

Πίνακας 1-1. Ορισμός της αναισθησιολογίας, ως ειδικότητας της ιατρικής.¹

Αξιολόγηση, εκτίμηση και προετοιμασία του ασθενούς για να λάβει αναισθησία
Ανακούφιση και εξάλειψη του πόνου στους ασθενείς κατά τη διάρκεια χειρουργικών, μαιευτικών, θεραπευτικών και διαγνωστικών επεμβάσεων
Παρακολούθηση και αποκατάσταση της ομοιόστασης στην περιεγχειρητική περίοδο
Αντιμετώπιση των βαρέων πασχόντων ασθενών
Διάγνωση και θεραπεία του οξέος και χρόνιου πόνου και του πόνου που σχετίζεται με τον καρκίνο
Αντιμέτωπιση και διδασκαλία της καρδιοπνευμονικής αναζωογόνησης
Εκτίμηση αναπνευστικής λειτουργίας
Διδασκαλία, επιτήρηση και αξιολόγηση της απόδοσης ιατρικού και παραϊατρικού προσωπικού που ασχολείται με την αναισθησία, τη φροντίδα του αναπνευστικού και την εντατική θεραπεία
Καθοδήγηση της έρευνας σε βασικό και κλινικό επίπεδο
Επιτήρηση, διδασκαλία και αξιολόγηση των επιδόσεων του ιατρικού και παραϊατρικού προσωπικού που συνδέονται με την περιεγχειρητική φροντίδα
Ανάληψη απαραίτητων καθηκόντων στη διοίκηση των νοσοκομείων, ιατρικών σχολών και υπηρεσιών για εξωτερικούς ασθενείς

¹Από τον αναθεωρημένο ορισμό του Αμερικανικού Συμβουλίου Αναισθησιολογίας (American Board of Anesthesiology), 1989.

(υοσκαμίνη και σκοπολαμίνη). Σήμερα χρησιμοποιείται ένας παρόμοιος συνδυασμός παρεντερικά χορηγούμενης μορφίνης και σκοπολαμίνης για προνάρκωση ασθενών. Στα αρχαία χρόνια, η περιοχική αναισθησία περιοριζόταν στη συμπίεση των νευρικών δεματίων (ισχαιμία του νεύρου) ή την εφαρμογή ψύχους (κρυσταλλοαλγησία). Οι Ίνκας πρέπει να είχαν εμπειρία από τοπική αναισθησία, καθώς οι χειρουργοί τους μασούσαν φύλλα κόκας και τα τοποθετούσαν (το οποίο επομένως περιείχε κοκαΐνη) στη χειρουργική τομή.

Η εξέλιξη της σύγχρονης χειρουργικής συνάντησε εμπόδια όχι μόνο εξαιτίας της έλλειψης γνώσεων στον τομέα της νοσολογίας, της ανατομίας και της χειρουργικής αντισηψίας, αλλά επίσης και λόγω της έλλειψης αξιόπιστων και ασφαλών αναισθητικών τεχνικών. Αυτές οι τεχνικές εξελίχθηκαν πρώτα με τα εισπνεόμενα αναισθητικά, ακολούθησε η τοπική και περιοχική αναισθησία και τελικά η ενδοφλέβια αναισθησία. Η ανάπτυξη της χειρουργικής αναισθησίας θεωρείται σαν μία από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις της ανθρώπινης ιστορίας.

ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ ΜΕ ΕΙΣΠΝΕΟΜΕΝΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΑ

Η εφεύρεση της υποδόριας βελόνης έγινε το 1855, αλλά τα πρώτα γενικά αναισθητικά, ο αιθέρας, το υποξείδιο του αζώτου και το χλωροφόρμιο, ήταν εισπνεόμενα. Ο αιθέρας (στην πραγματικότητα ο διαιθυλ-αιθέρας, γνωστός την επο-

χή εκείνη ως θειικός αιθέρας, επειδή παρασκευαζόταν από μία απλή χημική αντίδραση μεταξύ αιθυλικής αλκοόλης και του θειικού οξέος) παρασκευάστηκε αρχικά από τον

Valerius Cordus το 1540, αλλά δεν χρησιμοποιήθηκε σαν αναισθητικό στον άνθρωπο μέχρι το 1842, οπότε συγχρόνως ο Crawford W. Long και ο William E. Clark τον χρησιμοποίησαν, ανεξάρτητα ο καθένας, για χειρουργικές επεμβάσεις και εξαγωγές δοντιών. Ωστόσο, δεν δημοσίευσαν αυτήν την ανακάλυψη. Τέσσερα χρόνια αργότερα, στη Βοστώνη, στις 16 Οκτωβρίου του 1846, ο William T.G. Morton έκανε την πρώτη δημόσια επίδειξη χορήγησης αναισθησίας με αιθέρα. Η εντυπωσιακή επιτυχία της επίδειξης αυτής ώθησε τον χειρουργό να αναφωνήσει προς το σκεπτικό κοινό: «Κύριοι, δεν πρόκειται περί φάρσας!».

Το χλωροφόρμιο κατασκευάστηκε ανεξάρτητα από τους von Leibig, Guthrie και Soubeiran το 1831. Παρ' όλο που, σαν γενικό αναισθητικό, το χλωροφόρμιο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Holmes Coote το 1847, εισήχθη στην κλινική πράξη από τον Σκωτικής καταγωγής μαιευτήρα Sir James Simpson, ο οποίος το χορήγησε στις ασθενείς του για την ανακούφιση του πόνου του τοκετού. Κατά σύμπτωση, ο Simpson ετοιμαζόταν να εγκαταλείψει την άσκηση της μαιευτικής, γιατί δεν άντεχε να βλέπει ασθενείς να υφίστανται τους φρικτούς πόνους και την απελπισία που προκαλούσε η χειρουργική επέμβαση χωρίς αναισθησία.

Το υποξείδιο του αζώτου παρασκευάστηκε από τον Joseph Priestley το 1772, αλλά οι αναλγητικές του ιδιότητες αναφέρθηκαν για πρώτη φορά από τον Humphry Davy το 1800. Στους Gardner Colton και Horace Wells, αποδίδεται η χρησιμοποίηση του υποξειδίου του αζώτου σαν αναισθητικού σε ανθρώπους το 1844. Η ασθενής δράση που παρουσιάζει το υποξείδιο του αζώτου (μία συγκέντρωση 80% υποξειδίου του αζώτου προκαλεί αναλγησία αλλά όχι χειρουργική αναισθησία) κατέληξε σε κλινικές δοκιμές που ήταν λιγότερο πειστικές από αυτές του αιθέρα.

Από τα τρία αρχικά εισπνεόμενα αναισθητικά, το υποξείδιο του αζώτου ήταν το λιγότερο δημοφιλές εξαιτίας της χαμηλής ισχύος του και της τάσης του να προκαλεί ασφυξία όταν χρησιμοποιούνταν μόνο του (βλέπε Κεφάλαιο 7). Το ενδιαφέρον για το υποξείδιο του αζώτου αναζωπυρώθηκε, όταν το 1868, ο Edmund Andrews το χορήγησε μαζί με 20% οξυγόνο. Παρ' όλα αυτά επισκιάζονταν από τη δημοτικότητα του αιθέρα και του χλωροφορμίου. Αποτελεί ειρωνεία το γεγονός ότι το υποξείδιο του αζώτου είναι το μόνο από αυτούς τους παράγοντες που χρησιμοποιείται ακόμη στις μέρες μας. Το χλωροφόρμιο αρχικά ξεπέρασε σε δημοτικότητα τον αιθέρα σε πολλούς τομείς (ειδικά στο Ηνωμένο Βασίλειο), αλλά οι αναφορές για καρδιακές αρρυθμίες και ηπατοτοξικότητα σχετιζόμενες με αυτό, ώθησαν όλο και περισσότερους γιατρούς να το εγκαταλείψουν προς όφελος του αιθέρα. Ακόμη και μετά την εισαγωγή άλλων εισπνεόμενων αναισθητικών (χλωροϋόχο αιθύλιο, αιθυλένιο, διβινυλ-αιθέρας, κυκλοπροπάνιο, τριχλωροαιθυλένιο και φλουροξένιο), ο αιθέρας παρέμεινε το κύριο γενικό αναισθητικό μέχρι τις αρχές του 1960. Το μόνο εισπνεόμενο αναισθητικό που ανταγωνίστηκε τον αιθέρα ως προς την ασφάλεια και τη δημοτικότητα ήταν το κυκλοπροπάνιο, το οποίο άρχισε να χρησιμοποιείται το 1934ο. Δυστυχώς, και τα δύο είναι εξαιρετικά εύφλεκτα και από τότε έχουν αντικατασταθεί από τους μη εύφλεκτους δραστικούς

φθοριωμένους υδρογονάνθρακες: το αλοθάνιο (κατασκευάστηκε το 1951, κυκλοφόρησε το 1956), το μεθοξυφλουράνιο (κατασκευάστηκε το 1956, ενώ κυκλοφόρησε το 1960), το ενφλουράνιο (κατασκευάστηκε το 1963, ενώ κυκλοφόρησε το 1973) και το ισοφλουράνιο (κατασκευάστηκε το 1965, ενώ κυκλοφόρησε το 1981). Δύο νεώτεροι παράγοντες είναι οι πιο δημοφιλείς στις αναπτυγμένες χώρες σήμερα, το δεσφλουράνιο (κυκλοφόρησε το 1992), έχει πολλές από τις επιθυμητές ιδιότητες του ισοφλουρανίου, καθώς και τα χαρακτηριστικά της γρήγορης πρόσληψης και αποβολής του υποξειδίου του αζώτου. Το σεβοφλουράνιο έχει επίσης χαμηλή διαλυτότητα στο αίμα, αλλά η ανησυχία για δυνητικά τοξικούς μεταβολίτες καθυστέρησε την κυκλοφορία του στις Η.Π.Α. μέχρι το 1994 (βλέπε Κεφάλαιο 8). Οι ανησυχίες αυτές αποδείχτηκαν υπερβολικές και το σεβοφλουράνιο χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ περισσότερο από το δεσφλουράνιο αντικαθιστώντας το αλοθάνιο στην παιδοαναισθησιολογία.

ΤΟΠΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες της κοκαΐνης χρησιμοποιήθηκαν από τους Ινκας για αιώνες πριν να τις παρατηρήσουν οι Ευρωπαίοι. Η κοκαΐνη απομονώθηκε από το φυτό κόκα το 1855 από τον Gaedicke και αργότερα, σε καθαρή μορφή, από τον Albert Neimann το 1860. Η πρώτη εφαρμογή της σύγχρονης τοπικής αναισθησίας αποδίδεται στον Carl Koller, έναν οφθαλμίατρο, ο οποίος χρησιμοποίησε την κοκαΐνη τοπικά για χειρουργική αναισθησία στο μάτι το 1884.

