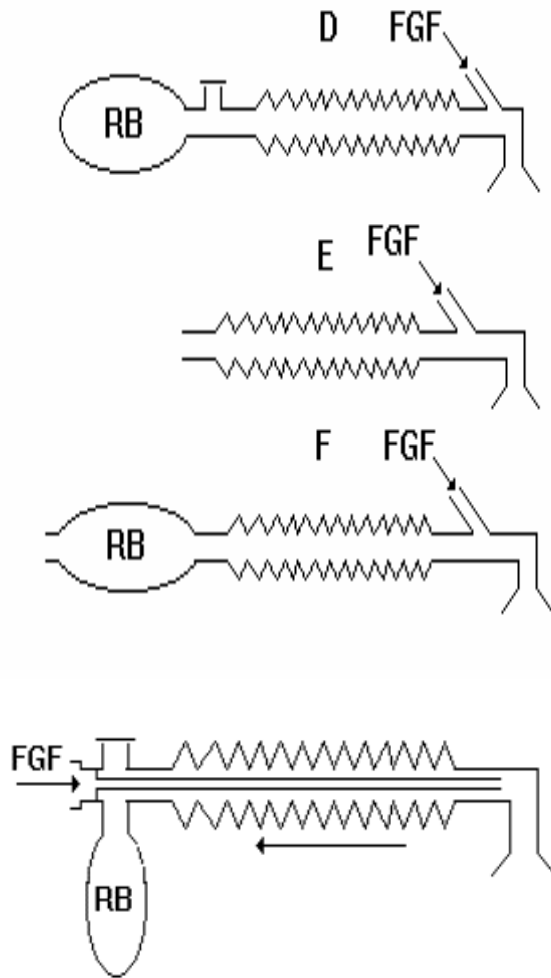
ΣΥΣΤΗΜΑ LACK

Αυτόματη αναπνοή



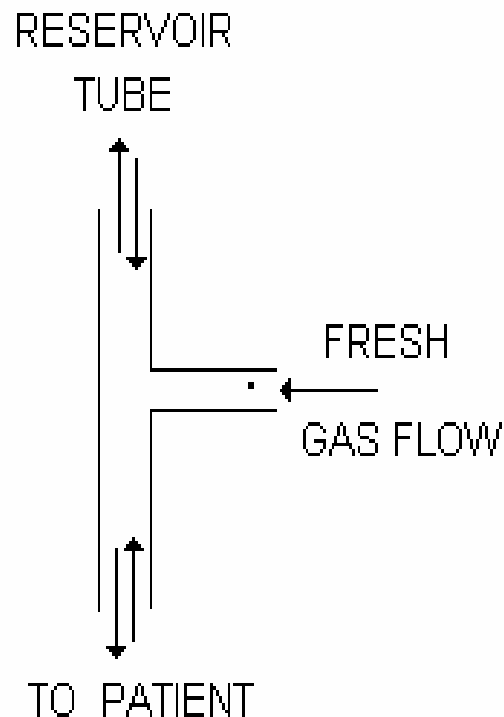
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON

D - E - F και Bain



- Mapleson D-E-F: Ασκός στο απαγωγό σκέλος - FGF κοντά στον ασθενή
- Mapleson D: Εκπνευστική βαλβίδα μακριά από τον ασθενή
- Mapleson E-F: Χωρίς εκπνευστική βαλβίδα
- Mapleson E: Χωρίς αποθεματικό ασκό
- Τροποποίηση του Ayre's T-piece
- Bain: Τροποποιημένο D με κεντρικό σωλήνα FGF κοντά στον ασθενή

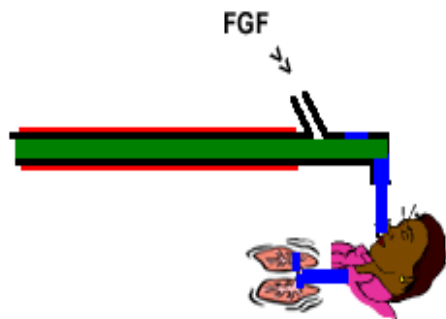
AYRE'S T-PIECE



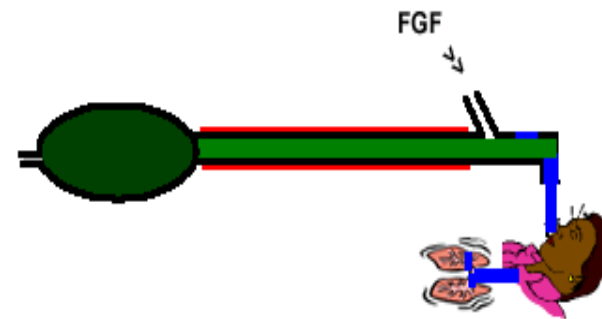
- Σωλήνας διαμέτρου 1 cm και μήκους 5 cm με είσοδο FGF
- Εκπνοή απευθείας στην ατμόσφαιρα
- Μηδενικές αντιστάσεις
- Ελάχιστος ως ανύπαρκτος νεκρός χώρος
- Μη επανεισπνοή
- Για πρόσληψη αραίωσης του εισπνεόμενου μείγματος με αέρα πρέπει **FGF = μέγιστη εισπνευστική ροή**
- Τροποποίηση με την προσθήκη αποθεματικού ασκού ή σωλήνα στο απαγωγό σκέλος για την εξοικονόμηση FGF

MAPLESON E (AYRE'S T-PIECE)

MAPLESON F (JACKSON-REES)