3 Ο χειρουργός William Halsted παρουσίασε το 1884 τη χρήση της κοκαΐνης στην ενδοδερμική διήθηση και αποκλεισμό νεύρων (συμπεριλαμβανομένων του προσωπικού νεύρου, του βραχιόνιου πλέγματος, του αιδοιομηρικού και οπίσθιου κνημιαίου νεύρου). Ο August Bier είναι γνωστός για την πρώτη χορήγηση αναισθητικού ενδορραχιαία το 1898· χρησιμοποίησε 3 ml κοκαΐνης 0,5% ενδορραχιαία. Ήταν επίσης ο πρώτος που περιέγραψε την ενδοφλέβια περιοχική αναισθησία (Bier block) το 1908. Η προκαΐνη παρασκευάστηκε το 1904 από τον Alfred Einhorn και μέσα σε ένα χρόνο βρήκε κλινική εφαρμογή από τον Heinrich Braun. Ο Braun ήταν επίσης ο πρώτος που προσέθεσε επινεφρίνη με σκοπό να παρατείνει τη δράση των τοπικών αναισθητικών. Η επισκληρίδιος αναισθησία εισήχθη το 1901 από τους Ferdinand Cathelin και Jean Sicard. Η οσφυϊκή επισκληρίδιος αναισθησία περιγράφηκε αρχικά από τον Fidel Pages το 1921 και ξανά από τον Achille Dogliotti το 1931. Επιπρόσθετα τοπικά αναισθητικά τα οποία εισήχθησαν στην κλινική πράξη περιλαμβάνουν τη διβουκαΐνη (1930), τετρακαΐνη (1932), λιδοκαΐνη (1947), χλωροπροκαΐνη (1955), μεπιβακαΐνη (1957), πριλοκαΐνη (1960), βουπιβακαΐνη (1963) και ετιδοκαΐνη (1972). Τα δυο νεώτερα τοπικά αναισθητικά η ροπιβακαΐνη, και η λεβοβουπιβακαΐνη έχουν παρόμοια διάρκεια δράσης με τη βουπιβακαΐνη αλλά έχουν μικρότερη καρδιοτοξικότητα (βλέπε Κεφάλαιο 16).

ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ

Παράγοντες εισαγωγής στην αναισθησία

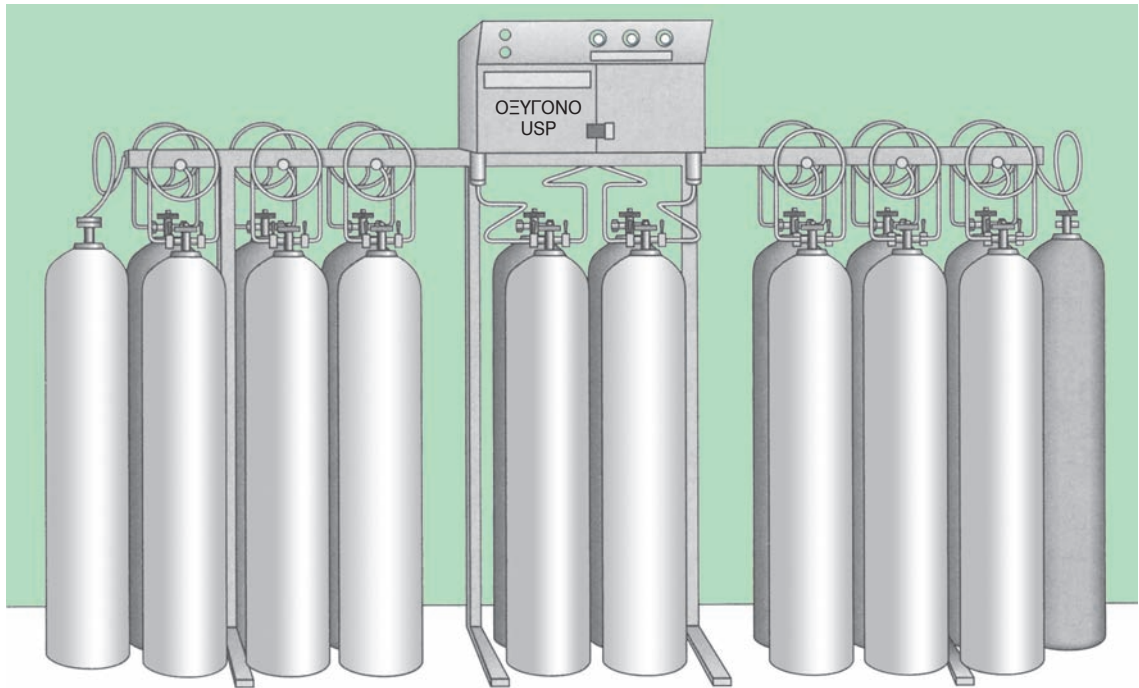
Η ενδοφλέβια αναισθησία ακολούθησε την εφεύρεση της υποδερμικής σύριγγας και βελόνης από τον Alexander Wood

το 1855. Οι πρώτες προσπάθειες για ενδοφλέβια αναισθησία περιελάμβαναν τη χρήση ένυδρης χλωράλης (από τον Ore, το 1872), χλωροφορμίου και αιθέρα (Burkhardt το 1909) και του συνδυασμού μορφίνης και σκοπολαμίνης (Bredenfeld το 1916). Τα βαρβιτουρικά κατασκευάστηκαν από τους Fischer και von Mering το 1903. Το πρώτο βαρβιτουρικό που χρησιμοποιήθηκε για εισαγωγή στην αναισθησία ήταν το διαιθυλ-βαρβιτουρικό οξύ (βαρβιτάλη), αλλά η εισαγωγή με βαρβιτουρικά έγινε δημοφιλής τεχνική με την εισαγωγή της εξοβαρβιτάλης το 1927. Η θειοπεντάλη, που παρασκευάστηκε το 1932 από τους Volwiler και Tabern, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην κλινική πράξη από τους John Lundy και Ralph Waters το 1934 και παραμένει έκτοτε ο πιο διαδεδομένος παράγοντας εισαγωγής στην αναισθησία. Η μεθοεξιτάλη χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην κλινική πράξη από τον K.V. Stoelting το 1957 και αποτελεί το μοναδικό άλλο βαρβιτουρικό που χρησιμοποιείται για εισαγωγή στην αναισθησία. Από την εποχή της σύνθεσης της χλωροδιαζεποξιδης το 1957 και μετά, οι βενζοδιαζεπίνες, όπως η διαζεπάμη (1959), η λοραζεπάμη (1971), και η μιδαζολάμη (1976), χρησιμοποιούνται για προνάρκωση, εισαγωγή στην αναισθησία, συμπληρώματα στην αναισθησία και για ενδοφλέβια καταστολή. Η κεταμίνη κατασκευάστηκε το 1962 από τον Stevens, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην κλινική πράξη από τους Corssen και Domino το 1965 και κυκλοφόρησε το 1971 και παραμένει δημοφιλής σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες μέχρι σήμερα. Η ετομιδάτη κατασκευάστηκε το 1964 και κυκλοφόρησε το 1972. Ο ενθουσιασμός όμως που προκάλεσε η σχετική έλλειψη καταστολής του κυκλοφορικού και του αναπνευστικού μετριάστηκε από αναφορές για πρόκληση επινεφριδιακής ανεπάρκειας ακόμη και ύστερα από μία μοναδική δόση. Η κυκλοφορία της προποφόλης, ή δισποπροπυλφαινόλης, το 1989, στις ΗΠΑ έδωσε μεγάλη ώθηση στην αναισθησία για εξωτερικούς ασθενείς, λόγω της βραχείας διάρκειας δράσης της (βλέπε Κεφάλαιο 9). Σήμερα η προποφόλη αποτελεί το πιο δημοφιλές ενδοφλέβιο αναισθητικό σε όλο τον κόσμο.

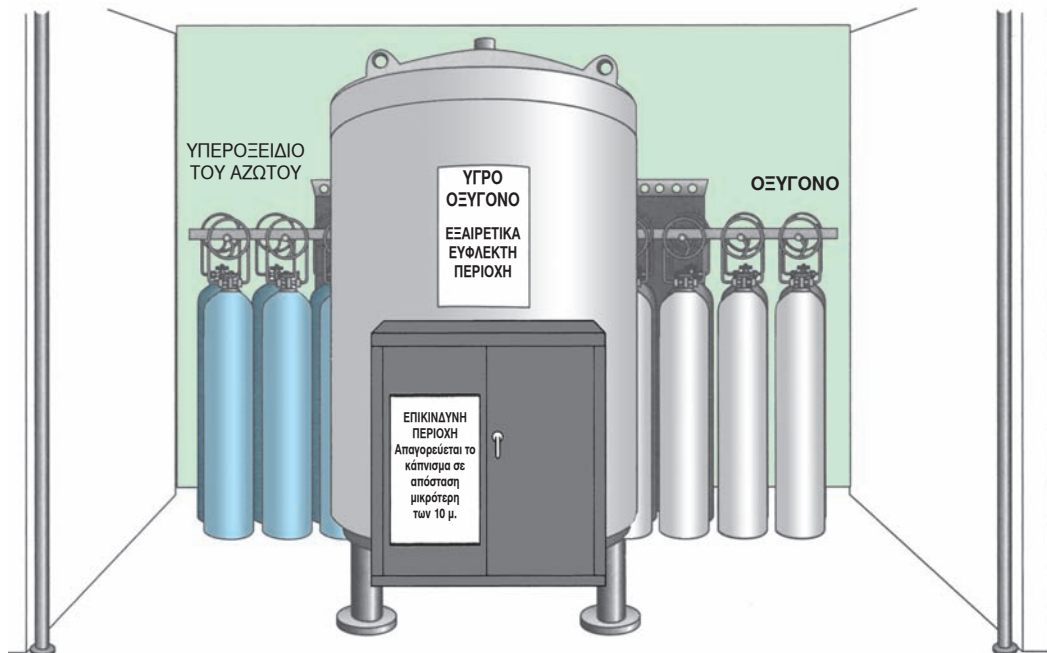
Μυοχαλαρωτικά

Η χρήση του κουραρίου από τους Harold Griffith και Enid Johnson το 1942 αποτέλεσε ορόσημο για την αναισθησιολογία. **4** Το κουράριο διευκόλυνε εξαιρετικά την ενδοτραχειακή διασωλήνωση και παρείχε θαυμάσια χάλαση της κοιλιάς για τη διενέργεια χειρουργικών επεμβάσεων. Για πρώτη φορά, μπορούσε να πραγματοποιηθεί χειρουργική επέμβαση σε ασθενείς χωρίς να πρέπει να δοθούν τεράστιες ποσότητες αναισθητικών, προκειμένου να επιτευχθεί χαλάρωση των μυών. Αυτές οι τεράστιες δόσεις είχαν συχνά σαν αποτέλεσμα κυκλοφορική και αναπνευστική καταστολή, καθώς και μακρά παράταση της ανάνηψης, ενώ συχνά δεν γίνονταν ανεκτές από εξασθενημένους ασθενείς.

Η σουκινυλοχολίνη παρασκευάστηκε από τον Boret το 1949 και χρησιμοποιείται από το 1951, αποτελεί το πρότυπο φάρμακο για τη διασωλήνωση της τραχείας όταν εφαρμόζεται διαδικασία επείγουσας εισαγωγής στην αναισθησία (rapid sequence induction). Μέχρι πρόσφατα η ταχύτητα της μυοχάλασης που προκαλεί η σουκινυλοχολίνη παρέμενε μοναδική αλλά οι ανεπιθύμητες ενέργειές της ώθησαν την



ΕΙΚΟΝΑ 2-1. Αποθήκη με κυλίνδρους Η –συνδεδεμένους με μία πολλαπλή σύνδεση.



ΕΙΚΟΝΑ 2-2. Δεξαμενή αποθήκευσης υγρού οξυγόνου με εφεδρικές φιάλες οξυγόνου στο βάθος.

Πίνακας 2-1. Χαρακτηριστικά των ιατρικών κυλίνδρων αερίων.

Αέριο	Χωρητικότητα κυλίνδρου ¹ Ε (l)	Χωρητικότητα κυλίνδρου ¹ Η (l)	Πίεση ¹ (psig στους 20°C)	Χρώμα (Η.Π.Α.)	Χρώμα (Διεθνώς)	Μορφή
O ₂	625-700	6.000-8.000	1.800-2.200	Πράσινο	Άσπρο	Αέριο
Αέρας	625-700	6.000-8.000	1.800-2.200	Κίτρινο	Άσπρο και μαύρο	Αέριο
N ₂ O	1590	15.900	745	Μπλε	Μπλε	Υγρό
N ₂	625-700	6.000-8.000	1.800-2.200	Μαύρο	Μαύρο	Αέριο

¹Ανάλογα με τον κατασκευαστή.