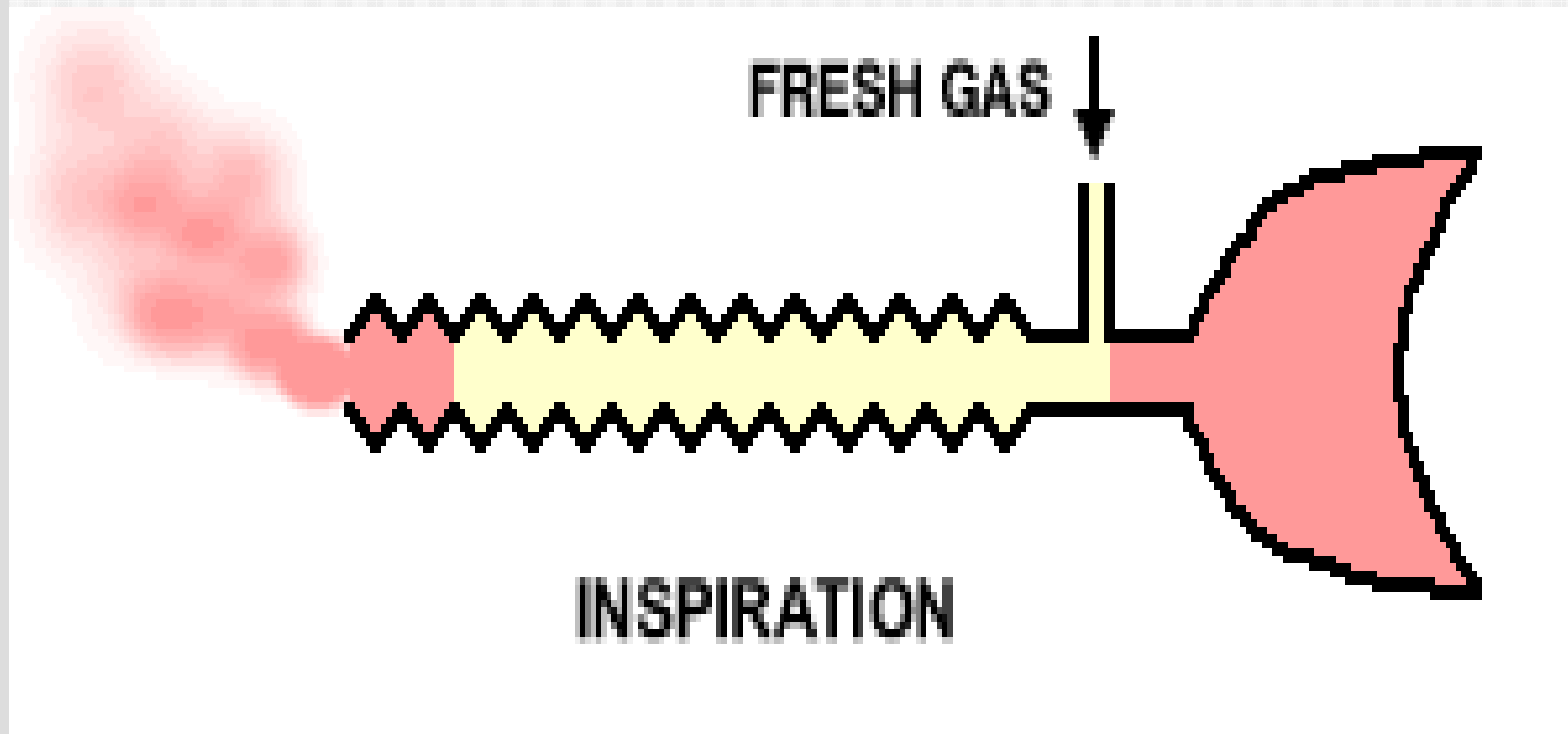
Mapleson E



Mapleson F

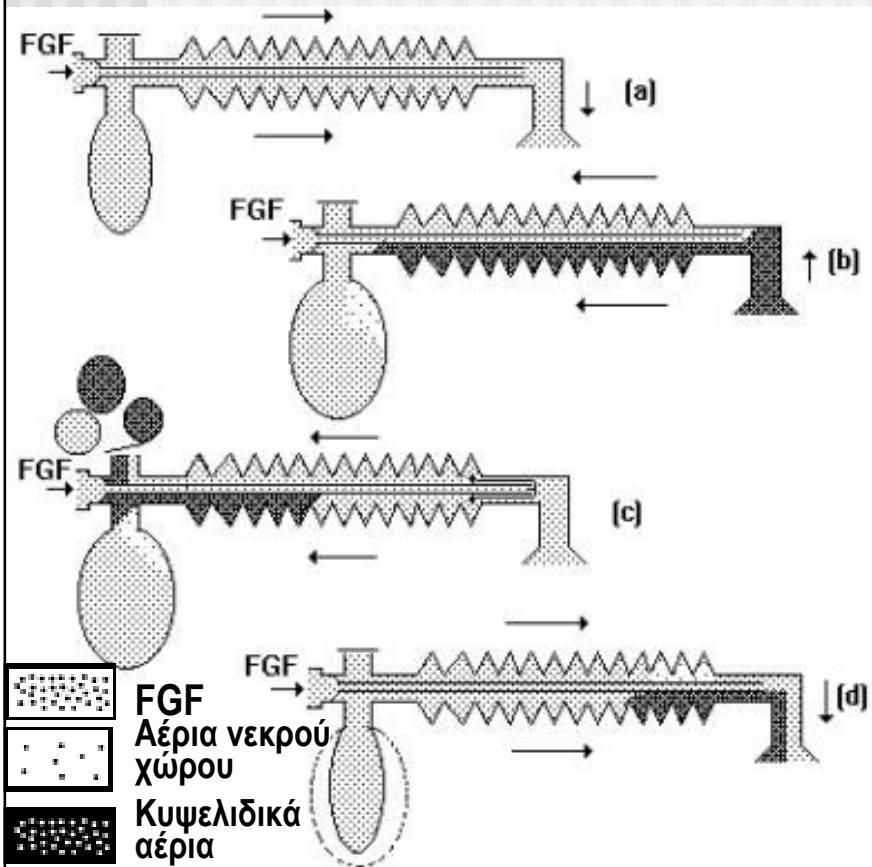
MAPLESON E (AYRE'S T-PIECE)