μπορεί να δεχτούν και φιάλες ηλίου. Στα συμπίεσμένα ιατρικά αέρια χρησιμοποιείται ένα σύστημα ασφαλείας με πύρους για να μην μπορεί να προσαρμοστούν στη θέση σύνδεσης άλλου αερίου παρά μόνο στη συγκεκριμένη για κάθε αέριο. Χαρακτηριστικό ασφαλείας των φιαλών Ε είναι το αναπόσπαστο συνδετικό τους που κατασκευάζεται από μέταλλο Wood. Αυτό το κράμα μετάλλων έχει χαμηλό σημείο τήξης και δεν επιτρέπει να αναπτυχθεί πίεση που θα μπορούσε να αναπτύξει τέτοια θερμότητα ώστε να προκληθεί έκρηξη. Η βαλβίδα εκτόνωσης «pressure relief» είναι σχεδιασμένη να ανοίγει σε 3.300 psig, που είναι πολύ μικρότερη από την πίεση που μπορεί να αντέξουν τα τοιχώματα της φιάλης Ε (πάνω από 5.000 psig).

Υποξείδιο του αζώτου

Το υποξείδιο του αζώτου, παρασκευάζεται με θέρμανση του νιτρικού αμμωνίου (θερμική διάσπαση). Αποθηκεύεται στα νοσοκομεία σχεδόν πάντα σε μεγάλους υψηλής πίεσης (Η-κυλίνδρους) συνδεδεμένους με μία πολλαπλή σύνδεση με σύστημα αυτόματου αποκλεισμού της άδειας φιάλης. Η αποθήκευση υποξειδίου του αζώτου σε υγρή μορφή είναι οικονομική μόνο σε πολύ μεγάλα ιδρύματα.

Επειδή η κρίσιμη θερμοκρασία του υποξειδίου του αζώτου (36,5°C) είναι μεγαλύτερη της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, μπορεί να υγροποιηθεί χωρίς τη βοήθεια πολύπλοκου συστήματος ψύξης. Εάν το υγροποιημένο υποξείδιο του αζώτου θερμανθεί σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από την κρίσιμη, θα μετατραπεί στην αέριο φάση του. Επειδή το υποξείδιο του αζώτου δεν είναι ιδανικό αέριο και είναι εύκολα συμπιεστό, η μετατροπή του στην αέριο φάση δεν συνοδεύεται από μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας της φιάλης. Παρ' όλα αυτά, όλες οι φιάλες με το αέριο είναι εφοδιασμένες με μία βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης για να εμποδίσουν έκρηξη που μπορεί να συμβεί κάτω από συνθήκες μη αναμενόμενης υψηλής πίεσης (π.χ. κατά λάθος υπερπλήρωση της φιάλης).

Παρ' όλο που η διακοπή στην τροφοδοσία δεν είναι συνήθως καταστροφική, τα περισσότερα μηχανήματα αναισθησίας έχουν εφεδρικές Ε-φιάλες. Επειδή αυτές οι μικρότερες φιάλες περιέχουν υποξείδιο του αζώτου και στην υγρή φάση, ο όγκος που παραμένει στη φιάλη δεν είναι ανάλογος με την πίεση στη φιάλη. Όταν το υγρό υποξείδιο του αζώτου έχει εξαντληθεί και η πίεση της φιάλης αρχίζει να χαμηλώνει, μόνο 400 λίτρα έχουν μείνει στη φιάλη. **Εάν το υγρό υποξείδιο του αζώτου φυλάσσεται σε μία σταθερή**

θερμοκρασία (20°C), θα εξατμιστεί με τον ίδιο ρυθμό που καταναλώνεται και θα διατηρήσει μία σταθερή πίεση (745 psig) μέχρι το υγρό να εξαντληθεί.

2 Ο μόνος αξιόπιστος τρόπος για να καθορισθεί η εναπομένουσα ποσότητα του υποξειδίου του αζώτου είναι να μετρηθεί το βάρος της φιάλης. Για τον λόγο αυτό, αναγράφεται συνήθως πάνω στη φιάλη το καθαρό βάρος ή το βάρος της άδειας φιάλης, του κυλίνδρου που περιέχει το υγροποιημένο αέριο σε πεπιεσμένη μορφή (π.χ το υποξείδιο του αζώτου). Ο μετρητής της πίεσης του υποξειδίου του αζώτου δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 745 psig στους 20°C. Μία υψηλότερη τιμή μπορεί να σημαίνει δυσλειτουργία του μετρητή, υπερπλήρωση της φιάλης ή μία φιάλη που δεν περιέχει υποξείδιο του αζώτου αλλά άλλο αέριο.

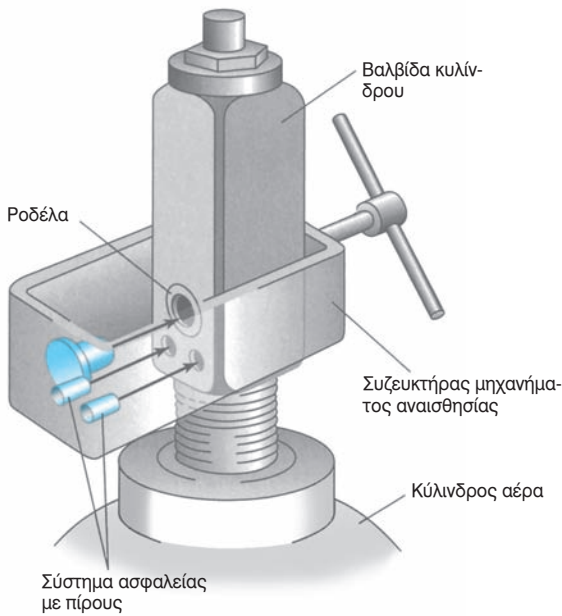
Επειδή κατά τη μετατροπή ενός υγρού σε αέριο καταναλώνεται ενέργεια (η λανθάνουσα θερμότητα της εξαέρωσης), μειώνεται η θερμοκρασία του υγρού υποξειδίου του αζώτου Η πτώση αυτή της θερμοκρασίας έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλότερη πίεση ατμών και χαμηλότερη πίεση στη φιάλη αντίστοιχα. Η ψύξη είναι τόσο έντονη στις υψηλές ροές, ώστε συχνά υπάρχει πάγος πάνω στην φιάλη και ο μειωτήρας της πίεσης μπορεί να παγώσει.

Αέρας

Ο αέρας χρησιμοποιείται όλο και πιο συχνά στην αναισθησιολογία καθώς οι δυνητικοί κίνδυνοι από το υποξείδιο του αζώτου και τις υψηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου χρειάζονται αυξημένη επαγρύπνηση. Η φιάλη με τον αέρα είναι ιατρικών προδιαγραφών και παρασκευάζεται από ανάμειξη οξυγόνου και αζώτου. Αέρας χωρίς υγρασία αλλά και μη αποστειρωμένος παρέχεται στα συστήματα παροχής των νοσοκομείων με αντλίες συμπίεσης. Τα σημεία εισόδου τέτοιων αντλιών πρέπει να είναι μακριά από τις εξόδους των αντλιών του κενού για να αποφευχθεί η επιμόλυνση. Επειδή η κρίσιμη θερμοκρασία του αέρα είναι -140,6°C, είναι σε αέριο μορφή σε όλες τις φιάλες και η πίεσή του πέφτει ανάλογα με το περιεχόμενό τους.

Άζωτο

Αν και το πεπιεσμένο άζωτο δεν χορηγείται στους ασθενείς, παρέχει ισχύ σε πολλές συσκευές της χειρουργικής αίθουσας, όπως τα πριόνια και τα τρυπάνια. Συνήθως αποθηκεύεται σε Η-κυλίνδρους που συνδέονται με μία πολλαπλή σύνδεση ή με μια δεξαμενή πεπιεσμένου αζώτου με κεντρική παροχή.



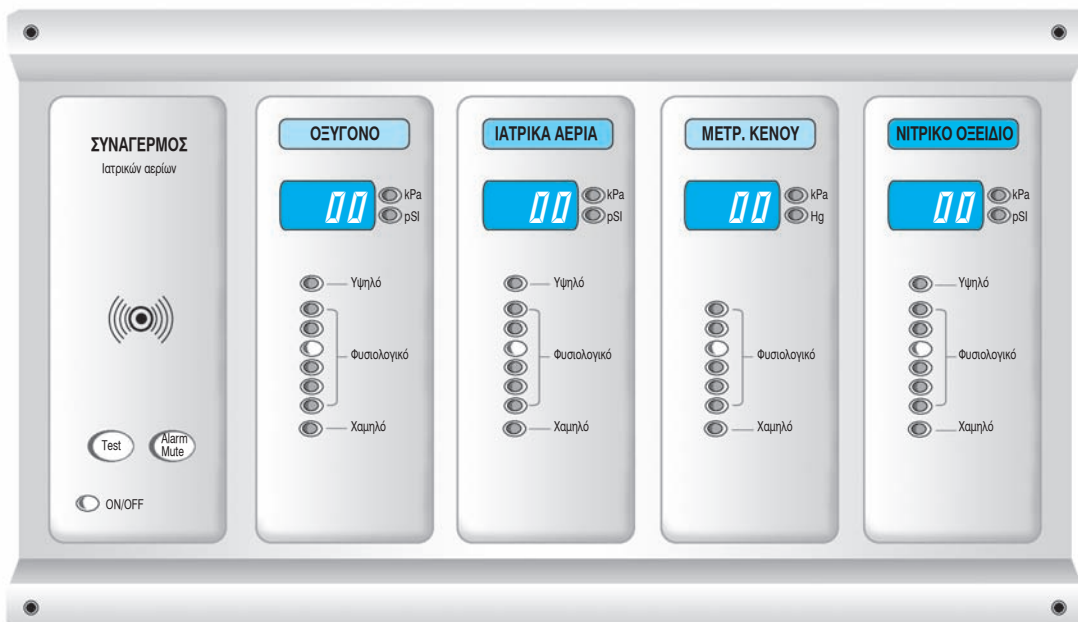
ΕΙΚΟΝΑ 2-4. Συνδετήρας μηχανήματος αναισθησίας και κυλίνδρου αερίων με σύστημα ασφαλείας με πύρους.

των κυλίνδρων, αναπτύχθηκε από τους κατασκευαστές των κυλίνδρων ένα σύστημα ασφαλείας με πύρους. Κάθε κύλινδρος (μεγέθους A-E) έχει δύο οπές στη βαλβίδα του οι οποίες ταιριάζουν με αντίστοιχους πύρους στην υποδοχή του μηχανήματος αναισθησίας (Εικόνα 2-4). Η σχετική θέση των πύρων και των οπών είναι μοναδική για κάθε αέριο. Αυτό

το σύστημα είναι δυνατόν κατά λάθος να παρακαμφθεί τοποθετώντας πολλαπλές ροδέλες μεταξύ του κυλίνδρου και της υποδοχής, οι οποίες εμποδίζουν τη σωστή σύνδεση των οπών και των πύρων. Το σύστημα ασφαλείας των πύρων είναι επίσης αναποτελεσματικό όταν οι πύροι είναι φθαρμένοι ή οι κύλινδροι είναι γεμάτοι με λάθος αέριο.

Η λειτουργία των πηγών ιατρικών αερίων και του συστήματος των σωληνώσεων παρακολουθείται συνεχώς από κεντρικά και τοπικά συστήματα συναγερμού. Ενδεικτικά φώτα και ηχητικά σήματα ειδοποιούν για έναρξη λειτουργίας βοηθητικής δευτερεύουσας πηγής αερίων και για ασυνήθιστα υψηλή (π.χ. δυσλειτουργία του μειωτήρα) ή χαμηλή (π.χ. εξάντληση αποθέματος) πίεση στους σωλήνες (Εικόνα 2-5).

Τα σύγχρονα μηχανήματα αναισθησίας και οι αναλυτές των αναισθητικών αερίων μετρούν συνεχώς τη συγκέντρωση του εισπνεόμενου οξυγόνου (FiO₂). Οι αναλυτές έχουν διαφορετικό ουδό για τον ελάχιστο επιτρεπτό FiO₂ αλλά θα πρέπει να μην επιτρέπουν να μπορεί να αδρανοποιηθεί αυτός ο συναγερμός. Η μετρούμενη FiO₂ δεν αντικατοπτρίζει τη συγκέντρωση του O₂ πέρα από το σημείο μέτρησης της και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένδειξη της συγκέντρωσης στον ενδοτραχειακό σωλήνα ή στο απώτερο άκρο του. Λόγω της ανταλλαγής αερίων της ταχύτητας ροής και του shunt μπορεί η μετρούμενη FiO₂ να διαφέρει σημαντικά από τη συγκέντρωση του οξυγόνου στους ιστούς. Παρ' όλη την ύπαρξη πολλαπλών συσκευών ασφαλείας, συναγερμών και λεπτομερών κανονισμών (που έχουν επιβληθεί από τον Εθνικό Οργανισμό Αντιπυρικής Προστασίας, τον Οργανισμό Πεπεσμένων Αερίων, και το Τμήμα Μεταφορών), συνεχίζουν να συμβαίνουν αναισθησιολογικά ατυχήματα από κακή λειτουργία των συστημάτων ιατρικών αερίων. Υποχρεωτικός περιοδικός έλεγχος των συστημάτων διανομής αερίων των νοσοκομείων από ανεξάρτητες υπηρεσίες και μεγαλύ-



ΕΙΚΟΝΑ 2-5. Παράδειγμα ενός πίνακα κυρίων συναγερμών που παρακολουθούν την πίεση ενός αγωγού ιατρικών αερίων.

τερη συμμετοχή των αναισθησιολόγων στον σχεδιασμό του συστήματος των αερίων μπορεί να αμβλύνει το πρόβλημα.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες στην αίθουσα χειρουργείου

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία στις περισσότερες χειρουργικές αίθουσες γίνεται αντιληπτή σαν υπερβολικά χαμηλή από τους περισσότερους ασθενείς που δεν έχουν λάβει αναισθησία και μερικές φορές, από τους αναισθησιολόγους. Από την άλλη πλευρά, το να παραβρίσκεται κανείς ντυμένος με τα ρούχα χειρουργείου κάτω από τα φώτα της χειρουργικής αίθουσας για ώρες αποτελεί μία δοκιμασία αντοχής. Είναι γενική αρχή ότι η άνεση του προσωπικού της αίθουσας χειρουργείου πρέπει να εναρμονίζεται με τις ανάγκες του ασθενούς. Η υποθερμία έχει συσχετιστεί με αυξημένη επίπτωση επιμόλυνσης του τραύματος, αυξημένη απώλεια αίματος κατά τη διάρκεια του χειρουργείου (διαταραχή της πήξης η οποία αξιολογείται με τη θρομβοελαστογραφία) και με μεγαλύτερο χρόνο νοσηλείας (βλέπε Κεφάλαιο 52).

ΥΓΡΑΣΙΑ

Στο παρελθόν οι εκφορτίσεις αποτελούσαν πηγή κινδύνου για ανάφλεξη στη χειρουργική αίθουσα, η οποία ήταν γεμάτη από εύφλεκτους ατμούς αναισθητικών αερίων. Σήμερα ο έλεγχος της υγρασίας σχετίζεται περισσότερο με τα μέτρα ελέγχου των λοιμώξεων. Ιδανικά στο χειρουργείο θα πρέπει να διατηρείται υγρασία στο 50% και 55%. Χαμηλότερα επίπεδα διευκολύνουν τη μετακίνηση αερομεταφερόμενων σωματιδίων σχετιζόμενων με λοιμώξεις. Σε υψηλή υγρασία η εφύγραση μπορεί να επηρεάσει την ακεραιότητα ηθμών όπως στείρα καλύμματα και υλικά επικάλυψης.

ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Η υψηλή ροή του αέρα στη χειρουργική αίθουσα μειώνει τις μολύνσεις του χειρουργικού πεδίου. Τέτοιες ροές συνήθως επιτυγχάνονται με τη μείξη ανακυκλωμένου αέρα με φρέσκο αέρα έως 80% και εφαρμόζονται τεχνικές για να ελαττώσουν την στροβιλώδη ροή και να είναι μονής κατεύθυνσης. Παρά το ότι η ανακύκλωση εξοικονομεί ενέργεια σε σχέση με τη θέρμανση και τον κλιματισμό, είναι ακατάλληλη για την απομάκρυνση των άχρηστων αναισθητικών αερίων. Για τον λόγο αυτό πρέπει πάντα ένα ξεχωριστό σύστημα απομάκρυνσης αναισθητικών αερίων να συμπληρώνει τον εξαερισμό της χειρουργικής αίθουσας. Στην αίθουσα του χειρουργείου θα πρέπει να διατηρείται ελαφρά θετική πίεση ώστε τα αέρια που διαφεύγουν από το σύστημα scavenging να απομακρύνονται και θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να εισέρχεται καθαρός αέρας από την οροφή και να απομακρύνεται χαμηλά κοντά στο πάτωμα. Θα πρέπει να ελέγχεται η ποιότητα του αέρα και οι αλλαγές του. Η NFPA (Εθνική Εταιρεία Προστασίας από Πυρκαγιές) συνιστά 25 αλλαγές αέρα κάθε ώρα για να μειωθεί ο κίνδυνος λίμνασης και ανάπτυξης βακτηριδίων. Η ποιότητα του αέρα πρέπει να διατηρείται με φίλτρα 90% που είναι το φίλτρο που συγκρατεί

το 90% των σωματιδίων. Υψηλής απόδοσης φίλτρα (HEPA) χρησιμοποιούνται συχνά αλλά δεν απαιτούνται σύμφωνα με τα πρότυπα ελέγχου λοιμώξεων.

ΘΟΡΥΒΟΣ

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση στον θόρυβο μπορεί να επιφέρει βλάβη σε πολλές ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες και η παρατεταμένη έκθεση μπορεί να προκαλέσει βλάβη της ακοής. Ο θόρυβος της χειρουργικής αίθουσας έχει μετρηθεί στα 70-80 dB(A) ενώ συχνά ο ήχος υπερβαίνει τα 80 dB. Εάν η ένταση της ομιλίας πρέπει να αυξηθεί περισσότερο από τη συνήθη συζήτηση τότε ο θόρυβος στο περιβάλλον είναι περίπου 80 dB. Τα επίπεδα του θορύβου στη χειρουργική αίθουσα πλησιάζουν το μέσο όρο έκθεσης (time-weighted average, TWA) για τον οποίο η Επαγγελματική Ασφάλεια (OSHA) απαιτεί προστασία ακοής. Τα αεροτρύπανα των ορθοπαιδικών και τα εργαλεία των νευροχειρουργών πλησιάζουν τα 125 dB, επίπεδο το οποίο οι περισσότεροι αρχίζουν να αισθάνονται πόνο.

ΙΟΝΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η ακτινοβολία είναι μορφή ενέργειας που βρίσκεται σε ειδικές ακτίνες. Για τον αναισθησιολόγο έχει σημασία η ακτινοβολία στη διάρκεια απεικονιστικών εξετάσεων και στη διάρκεια ακτινοθεραπείας. Παραδείγματα αποτελούν η ακτινοσκόπηση, ο γραμμικός επιταχυντής, η αξονική τομογραφία, κατευθυνόμενη ακτινοβολία, θεραπεία με πρωτόνια και διαγνωστικές ακτινογραφίες. Η επίδραση της ακτινοβολίας στον άνθρωπο μετράται σε μονάδες απορρόφησης όπως το gray (Gy) και rads ή ισοδύναμες μονάδες όπως το Sievert (Sv) και ισοδύναμα Roentgen στον άνθρωπο (REM). Τα όργανα που είναι ευαίσθητα στην ακτινοβολία όπως τα μάτια, ο θυρεοειδής και οι γονάδες πρέπει να προστατεύονται. Ακόμα πρέπει να προστατεύεται το αίμα, ο μυελός των οστών και τα έμβρυα. Εάν κάποιος εκτίθεται σε ακτινοβολία μεγαλύτερη των 40 REM θα πρέπει να μετράται τα επίπεδα της ακτινοβολίας. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος μέτρησης είναι με δοσομετρικές ταινίες (φιλμ). Η συνολική έκθεση πρέπει να καταγράφεται σε βάση δεδομένων για όλους όσους φέρουν δοσομετρητές.

4 Βασική αρχή της ακτινοπροστασίας είναι να περιορίζεται η έκθεση στην ακτινοβολία στη χαμηλότερη δυνατή για τις περιστάσεις. Τα βασικά στοιχεία προστασίας από την έκθεση στην ακτινοβολία περιλαμβάνουν τον περιορισμό της διάρκειας, την αύξηση της απόστασης και την εφαρμογή προστατευτικών καλυμμάτων.

Ο συνολικός χρόνος έκθεσης δεν παίζει σημαντικό ρόλο όταν πρόκειται για απλές ακτινογραφίες αποκτά όμως ιδιαίτερο ρόλο όταν πραγματοποιείται επεμβατική ακτινολογία, χρησιμοποιείται C-arm και σε διαγνωστικές γαστρεντερολογικές παρεμβάσεις. Η έκθεση του προσωπικού μπορεί να ελαττωθεί αυξάνοντας την απόσταση από την περιοχή της ακτινοβολίας.

Η σχέση της έκθεσης στην ακτινοβολία και της απόστασης ακολουθεί, το νόμο του αρνητικού εκθέτη δηλ. η ένταση υπολογίζεται σαν $1/d^2$ (όπου d =απόσταση) ώστε 100mRADs σε 1 ίντσα γίνονται 0,01 mRADs σε απόσταση 100 ιντσών. Τα ατομικά ακτινοσκιερά καλύμματα αποτελούν την πιο

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΩΝ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

Εξειδικευμένη τεχνολογία ασφάλειας

Παρά την υψηλή αντίληψη των παραγόντων που συντελούν στην ασφάλεια και τις σοβαρές προσπάθειες για την εκπαίδευση του προσωπικού εξακολουθούν να συμβαίνουν ατυχήματα στο χειρουργείο με συχνότητα η οποία θεωρείται από την κοινή γνώμη απαράδεκτη για το χώρο του χειρουργείου αλλά και για άλλους χώρους όπως η βιομηχανία. Φαίνεται ότι παρά τις απειλές για διακοπή μισθοδοσίας, αξιολόγηση του ιατρικού προσωπικού και των νοσοκομείων από το κοινό, της διαδικτυακής κατάταξης των υπηρεσιών και των ιατρονομικών επιπτώσεων, ανθρώπινα λάθη που οδηγούν σε ιατρικά σφάλματα δεν έχουν εξαλειφθεί τελείως. Στο μέλλον ειδικά σχεδιασμένοι μηχανισμοί ασφάλειας μπορεί να βοηθήσουν στην ελάττωση των ιατρικών σφαλμάτων. Αναπτύσσεται η χρήση συσκευών με τεχνολογία κλειδώματος (interlock) για την αίθουσα του χειρουργείου. Η τεχνολογία κλειδώματος (interlock) σημαίνει ότι μία συσκευή δεν μπορεί να μπει σε λειτουργία αν δεν προηγηθεί μία συγκεκριμένη ακολουθία ενεργειών. Η τεχνολογία κλειδώματος (interlock) χρησιμοποιείται στην αναισθησιολογία στους εξατμιστήρες των πτητικών αναισθητικών και δεν επιτρέπει τη χρήση περισσότερων από 1 εξατμιστήρα κάθε φορά. Η επέκταση αυτής της τεχνολογίας θα μπορούσε να είναι η αδυναμία να ανοίξει η συσκευασία ενός φαρμάκου αν δεν σκανάρεται το κωδικό ασφαλείας του ασθενούς που υπάρχει στο βραχιολάκι με το όνομά του ή θα μπορούσε να μην ανοίγει η συσκευασία αν δεν είχαν προηγουμένως καταγραφεί όλες οι αλλεργίες του ασθενούς στα φάρμακα στη βάση δεδομένων του νοσοκομείου. Άλλες εφαρμογές για παράδειγμα θα μπορούσε να είναι η αδυναμία να χρησιμοποιηθεί η διαθερμία ή το laser όταν η συγκέντρωση οξυγόνου είναι μεγαλύτερη από 30% και με αυτό τον τρόπο να ελαττώνεται η πιθανότητα πυρκαγιάς. Θα μπορούσε ακόμα να μην λειτουργούν τα μόνιτορ, οι υπολογιστές και άλλες συσκευές μέχρι να επιβεβαιωθεί η ταυτότητα του ασθενούς.