Αυτόματη αναπνοή



ΣΥΣΤΗΜΑ BAIN & MAPLESON D

Αυτόματη αναπνοή



a = εισπνοή

b = εκπνοή

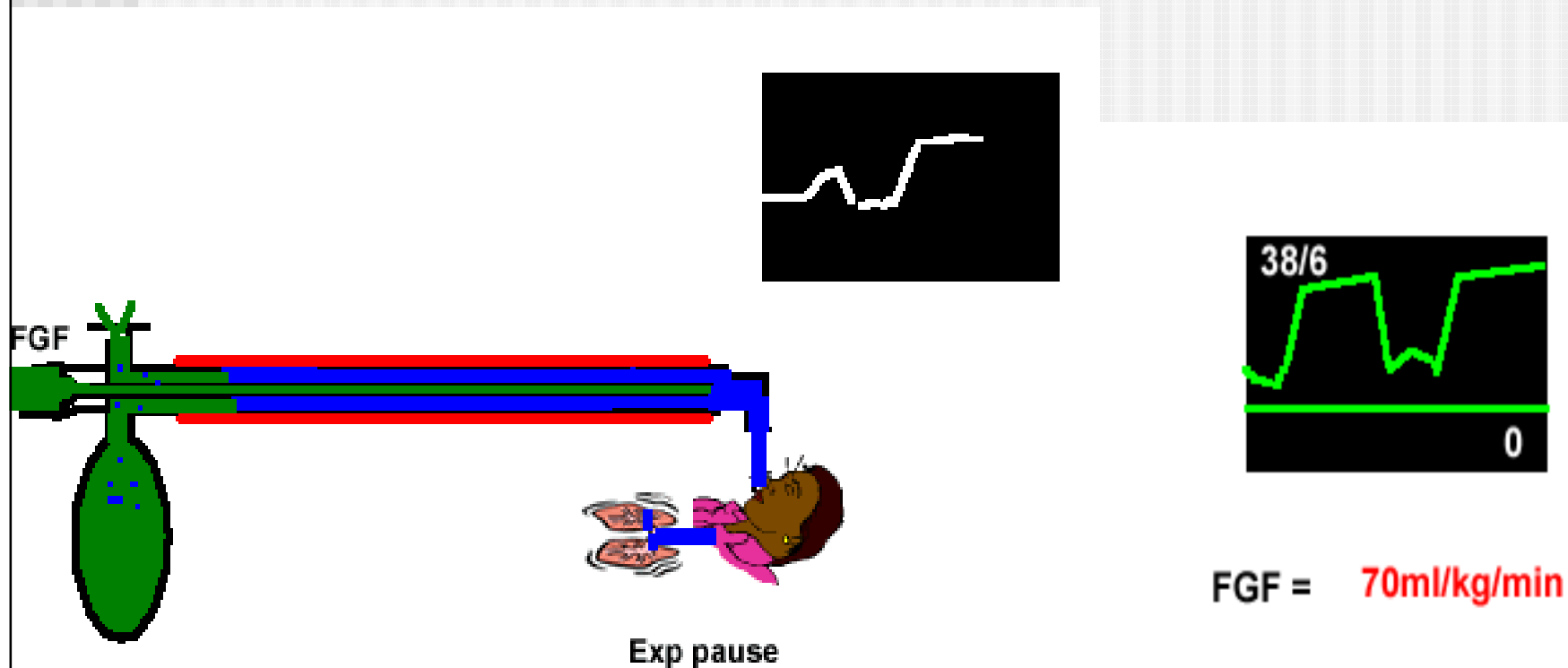
c = εκπνευστική παύση

d = επόμενη εισπνοή

- Στην αυτόματη αναπνοή η επανεισπνοή περιορίζεται μόνο με επαρκή FGF
- **Μέγιστη αποτελεσματικότητα**
FGF = 2,5 x κυψελιδικός
αερισμός

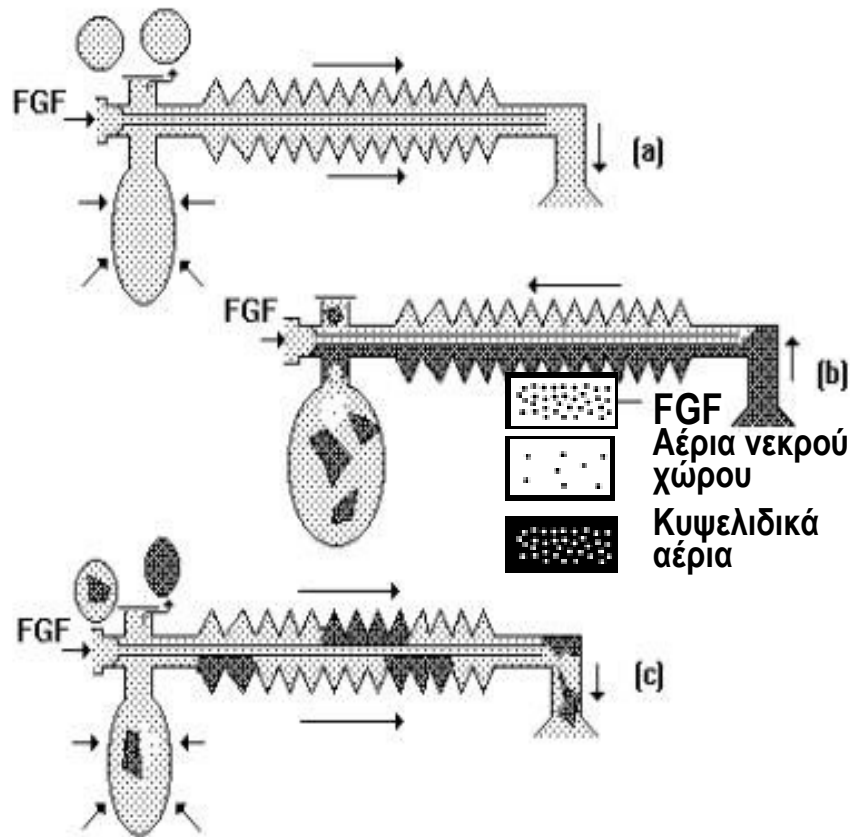
ΣΥΣΤΗΜΑ BAIN

Αυτόματη αναπνοή & καπνογραφία



ΣΥΣΤΗΜΑ BAIN & MAPLESON D

Ελεγχόμενη αναπνοή



a = εισπνοή

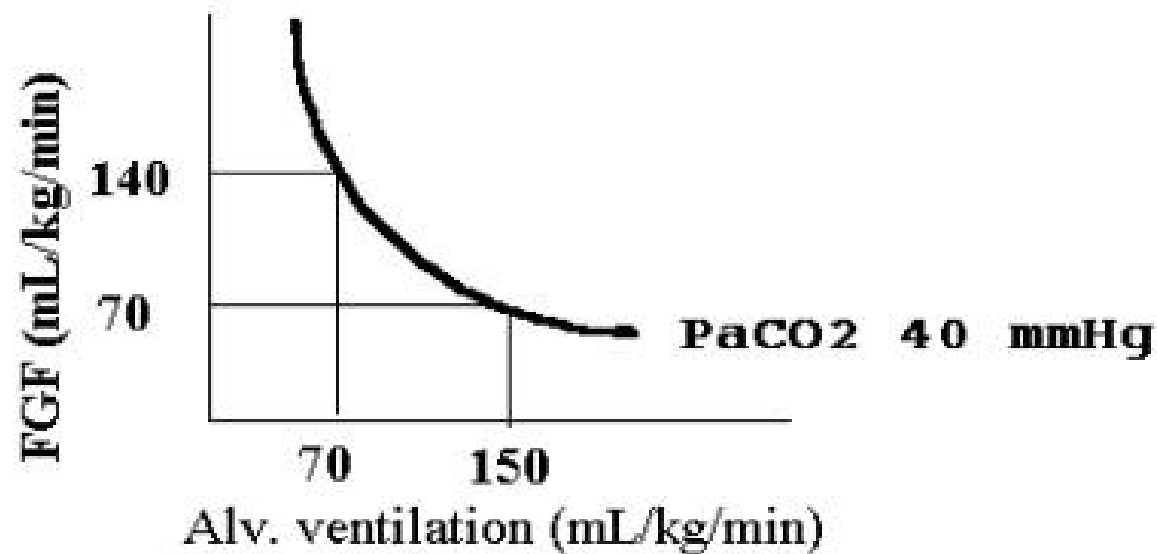
c = επόμενη εισπνοή

b = εκπνευστική παύση

- Στην ελεγχόμενη αναπνοή η επανεισπνοή είναι συνάρτηση $FGF - RR - VT - I:E$
- **Μέγιστη αποτελεσματικότητα**
 $FGF = 1,5 - 2,5 \times \text{κυψελιδικός αερισμός}$
 $\uparrow RR - \uparrow VT - \uparrow \text{εκπνευστική παύση}$

MAPLESON D & BAIN

FGF & MV για διατήρηση νορμοκαπνίας



- Υψηλή FGF (140 ml/kg/min) + φυσιολογικός MV (70 ml/kg)
- Χαμηλή FGF (70 ml/kg/min) + μεγάλος MV (150 ml/kg)
- Συνδυασμοί των δύο συνθηκών

ΣΥΝΟΨΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ MAPLESON

Απομάκρυνση CO₂

Αυτόματη αναπνοή

- **A > D - F - E > C - B**
- A → 1 x MV
- D - F - E → 2,5 x MV
- C - B → 2,5 - 3 x MV

ΣΥΝΟΨΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ MAPLESON

Απομάκρυνση CO₂

Ελεγχόμενη αναπνοή

- **D - F - E > B - C > A**
- **D - F - E → 2,5 x MV**
- **C - B → 2,5 - 3 x MV**
- **A → 3 x MV**

ΣΥΝΟΨΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ MAPLESON

Πλεονεκτήματα

- **Απλή - φτηνή - ανθεκτική κατασκευή**
- **Εύκολη αποσυναρμολόγηση - αποστείρωση**
- **Μικρό βάρος - εύχρηστα σε επείγουσες καταστάσεις**
- **Χαμηλές αντιστάσεις αναπνοής**
- **Χρήση στην παιδιατρική αναισθησία
Mapleson E και F**
- **Θέρμανση εισπνεομένων αερίων Lack & Bain**
- **Αναισθησία στον μαγνητικό τομογράφο
Mapleson D και Bain**

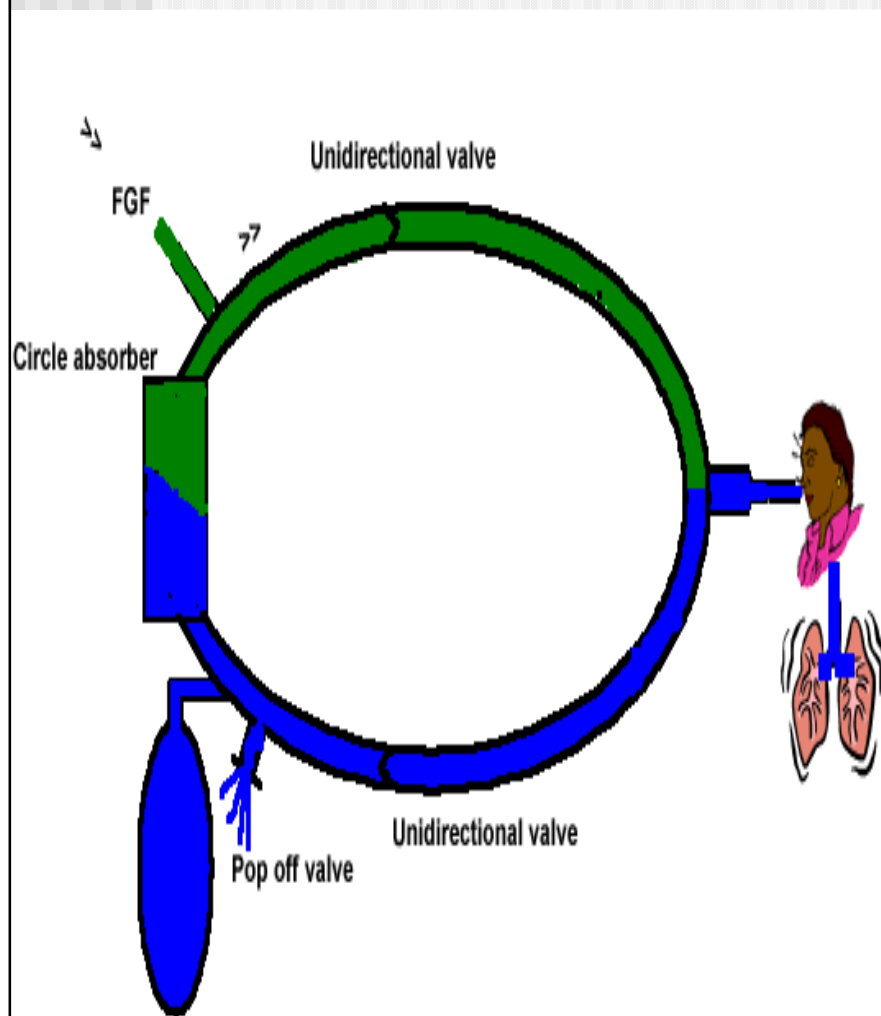
ΣΥΝΟΨΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ MAPLESON

Μειονεκτήματα

- Απαιτούν υψηλή ροή φρέσκων αερίων
- Υπερκαπνία σε χαμηλή FGF
- Εκπνευστική βαλβίδα κοντά στον ασθενή (A - B - C)
- Πρόσμιξη χορηγουμένων αερίων με αέρα (E)
- Δυσχερής λειτουργική ανάλυση
- Ακατάλληλα στην κακοήθη υπερπυρεξία

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΜΕΡΙΚΗΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ

Κυκλικό σύστημα



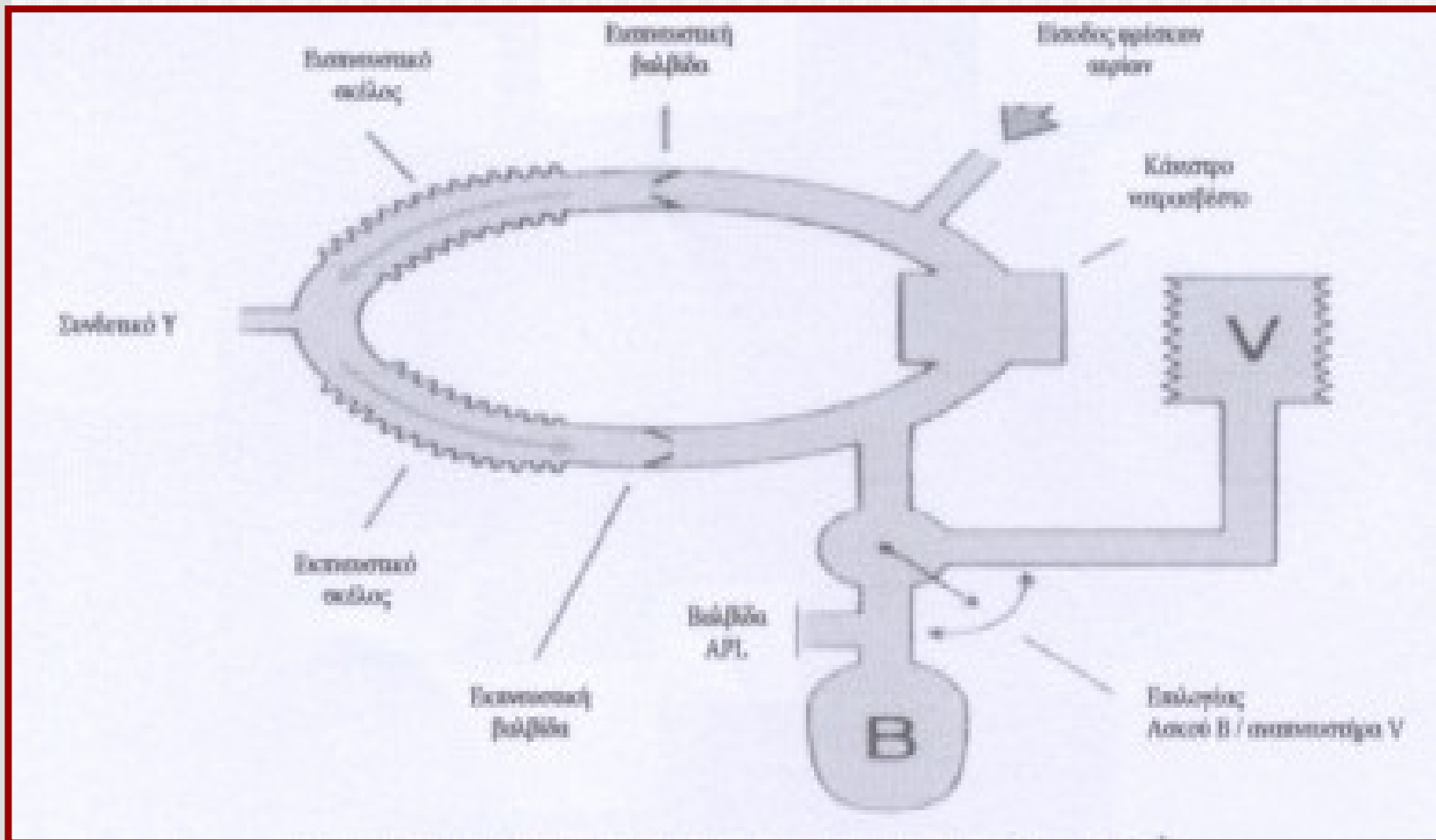
- Παροχή φρέσκων αερίων
- Βαλβίδες μονής κατεύθυνσης εισπνευστική - εκπνευστική
- Αναπνευστικοί σωλήνες εισπνευστικός - εκπνευστικός
- Συνδετικό Υ
- Βαλβίδα APL
- Αποθεματικός ασκός
- Κάνιστρο με ουσία για την εξουδετέρωση CO_2

ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Προϋποθέσεις αποτελεσματικής λειτουργίας

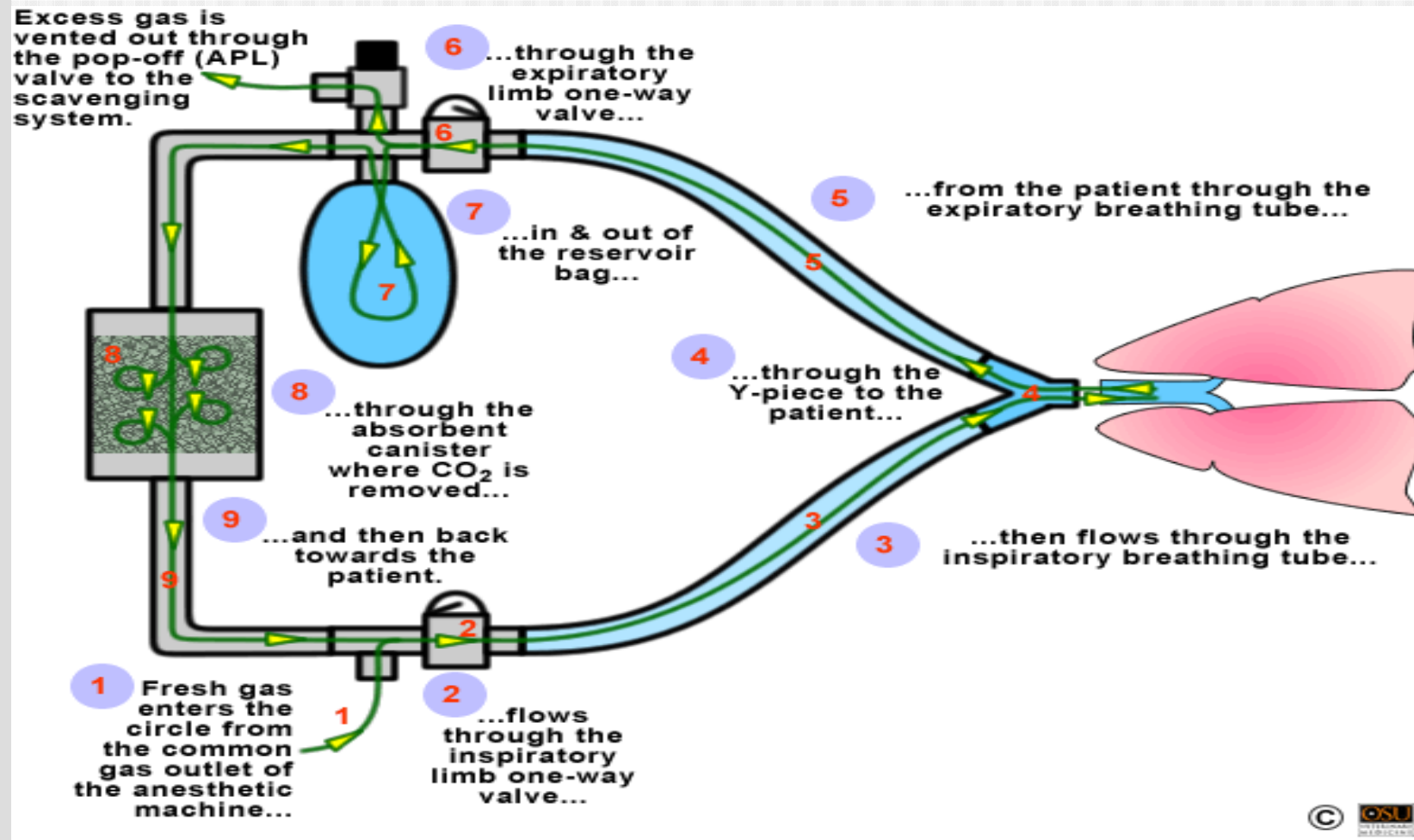
- Δύο βαλβίδες μονής κατεύθυνσης μία στο εισπνευστικό και μία στο εκπνευστικό σκέλος
- Η βαλβίδα APL πρέπει να είναι μόνο στο εκπνευστικό σκέλος
- Η είσοδος των φρέσκων αερίων να είναι πλησίον της εισπνευστικής βαλβίδας μονής κατεύθυνσης