Σχεδιασμός ροής εργασιών

Ο συντονισμός των ενεργειών των χειρουργών των αναισθησιολόγων και των νοσηλευτών του χειρουργείου είναι πολύ σημαντικός για την καθημερινή εργασία στο χειρουργείο. Για την καθημερινή λειτουργία του χειρουργείου. Ο κλινικός διευθυντής του χειρουργείου σε ιδρύματα με μία, δύο αίθουσες έως και ιδρύματα με πολλές αίθουσες χειρουργείου θα πρέπει να προσαρμόζει το πρόγραμμα περιλαμβάνοντας χειρουργικές επεμβάσεις με διαφορετική διάρκεια, επεμβάσεις που απαιτούν διαφορετικό βαθμό δεξιοτήτων και απόδοσης, καθώς επίσης να υπάρχει χώρος για ξαφνικές μη προγραμματισμένες επείγουσες επεμβάσεις. Η ανάγκη να ελέγχεται η ροή των εργασιών και να αναλύονται τα δεδομένα για να βελτιώνεται ο προγραμματισμός, ώθησε στην ανάπτυξη συστημάτων τα οποία προβλέπουν και καταγράφουν τη χρονική διάρκεια όλων των γεγονότων στο χειρουργείο. Αυτά τα συστήματα συνεχώς αναπτύσσονται και βελτιώνονται.

Οι χώροι του χειρουργείου σχεδιάζονται για να αυξηθεί

η ροή των εργασιών παρέχοντας χώρο για την εισαγωγή στην αναισθησία διαφορετικό από τον χώρο του χειρουργείου. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι για τη στελέχωση και το σχεδιασμό των αιθουσών αναισθησίας. Αν και δεν είναι τόσο συνηθισμένα στις ΗΠΑ, οι αίθουσες αναισθησίας υπάρχουν εδώ και πάρα πολλά χρόνια στο Ην. Βασίλειο.

Στο ένα μοντέλο με αίθουσα αναισθησίας χωριστή, οι ομάδες των αναισθησιολόγων εναλλάσσονται. Η πρώτη ομάδα αναλαμβάνει τον πρώτο ασθενή της ημέρας. Μία δεύτερη ομάδα χορηγεί αναισθησία στον επόμενο ασθενή σε μία παρακείμενη περιοχή την ώρα που η χειρουργική αίθουσα ετοιμάζεται. Η δεύτερη ομάδα συνεχίζει να παρέχει φροντίδα στον ασθενή καθώς μεταφέρεται έξω από την αίθουσα χειρουργείου αφήνοντας έτσι την πρώτη ομάδα να αναλάβει τον τρίτο ασθενή την ώρα πάλι που ετοιμάζεται η χειρουργική αίθουσα. Το προτέρημα αυτής της μεθόδου είναι ότι υπάρχει συνέχεια της φροντίδας. Το μειονέκτημα είναι η ανάγκη για δύο διαφορετικές ομάδες αναισθησιολόγων για κάθε αίθουσα χειρουργείου.

Ένα άλλο μοντέλο χρησιμοποιεί διαφορετική αίθουσα αναισθησίας και διαφορετικές ομάδες αναισθησιολόγων. Η ομάδα που πραγματοποιεί την εισαγωγή στην αναισθησία χορηγεί αναισθησία σε όλους τους ασθενείς της ημέρας και στη συνέχεια τους μεταφέρει στην αίθουσα του χειρουργείου όπου αναλαμβάνει η άλλη ομάδα. Το προτέρημα αυτού του μοντέλου είναι ο μικρότερος αριθμός προσωπικού για την αίθουσα της αναισθησίας. Το μειονέκτημα είναι ότι δεν υπάρχει συνέχεια της φροντίδας και πιθανόν δεν υπάρχει αρκετό προσωπικό όταν θα πρέπει να γίνεται εισαγωγή στην αναισθησία πολλών ασθενών συγχρόνως. Αυτό το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιεί είτε μία χωριστή αίθουσα για την εισαγωγή στην αναισθησία δίπλα στην χειρουργική αίθουσα ή μία διαφορετική αίθουσα όπου γίνεται εισαγωγή στην αναισθησία για περισσότερες από μία αίθουσες χειρουργείου.

Στο τελευταίο μοντέλο υπάρχουν αρκετές αίθουσες χειρουργείου στελεχωμένες από αναισθησιολόγους αλλά παραμένει μία κενή. Όταν ο πρώτος ασθενής της ημέρας μεταφερθεί στην αρχική αίθουσα οι επόμενοι ασθενείς συνεχίζουν να προσέρχονται στην κενή αίθουσα αναισθησίας. Έτσι δεν χρειάζεται να περιμένει κανείς για να ετοιμαστεί η αίθουσα ή να ετοιμαστεί το προσωπικό. Όλα τα παραπάνω μοντέλα στηρίζονται στην υπόθεση ότι το κόστος των περισσότερων ομάδων αναισθησιολόγων μπορεί να καλυφθεί από την αυξημένη παραγωγικότητα της χειρουργικής ομάδας.

Ταυτοποίηση με ραδιοσυχνότητα

Η τεχνολογία ταυτοποίησης με ραδιοσυχνότητα χρησιμοποιείται με ένα μικρό πομπό το σήμα του οποίου αναγνωρίζει ο δέκτης. Κάθε τσιπ μεταφέρει ένα μοναδικό σήμα. Η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να βρει πολλές εφαρμογές στη σύγχρονη αίθουσα του χειρουργείου. Αν χρησιμοποιηθούν ραδιοσυχνότητες στην ταυτότητα κάθε εργαζομένου θα μπορούσε ο κεντρικός σταθμός του χειρουργείου να εντοπίζει νοσηλευτές, χειρουργούς και αναισθησιολόγους χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιήσει βομβητές ή τηλεφώνια. Αν ενσωματωθεί η τεχνολογία αυτή στην ταυτότητα των ασθενών καθώς και στα φορεία του νοσοκομείου θα μπορούσε κάθε μετακίνηση του ασθενούς να είναι γνωστή. Η δυνατότητα να

προβάλλεται το σήμα στο σύστημα του νοσοκομείου θα μπορούσε να προσφέρει επιπλέον βαθμό ασφάλειας για ασθενείς οι οποίοι δεν μπορούν να επικοινωνήσουν με το προσωπικό του νοσοκομείου. Τέλος η τεχνολογία με τις ραδιοσυχνότητες θα μπορούσε να ενσωματωθεί στα χειρουργικά εργαλεία και στις γάζες. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούσαν όλα τα αντικείμενα να αναγνωρίζονται καθώς διέρχονται πάνω από το χειρουργικό πεδίο. Σε περίπτωση που η καταμέτρηση δεν είναι σωστή θα μπορούσε με μία ειδική ράβδο να διαπιστωθεί αν έχει μείνει κάποιο εργαλείο στον ασθενή.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟΥ

Ελεγχόμενη καταστολή με συμπληρωματική χορήγηση οξυγόνου

Σας ζητείτε να παρέχετε ελεγχόμενη καταστολή σε έναν ασθενή ο οποίος πρόκειται να υποβληθεί σε απλή αφαίρεση μίας βλάβης στην παρειά. Ο ασθενής έχει νοσολόγο παχυσαρκία και ιστορικό υπνικής άπνοιας. Δηλώνει: «με ενοχλεί όταν κάνουν κάτι στο πρόσωπό μου». Και δηλώνει την επιθυμία του να μην θυμάται τίποτα από την χειρουργική επέμβαση. Ο χειρουργός διαβεβαιώνει ότι η επέμβαση δεν πρόκειται να διαρκέσει πάνω από 5 λεπτά. Η σύζυγος του ασθενούς αναφέρει ότι κατάνονται από άλλη πόλη και πρόκειται να ταξιδέψουν αεροπορικώς αμέσως μετά την επέμβαση.

Ποια χαρακτηριστικά αυτού του περιστατικού είναι ενδεικτικά υψηλού κινδύνου για εκδήλωση πυρκαγιάς.

Οι ασθενείς με ιστορικό αποφρακτικής υπνικής άπνοιας συνήθως είναι πολύ ευαίσθητοι στα ηρεμιστικά φάρμακα και ιδιαίτερα στα οπιοειδή. Βασικά η χορήγηση ακόμα και μικρών δόσεων οπιούχων προκαλεί απόφραξη του ανώτερου αεραγωγού με αποτέλεσμα υποαερισμό και υπερκαπνία. Στους παχύσαρκους ασθενείς η παραπάνω αντίδραση σε συνδυασμό με την ελαττωμένη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα των πνευμόνων οδηγεί γρήγορα σε αποκορεσμό. Οι περισσότεροι αναισθησιολόγοι θα αντιδράσουν αυξάνοντας τη συγκέντρωση του οξυγόνου που χορηγείται με προσωπίδα ή με ρινικές κάνουλες. Η ανοικτή χορήγηση οξυγόνου σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 30% αποτελεί ένα στοιχείο από την τριάδα της πυρκαγιάς. Ένα ακόμα στοιχείο που προβληματίζει είναι η ανατομική θέση της χειρουργικής επέμβασης. Το χειρουργικό πεδίο πάνω από την ξιφοειδή απόφυση σε αυτόν τον ασθενή θα φέρει την πηγή ανάφλεξης εάν χρησιμοποιηθεί πολύ κοντά στην ανοικτή πηγή αερίου που βοηθά την καύση.

Ποιος είναι ο πιο ασφαλής τρόπος σε αυτή την περίπτωση;

Υπάρχουν τρεις στρατηγικές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να υπάρξει ασφάλεια σε αυτή την περίπτωση: Να μην χορηγηθεί επιπλέον οξυγόνο, να εξασφαλιστεί ο αεραγωγός με ενδοτραχειακή διασωλήνωση ή υπεργλωττιδική συσκευή ή να μην χρησιμοποιηθεί πηγή ανάφλεξης δηλ. διαθερμία.

Υπάρχουν προβλήματα που σχετίζονται με την διαχείριση του αεραγωγού ή τη χορήγηση οξυγόνου;

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως ο ασθενής είναι πιθανόν να παρουσιάσει διαταραχές του αεραγωγού λόγω της αποφρακτικής υπνικής άπνοιας και της παχυσαρκίας. Η επιλογή της συσκευής χορήγησης οξυγόνου θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν την ανάγκη που υπάρχει να μην χρησιμοποιηθεί ανοικτή πηγή οξυγόνου.

Πώς θα επηρεάσει τη διάρκεια της επέμβασης τη διαχείριση της αναισθησίας;

Στην πράξη εάν η επέμβαση είναι μακράς διάρκειας μπορεί να ξεπεράσει τη διάρκεια δράσης του τοπικού αναισθητικού. Η επανάληψη των δόσεων των οπιοειδών θα μπορούσε να προκαλέσει απόφραξη στον ασθενή που έχει υπνική άπνοια και να παρατείνει το χρόνο ανάνηψης. Επιπλέον εάν υπάρξουν επιπλοκές στην χειρουργική τομή μπορεί να παρουσιαστεί αιμορραγία και να είναι απαραίτητη η χρήση της διαθερμίας.

Η προσδοκία του ασθενούς για άμεση αποχώρηση μετά την επέμβαση επηρεάζει το σχέδιο της αναισθησίας;

Η προσδοκία της επιτάχυνσης της ανάνηψης μπορεί να μην είναι εφικτή εάν ο ασθενής χρειαστεί γενική αναισθησία ή σημαντικές ποσότητες οπιούχων.

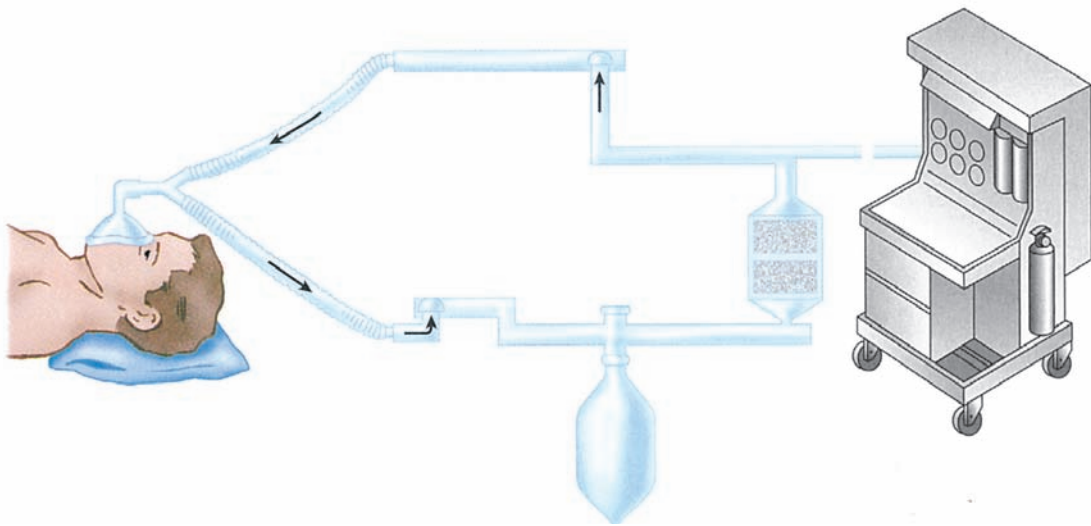
Η Αμερικανική Εταιρεία Αναισθησιολόγων (ASA) έχει δημοσιεύσει μία πρακτική συμβουλευτική οδηγία για την ασφαλή μετεγχειρητική εκτίμηση και ανάνηψη των ασθενών με αποφρακτική υπνική άπνοια. Βλέπε διαδικτυακή διεύθυνση.

Τι θα κάνετε εάν ο χειρουργός θεωρήσει ότι ο προβληματισμός σας είναι υπερβολικός;

Η πρώτη και πιο αποτελεσματική μέθοδος για την αντιμετώπιση μιας διαφωνίας είναι να επικοινωνήσει ο αναισθησιολόγος τις ανησυχίες του στον χειρουργό. Εάν αυτό αποτύχει η επέμβαση δεν θα πρέπει να πραγματοποιηθεί εφόσον ένα μέλος της ομάδας έχει αμφιβολία για την ασφάλεια του ασθενούς. Πολλές από τις οδηγίες και συστάσεις σχετικές με την ασφάλεια του ασθενούς που δημοσίευσε η ASA έχουν υιοθετηθεί από επιστημονικές εταιρίες όπως το Αμερικάνικο Κολλέγιο των Χειρουργών (ACS). Πριν συμβεί ένα ανάλογο περιστατικό ο αναισθησιολόγος θα πρέπει να γνωρίζει τις μεθόδους που έχει υιοθετήσει το συγκεκριμένο νοσοκομείο για την επίλυση παρόμοιων διαφωνιών.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Dorsch JA, Dorsch SE: *Understanding Anesthesia Equipment*, 5th ed. Williams & Wilkins, 2008. A detailed discussion of compressed gases and medical gas delivery systems.
- Macdonald MR, Wong A, Walker P, Crysedale WS: Electrocautery-induced ignition of tonsillar packing. *J Otolaryngol* 1994;23:426. An examination of factors that can decrease the risk of airway fire including lower oxygen concentration (using a cuffed tracheal tube), completely soaked tonsil packs, and avoidance



ΕΙΚΟΝΑ 3-1. Η σχέση ασθενούς, αναισθησιολογικού συστήματος και μηχανήματος αναισθησίας.

κεφαλής και του λαιμού. Η εμφύσηση οξυγόνου και αέρα στο πρόσωπο του ασθενούς με υψηλή ροή (>10 l/min) λύνει το πρόβλημα χωρίς να αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς (Εικόνα 3-3). **1** Όταν κατά την εμφύσηση αερίων δεν εφαρμόζεται η προσωπίδα στο πρόσωπο του ασθενούς, δεν συμβαίνει επανεισπνοή των εκπνεόμενων αερίων. Ασφαλώς με αυτήν την τεχνική δεν ελέγχεται ο αερισμός και το εισπνεόμενο μείγμα περιέχει απροσδιόριστες ποσότητες ατμοσφαιρικού αέρα.

Η εμφύσηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διατηρήσει την οξυγόνωση του αρτηριακού αίματος κατά τη διάρκεια σύντομων περιόδων άπνοιας (π.χ. κατά τη διάρκεια βρογχοσκόπησης). Σε αυτή την περίπτωση αντί να γίνεται εμφύσηση αερίων στο πρόσωπο, το οξυγόνο κατευθύνεται στους πνεύμονες μέσα από έναν καθετήρα που τοποθετείται στην τραχεία.

ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ

Παρόλο που η αναισθησία ανοικτής σταγόνας δεν χρησιμοποιείται στη σύγχρονη ιατρική, η ιστορική της σημασία αλλά και η συνεχιζόμενη χρήση της στις αναπτυσσόμενες χώρες απαιτούν μία σύντομη περιγραφή της μεθόδου. Ένα έντονα πτητικό αναισθητικό – συνήθως αιθέρας ή αλοθάνιο – πέφτει με μορφή σταγόνων σε μία μάσκα καλυμμένη με γάζα (Schimmelbusch μάσκα) που εφαρμόζεται στο πρόσωπο του ασθενούς. Καθώς ο ασθενής εισπνέει, ο αέρας περνά μέσα από τη γάζα, εξατμίζει τον υγρό παράγοντα και μεταφέρει υψηλές συγκεντρώσεις του αναισθητικού στον ασθενή. Η εξατμηση μειώνει τη θερμοκρασία της μάσκας, προκαλώντας συμπύκνωση των υδατμών και πτώση στην πίεση ατμών του αναισθητικού (η πίεση ατμών είναι ανάλογη της θερμοκρασίας).

Μια σύγχρονη παραλλαγή της τεχνικής της ανοικτής σταγόνας χρησιμοποιεί εξατμιστήρες «draw-over», η λειτουργία των οποίων βασίζεται στις αναπνευστικές προσπάθειες του ασθενούς να «τραβήξει» («draw») αέρα μέσα από

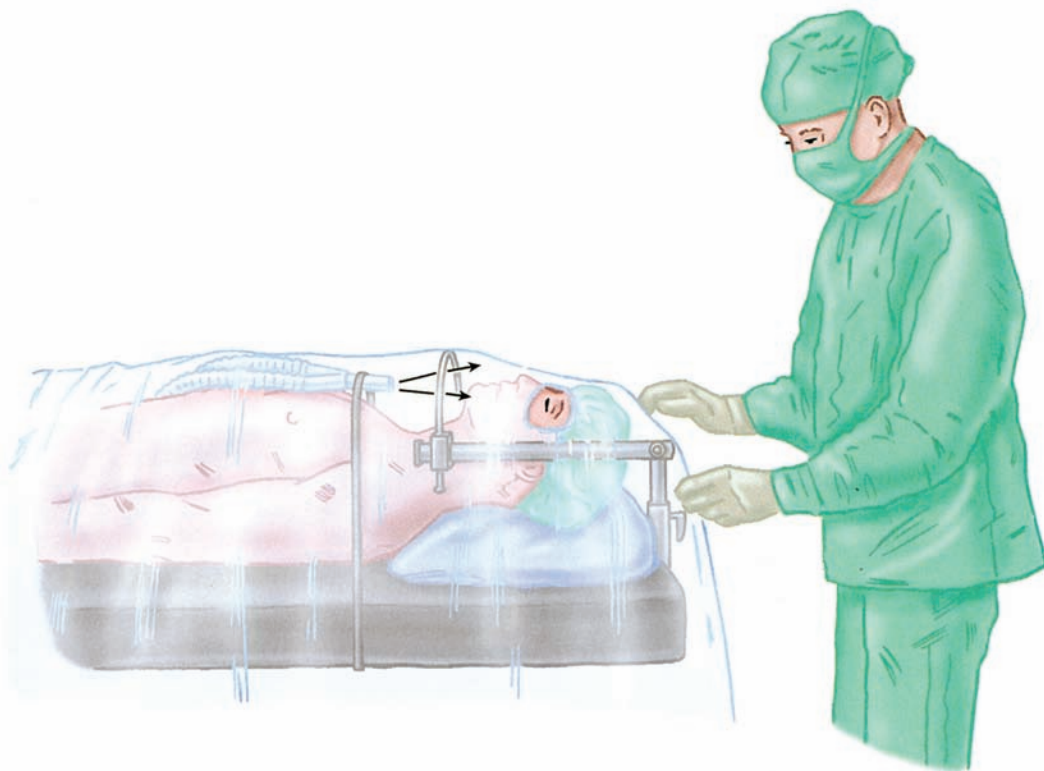
μια δεξαμενή εξατμησης. Η τεχνική αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καταστάσεις και τοποθεσίες στις οποίες δεν υπάρχουν συμπιεσμένα ιατρικά αέρια (π.χ. αναπτυσσόμενες χώρες και πεδία μάχης).

ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ «DRAW-OVER»

Οι συσκευές αναισθησίας «draw-over» έχουν κυκλώματα που εμποδίζουν την επανεισπνοή και χρησιμοποιούν τον περιβάλλοντα αέρα σαν αέριο-φορέα, αλλά, αν είναι διαθέσιμο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά και οξυγόνο. Παρά την απλότητα των συσκευών αυτών, οι συγκεντρώσεις του εισπνεόμενου ατμού και οξυγόνου είναι



ΕΙΚΟΝΑ 3-2. Εμφύσηση αναισθητικού στο πρόσωπο παιδιού κατά την εισαγωγή στην αναισθησία.



ΕΙΚΟΝΑ 3-3. Εμφύσηση οξυγόνου και αέρα κάτω από τα καλύμματα της κεφαλής.

προβλέψιμες και ελεγχόμενες. Οι συσκευές μπορούν να εξοπλιστούν με συνδετικά και εξαρτήματα που επιτρέπουν διαλείποντα αερισμό θετικής πίεσης (IPPV) και παθητική απομάκρυνση των άχρηστων αερίων ή συνεχή θετική πίεση αεραγωγών (CPAP) και θετική τελοεκπνευστική πίεση (PEEP).