Διάταξη



ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ροή των αερίων



ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

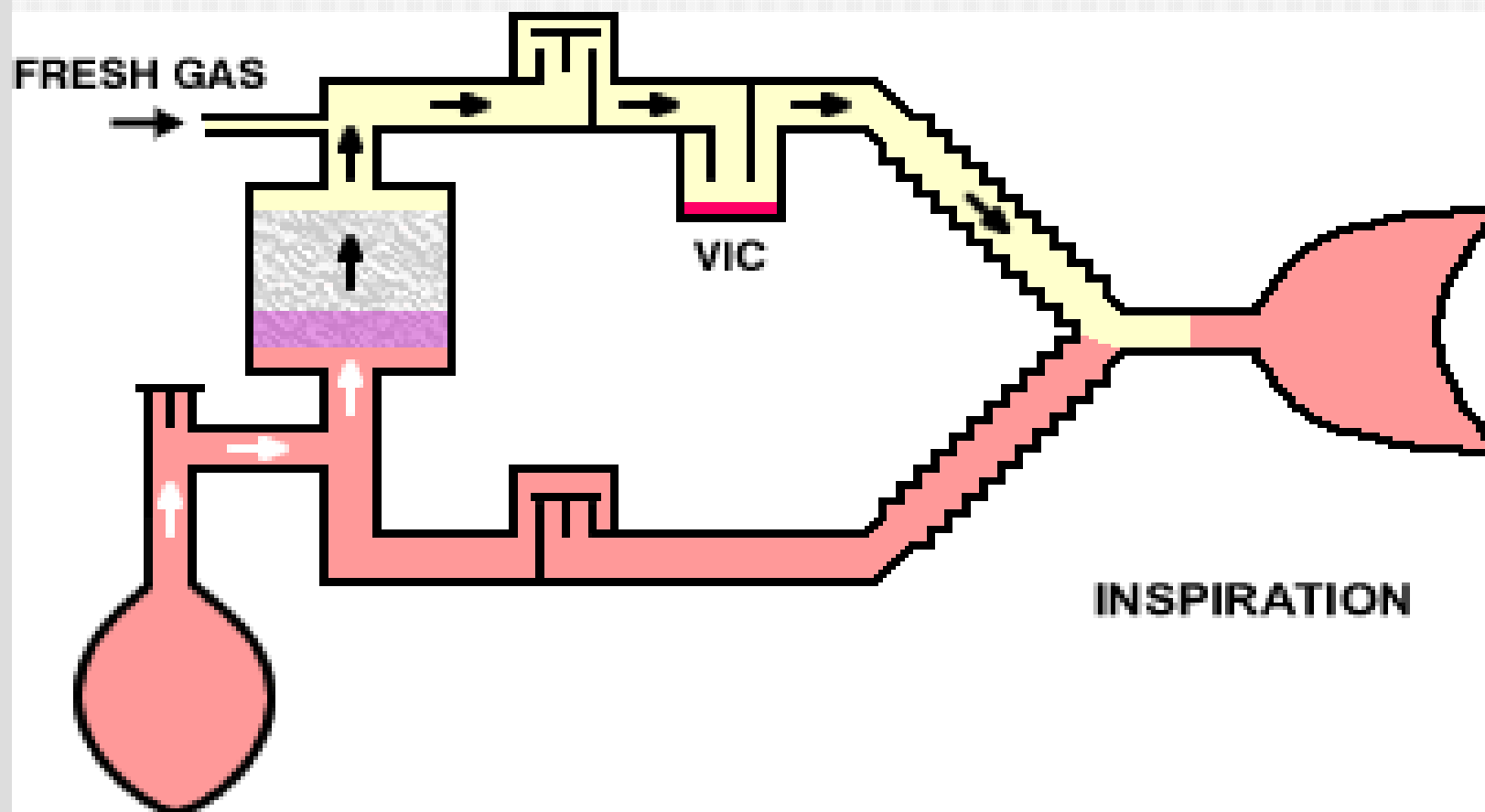
Τρόποι λειτουργίας

- Η ροή των αερίων είναι πάντοτε μίας κατεύθυνσης
- Λειτουργεί κυριολεκτικά ως κύκλωμα αναισθησίας
- Μερική επανεισπνοή με εξουδετέρωση CO_2 (ημίκλειστο)
- Ολική επανεισπνοή με πλήρη εξουδετέρωση CO_2 (κλειστό)
- Χωρίς επανεισπνοή - χωρίς απορρόφηση CO_2
αν $\text{FGF} > \text{MV} \rightarrow$ αντιοικονομικό

ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Λειτουργική ανάλυση

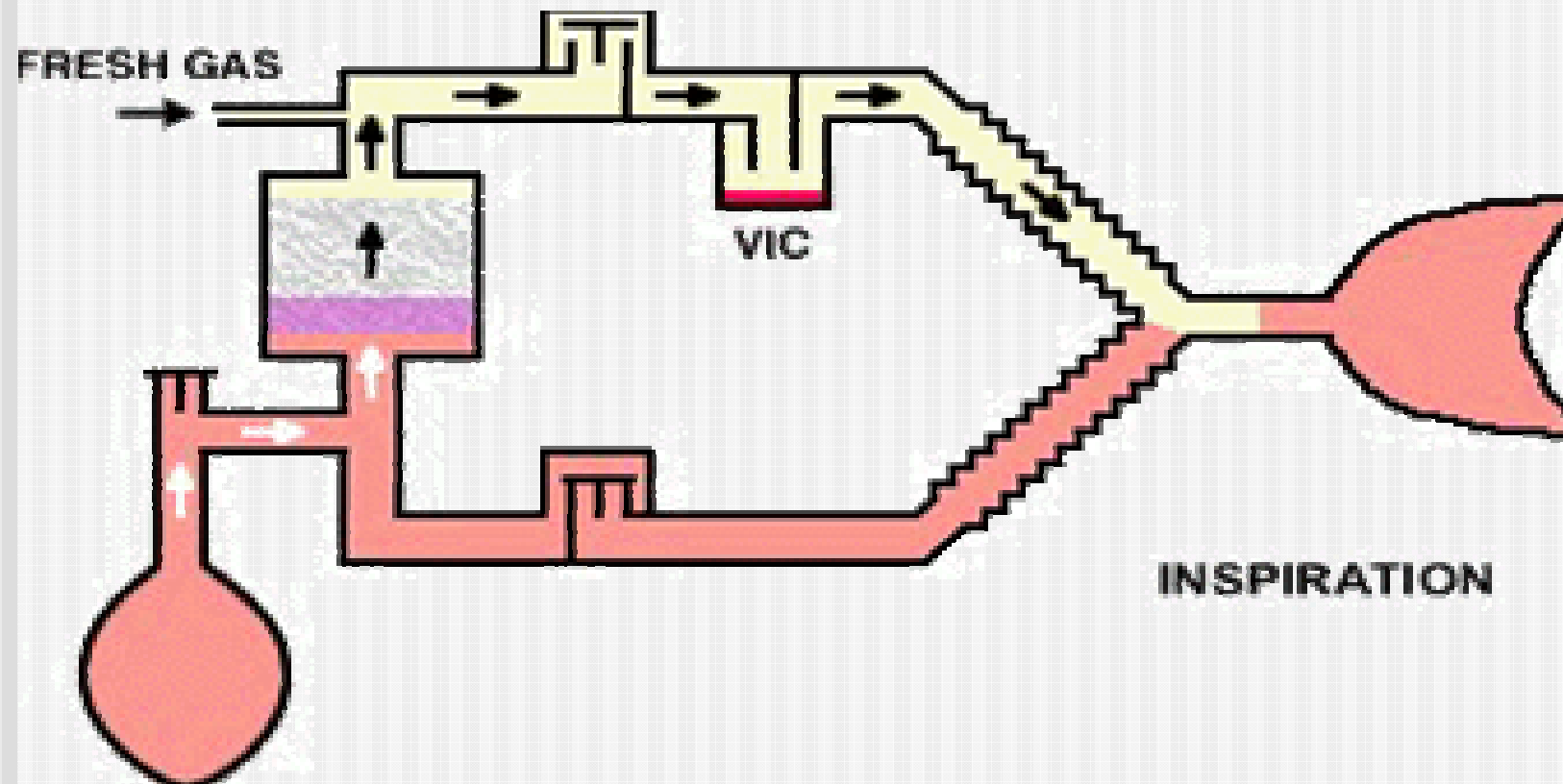
Μερική επανεισπνοή



ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Λειτουργική ανάλυση

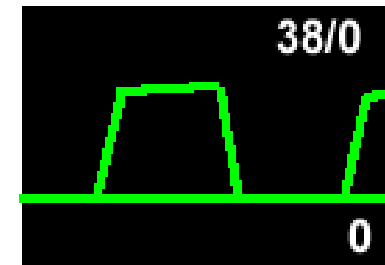
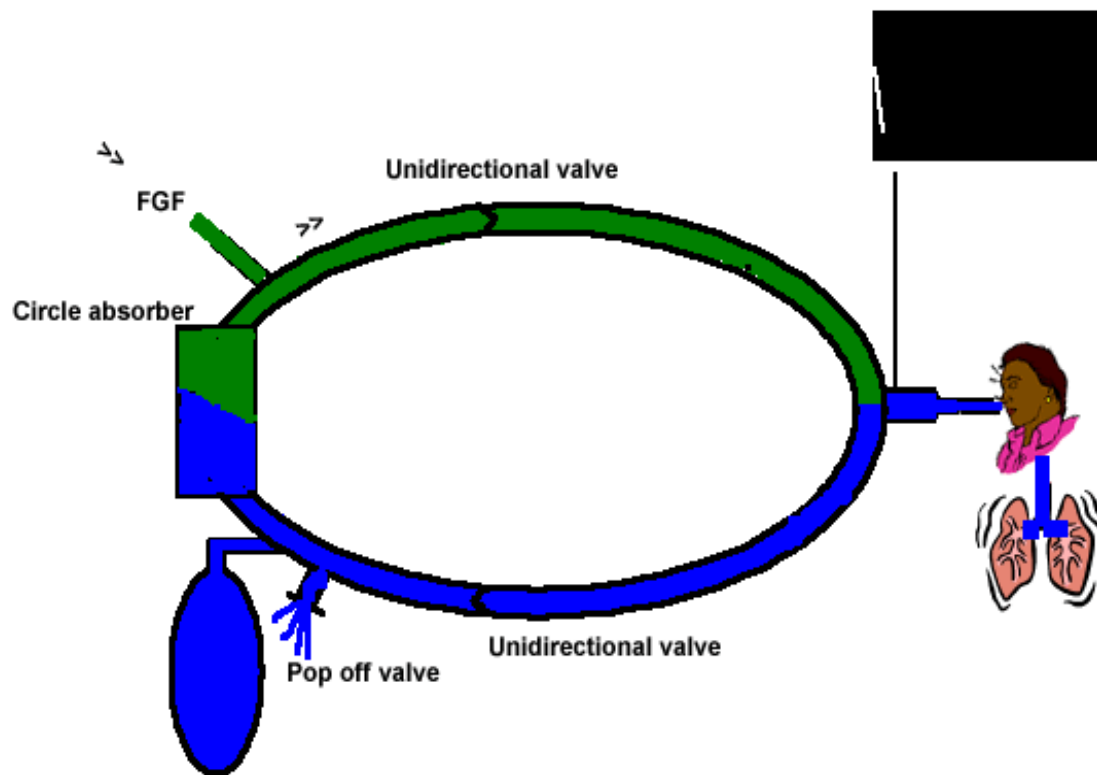
Πλήρης επανεισπνοή - κλειστό



ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Λειτουργική ανάλυση

Μερική επανεισπνοή



FGF = **5 L/min**

ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ CO₂

- **Νατράσβεστος**

Ca(OH)₂ 80% - NaOH 4% - KOH 1% - H₂O 15% - πυρίτιο 0.2%

- **Baralyme**

Ba(OH)₂·8 H₂O 20% - Ca(OH)₂ 80%

- **AMSORB Plus®**

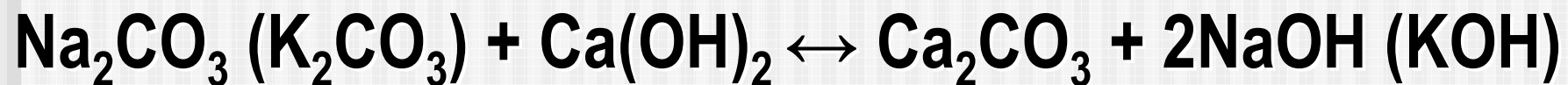
Ca(OH)₂ 83.2% - H₂O 13 - 18%

- **Ιώδες του αιθυλενίου**

Ευαίσθητος αλκαλικός δείκτης με pH 10,3 - Λευκό → μωβ

ΧΗΜΙΚΗ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ CO₂

■ Νατράσβεστος



ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΑΤΡΑΣΒΕΣΤΟΥ ΜΕ ΤΑ ΠΤΗΤΙΚΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ

■ Αποδόμηση τριχλωροαιθυλενίου

- Διχλωροακετυλένιο → νευροτοξικό
- Φωσγένιο → ARDS

■ Αποδόμηση σεβοφλουρανίου

- **Ουσία Α** φθοριομεθυλ-2,2-διφθοριο-1-τριφθοριομεθυλ-βινυλαιθέρας → νεφροτοξικότητα

■ Διάσπαση όλων των πτητικών

- **Παραγωγή CO**
- Δεσφλουράνιο $\geq$ ενφλουράνιο > ισοφλουράνιο > > αλοθάνιο = σεβοφλουράνιο

ΑΥΞΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΟΥΣΙΑΣ Α

- Χαμηλή ή ελάχιστη ροή φρέσκων αερίων
- Baralyme > νατράσβεστος
- Υψηλή συγκέντρωση σεβοφλουρανίου
- Υψηλή θερμοκρασία στο κάνιστρο
- Μη αφυδατωμένη (φρέσκια) νατράσβεστος
- Αφυδατωμένη Baralyme

ΑΥΞΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ CO

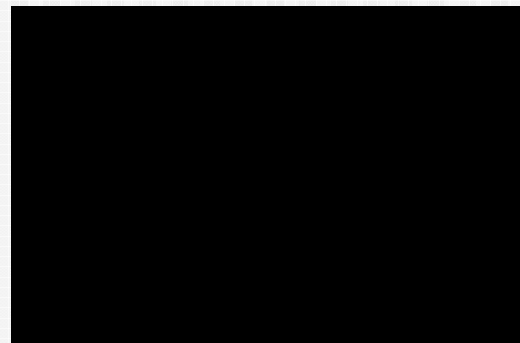
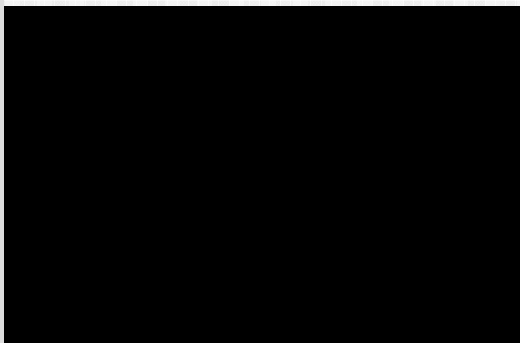
- Είδος πτητικού αναισθητικού
- Baralyme > νατράσβεστος
- Υψηλή συγκέντρωση πτητικού αναισθητικού
- Υψηλή θερμοκρασία στο κάνιστρο
- Αφυδατωμένη (ξηρή) νατράσβεστος
- Αφυδατωμένη Baralyme

ΠΡΟΛΗΨΗ ΕΚΘΕΣΗΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΣΕ CO

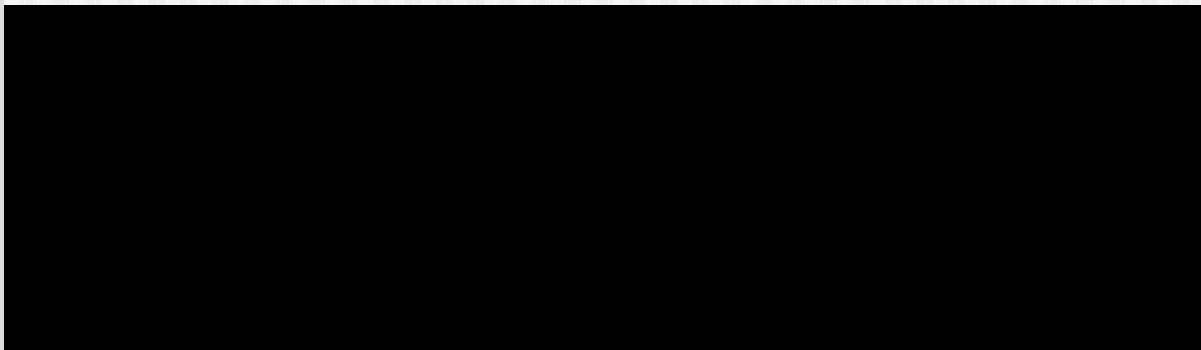
- Ενημέρωση προσωπικού
- Κλείσιμο ροομέτρων στο τέλος της επέμβασης
- Κλείσιμο μηχανημάτων στο τέλος της ημέρας
- Αλλαγή νατρασβέστου
αν βρεθούν το πρωί ανοιχτά ροόμετρα
- Προσθήκη νερού - επανενυδάτωση
αποξηραμένης - αφυδατωμένης νατρασβέστου

ΑΙΤΙΕΣ ΕΠΑΝΕΙΣΠΝΟΗΣ CO₂

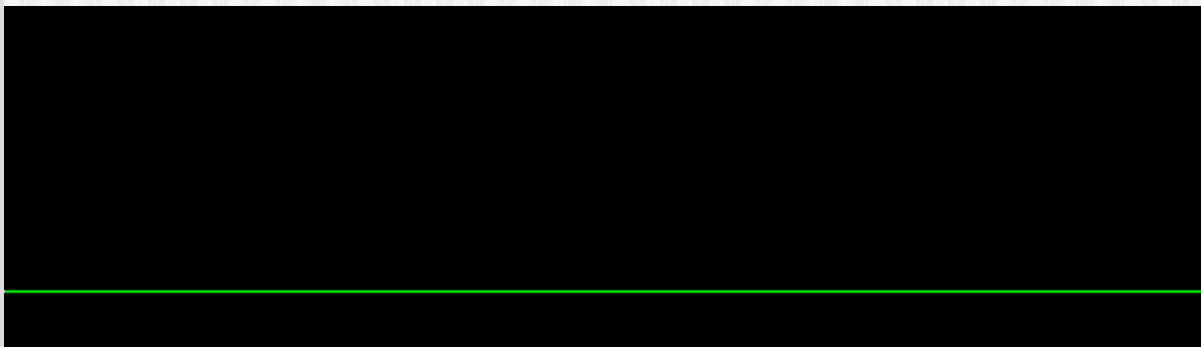
Κυκλικό σύστημα



**Εξάντληση
νατρασβέστου**



**Δυσλειτουργία
εισπνευστικής
βαλβίδας μόνιμα
ανοικτή**



**Δυσλειτουργία
εκπνευστικής
βαλβίδας μόνιμα
ανοικτή**

ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Πλεονεκτήματα

- Χαμηλή FGF - οικονομία αερίων - μείωση ρύπανσης
- Διατήρηση θερμοκρασίας - ύγρυνσης αεραγωγών
- Σταθερή σύνθεση εισπνεόμενου μείγματος αερίων
- Η PaCO_2 εξαρτάται από τον MV - όχι την FGF
- Δυνατότητα λειτουργίας ως κλειστό κύκλωμα
- Απόσταση μηχανήματος από το χειρουργικό πεδίο
- Απλή τοποθέτηση παιδικού κυκλώματος
- Κατάλληλο στην κακοήθη υπερπυρεξία

ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Μειονεκτήματα

- **Περίπλοκος σχεδιασμός**
- **Πολλά εξαρτήματα**
- **Πολλές συνδέσεις → κίνδυνος λάθους - αποσύνδεσης - απόφραξης - διαφυγής**
- **Δύσκολος καθαρισμός και αποστείρωση**
- **Ογκώδες → δεν μετακινείται εύκολα**
- **Εύκολα προκαλείται ιατρογενής υποκαπνία**
- **Monitoring πιέσεων και αναλυτής O_2 στο κύκλωμα**

ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Πλεονεκτήματα

- **Εξοικονόμηση αερίων**
- **Μείωση κόστους αναισθησίας**
- **Μείωση ρύπανσης**
- **Διατήρηση θερμοκρασίας και υγρασίας**

ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Μειονεκτήματα

- Δυσχερής ο έλεγχος της αναισθησίας
- Βραδεία μεταβολή εισπνεόμενης συγκέντρωσης
- Κίνδυνος δημιουργίας υποξικού μείγματος
- Κίνδυνος υπερκαπνίας ή υπερδοσολογίας
- Αύξηση συγκέντρωσης και επανεισπνοή τοξικών προϊόντων αποδόμησης πτητικών και CO
- Το κύκλωμα δεν είναι πλήρως κλειστό → η δειγματοληψία για την ανάλυση των αναισθητικών αερίων και τη σπιρομετρία απαιτεί ως 200 ml / min



Ευχαριστώ