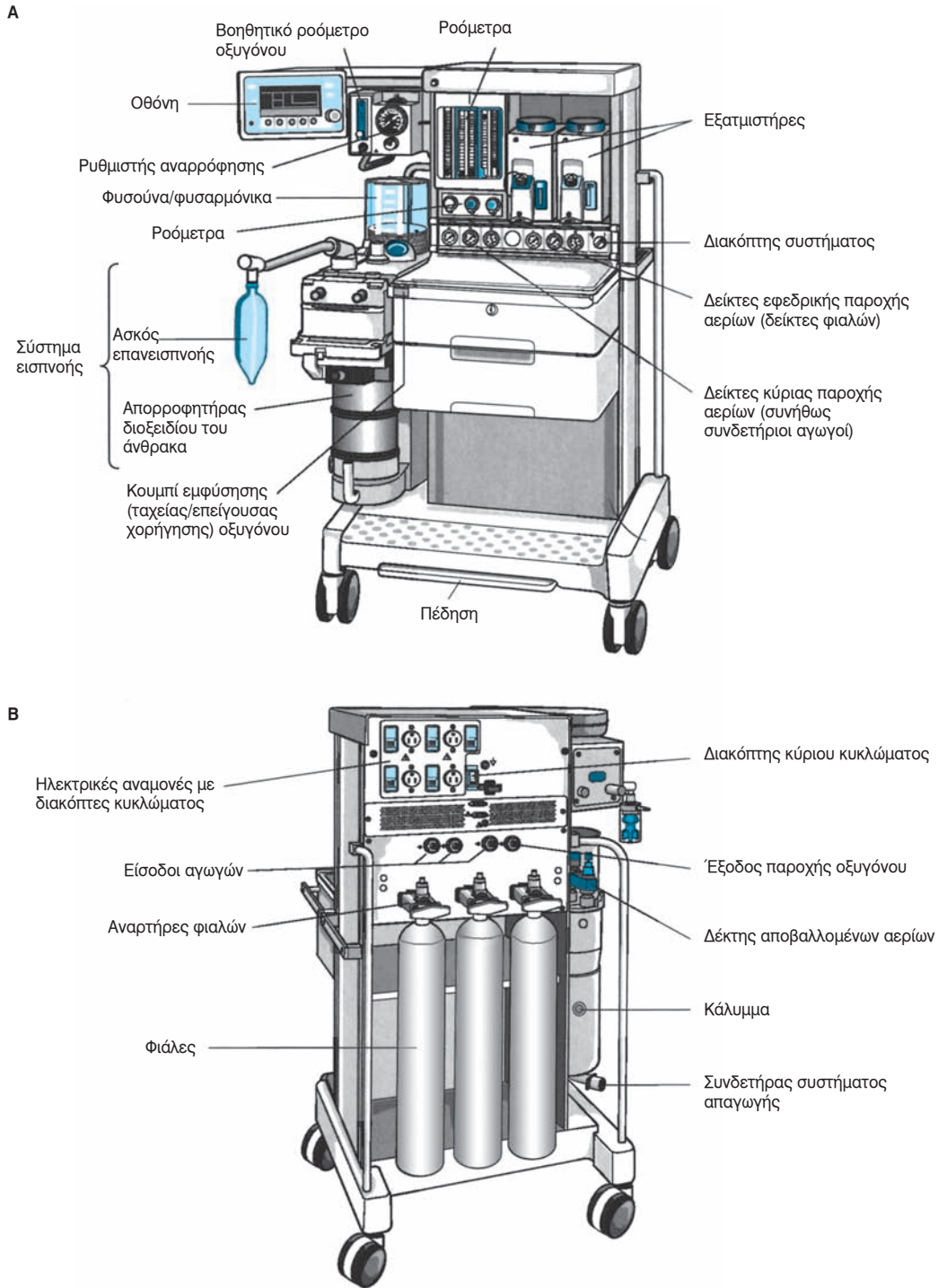
Στη βασικότερή του εφαρμογή (**Εικόνα 3-4**), ο αέρας διέρχεται από έναν εξατμιστήρα μικρης αντίστασης κατά την εισπνοή του ασθενούς. Οι ασθενείς που αναπνέουν τον αέρα του δωματίου και έναν πτητικό αλογονωμένο ?????? (το μονοξειδίο του αζώτου δεν χρησιμοποιείται ποτέ με αυτές τις συσκευές) συχνά εμφανίζουν κορεσμό οξυγόνου (SpO_2) <90%, κατάσταση που διορθώνεται με IPPV, συμπληρωματικό οξυγόνο ή και τα δύο. Η εισπνεόμενη συγκέντρωση οξυγόνου (FiO_2) μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση ενός ανοικτού σωλήνα αποθήκευσης περίπου 400 ml, συνδεδεμένου σε ένα σύστημα T στο εγγύς τμήμα του εξατμιστήρα. Σύμφωνα με το εύρος των κλινικών τιμών του όγκου και του ρυθμού αναπνοής, με ρυθμό ροής του οξυγόνου ίσο με 1 L/min έχουμε FiO_2 30-40%, ενώ με 4 L/min έχουμε 60-80%. Στην αγορά κυκλοφορούν αρκετά συστήματα draw-over με παρόμοιες ιδιότητες (**Πίνακας 3-1**).

Το βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων draw-over είναι η απλότητα και η φορητότητά τους και χρησιμοποιείται σε τοποθεσίες χωρίς πεπιεσμένα αέρια και αναπνευστήρας. Η παρουσία της βαλβίδας αποφυγή επανεισπνοής, της βαλβίδας PEEP και του φίλτρου του συστήματος κοντά στο κεφάλι του ασθενούς, καθιστά την τεχνική δύσχρηστη

σε χειρουργικές επεμβάσεις της κεφαλής και του λαιμού, καθώς και σε παιδιατρικά περιστατικά. Αν καλυφθεί το κεφάλι του ασθενούς, η βαλβίδα με επανεισπνοή καλύπτεται επίσης. Ο αρχικός σχεδιασμός του συστήματος draw-over τροποποιήθηκε πρόσφατα και περιλαμβάνει αυτοδιατεινόμενο ασκό, αναπνευστήρα και πιθανόν φίλτρο συγκράτησης θερμοκρασίας και υγρασίας. Παράδειγμα του draw-over συστήματος αποτελεί και το Ohmeda Universal Portable Anesthesia Complete (M-PAC).

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MAPLESON

Τα συστήματα εμφύσησης και ανοικτής σταγόνας έχουν διάφορα μειονεκτήματα, όπως είναι: ο ελλιπής έλεγχος της συγκέντρωσης του εισπνεόμενου αναισθητικού και του βάθους της αναισθησίας, η αδυναμία εφαρμογής υποβοηθούμενου ή ελεγχόμενου αερισμού, οι απώλειες των εκπνεομένων υδρατμών και της θερμοκρασίας, η δυσκολία στη διατήρηση του αεραγωγού κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων κεφαλής και τραχήλου και η ρύπανση του χειρουργείου με μεγάλους όγκους αποβαλλόμενων αερίων. Τα **συστήματα Mapleson** λύνουν μερικά από αυτά τα προβλήματα ενσωματώνοντας πρόσθετα εξαρτήματα (αναπνευστικούς σωλήνες, παροχές φρέσκων αερίων, βαλβίδες εκτόνωσης και αναπνευστικούς ασκούς) στο αναισθησιολογικό σύστημα. Η σχετική θέση αυτών των εξαρτημάτων καθορίζει την απόδοση του συστήματος και είναι η βάση για την ταξινόμηση κατά Mapleson (**Πίνακας 3-2**).



ΕΙΚΟΝΑ 4-1. Το σύγχρονο μηχάνημα αναισθησίας (Datex-Ohmeda Aestiva). **A:** Πρόσθια όψη. **B:** Οπίσθια όψη.

χείου και σύνδεση με εξωτερικά δίκτυα υπολογιστών καθώς και με το πληροφορικό σύστημα του νοσοκομείου (Εικόνα 4-4). Μερικά μηχανήματα είναι μετακινούμενα και συμβατά με μαγνητικό τομογράφο.

ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΙΩΝ

Τα περισσότερα μηχανήματα διαθέτουν υποδοχές για οξυγόνο, υποξείδιο του αζώτου και αέρα. Τα συμβατικά συμπαγή (compact) μοντέλα πολλές φορές δεν διαθέτουν υποδοχή αέρα, ενώ άλλα μηχανήματα μπορεί να διαθέτουν και τέταρ-

Πίνακας 4-1. Βασικά χαρακτηριστικά ασφαλείας σε ένα σύγχρονο μηχάνημα αναισθησίας.

Βασικά Χαρακτηριστικά	Σκοπός
Συνδέσεις αγωγών ειδικές για κάθε αέριο (DISS ¹) με ενδείξεις πίεσης, φίλτρα και βαλβίδες ελέγχου	Η πρόληψη εσφαλμένων συνδέσεων· η ανίχνευση ένδειας αερίου ή διακύμανσής του.
Σύστημα ασφαλείας με πίρους για κυλίνδρους με μετρητές πίεσης και τουλάχιστον έναν κύλινδρο οξυγόνου	Προλαμβάνουν την εσφαλμένη τοποθέτηση των κυλίνδρων. Εφεδρική παροχή, ανίχνευση ένδειας αερίου
Συναγερμός χαμηλής πίεσης οξυγόνου	Ανίχνευση ανεπαρκούς παροχής οξυγόνου κατά την κοινή είσοδο των αερίων
Μηχανισμός ελέγχου του ελαχίστου λόγου οξυγόνου/ υποξειδίου του αζώτου (φρουρός υποξίας)	Πρόληψη χορήγησης οξυγόνου σε χαμηλή συγκέντρωση <21%
Μηχανισμός ασφαλείας σε περίπτωση διακοπής του οξυγόνου (μηχανισμός κλεισίματος ή αναλογικής κατανομής)	Πρόληψη χορήγησης υποξειδίου του αζώτου ή άλλων αερίων, όταν η παροχή οξυγόνου ανεπαρκεί
Υποχρεωτική είσοδος του οξυγόνου μετά τα άλλα αέρια	Πρόληψη υποξίας σε περίπτωση κεντρικής διαφυγής αερίου
Παρακολούθηση συγκέντρωσης οξυγόνου και συναγερμός	Πρόληψη χορήγησης υποξικού μείγματος αερίου σε περίπτωση διαρροής από το σύστημα χαμηλής πίεσης, ακριβής ρύθμιση της συγκέντρωσης οξυγόνου
Αυτόματη ενεργοποίηση συστημάτων συναγερμού και παρακολούθησης (π. χ. συγκέντρωσης οξυγόνου)	Αποφυγή χρήσης του μηχανήματος χωρίς την απαραίτητη παρακολούθηση (monitors)
Μηχανισμός προσαρμογής εξατμιστήρα	Πρόληψη της ταυτόχρονης χορήγησης περισσότερων του ενός πτητικών αναισθητικών
Καпноγραφία και μέτρηση αναισθητικού αερίου	Επιβεβαίωση αερισμού, πρόληψη υπερδοσολογίας αναισθητικού αερίου, συμβολή στην ελάττωση της επαγρύπνησης
Μηχανισμός ταχείας χορήγησης οξυγόνου (χωρίς δίοδο από τους εξατμιστήρες)	Ταχεία επαναπλήρωση του αναπνευστικού κυκλώματος
Σύστημα συναγερμού και παρακολούθησης της πίεσης του αναπνευστικού συστήματος	Πρόληψη πνευμονικού βαροτραύματος και ανίχνευση εμμένουσας θετικής υψηλής ανώτερης ή αρνητικής πίεσης αεραγωγών.
Παρακολούθηση εκπνεόμενου όγκου	Εκτίμηση του αερισμού και πρόληψη υπο- ή υπεραερισμού
Παλμική οξυμετρία, πίεση αίματος και παρακολούθηση ΗΚΓ	Εφαρμογή του ελάχιστου monitoring ασφαλείας. Παροχή της ελάχιστης απαραίτητης παρακολούθησης
Μηχανικός αναπνευστήρας	Έλεγχος του κυψελιδικού αερισμού με μεγαλύτερη ακρίβεια και κατά τη διάρκεια μυϊκής παράλυσης για μεγάλη διάρκεια.
Εφεδρική μπαταρία	Προσωρινή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (>30 min) σε θόνοε παρακολούθησης και συναγερμούς σε περίπτωση πτώσης τάσης του ρεύματος
Σύστημα απαγωγής αερίων	Πρόληψη μόλυνσης της αίθουσας χειρουργείου από τα αποβαλλόμενα αναισθητικά αέρια.

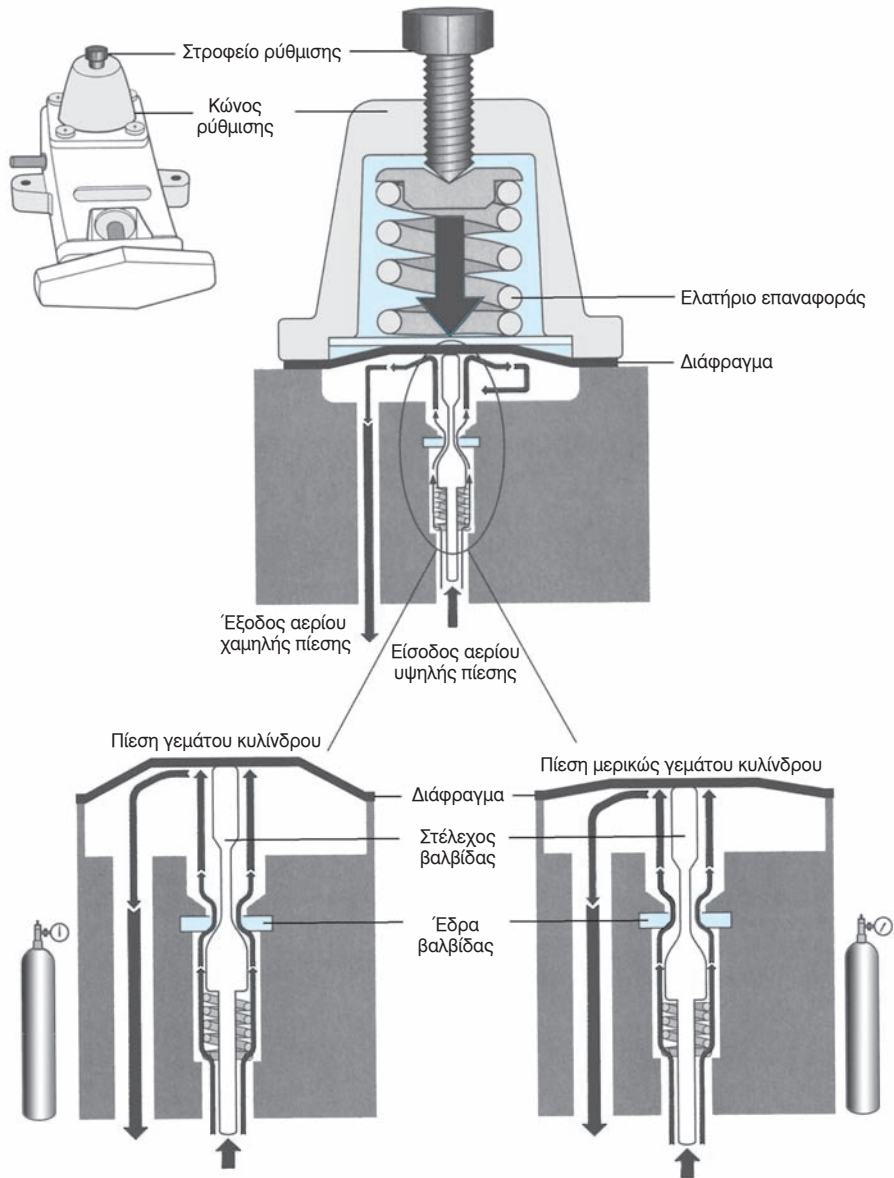
¹DISS, σύστημα ασφαλείας δείκτη διαμέτρου

τη υποδοχή για ήλιο, heliox (ήλιο-οξυγόνο) ή διοξείδιο του άνθρακα. Χωριστές υποδοχές υπάρχουν για τις κεντρικές παροχές αερίων του νοσοκομείου και για τους κυλίνδρους αερίων. Γι' αυτό και τα μηχανήματα έχουν δύο μετρητές πίεσης στις υποδοχές των αερίων: έναν για την πίεση των κεντρικών αγωγών και έναν για την πίεση των κυλίνδρων (φιαλών).

Υποδοχείς των κεντρικών αγωγών

Η χορήγηση του οξυγόνου, του υποξειδίου του αζώτου και συχνά του αέρα γίνεται από το κεντρικό σύστημα παροχής προς την αίθουσα του χειρουργείου, μέσω ενός συστήματος αγωγών (Κεφάλαιο 2). Οι σωλήνες φέρουν χρωματικό κώδικα και συνδέονται στο μηχάνημα αναισθησίας διαμέσου ενός συστήματος ασφαλείας δείκτη διαμέτρου (DISS)

που εμποδίζει την εσφαλμένη προσάρτηση του σωλήνα. Η αδυναμία λανθασμένης σύνδεσης επιτυγχάνεται με την κατασκευή της διαμέτρου του στομίου και της θηλής ειδικού μεγέθους για κάθε αέριο. Ένας ηθμός βοηθά στη συγκράτηση τυχόν φερτού υλικού από την κεντρική παροχή και μια μονόδρομη βαλβίδα εμποδίζει την παλινδρόμηση των αερίων στην κεντρική παροχή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μερικά μηχανήματα έχουν δυνατότητα λειτουργίας με πεπιεσμένο οξυγόνο που χρησιμοποιείται για την εκκίνηση του αναπνευστήρα ή παρέχουν επικουρικό ροόμετρο οξυγόνου. Το σύστημα ασφαλείας DISS εφαρμόζει με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, τόσο στην υποδοχή του οξυγόνου όσο και στην έξοδο του συστήματος πεπιεσμένου οξυγόνου και χρειάζεται προσοχή, ώστε η μια σύνδεση να μην χρησιμοποιηθεί εκ παραδρομής στη θέση της άλλης.

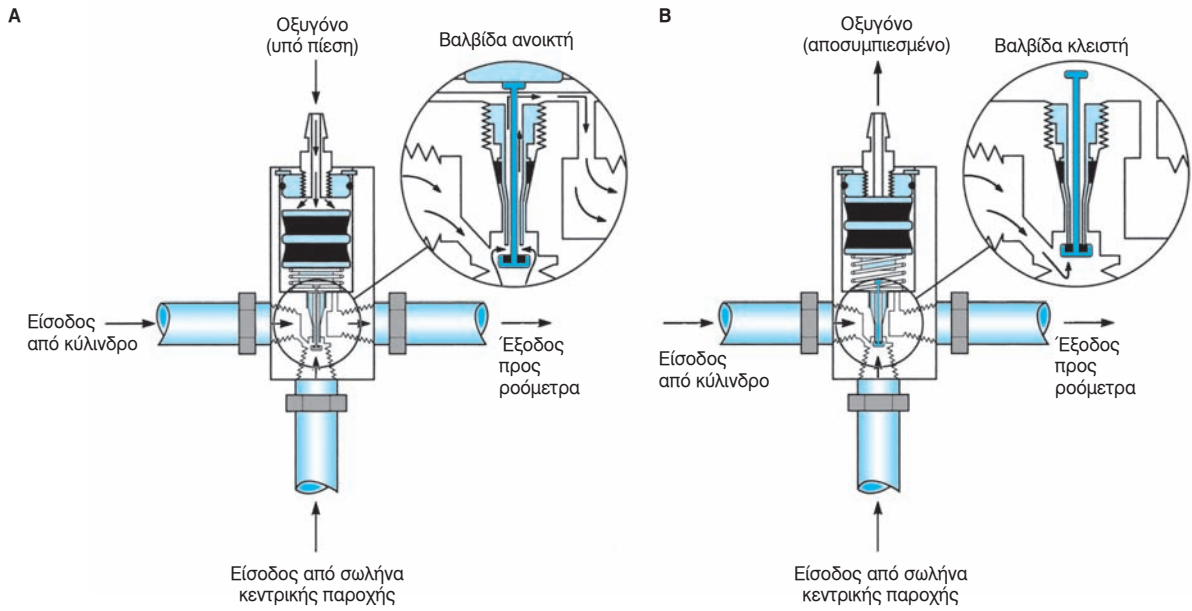


ΕΙΚΟΝΑ 4-6. Ρυθμιστής εισόδου του κυλίνδρου.

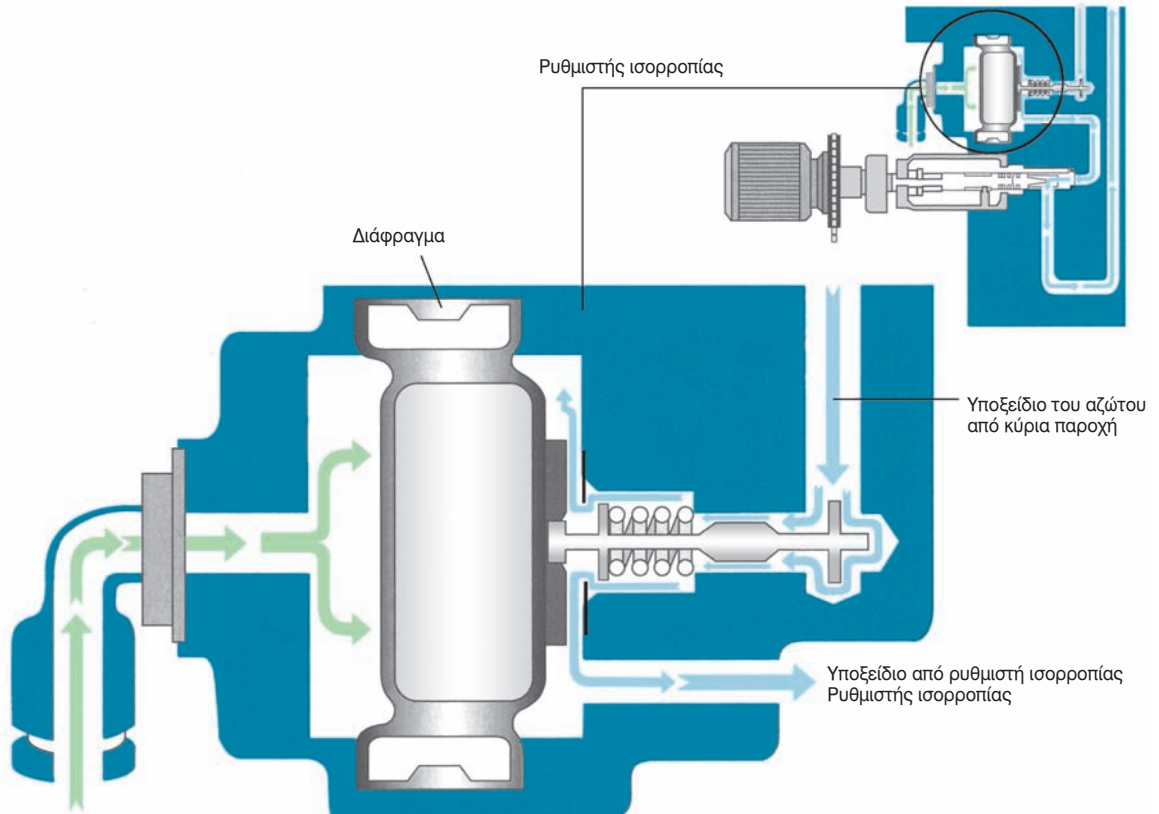
ροής του αερίου πραγματοποιείται ηλεκτρονικά με σωλήνες Thorpe (Draeger 6400) και ψηφιακά (Draeger Fabius GS) ή με ψηφιακές/γραφικές απεικονίσεις (Datex-Ohmeda S/5 ADU, βλ [Εικόνα 4-13](#)). Το μέγεθος της πτώσης πίεσης που προκαλείται από έναν περιορισμό της ροής είναι η βάση για τον προσδιορισμό του ρυθμού ροής του αερίου σε αυτά τα συστήματα. Σε αυτά τα μηχανήματα, υπάρχουν ξεχωριστές ηλεκτρονικές συσκευές για τη μέτρηση του οξυγόνου, του υποξειδίου του αζώτου και του αέρα στο τμήμα ελέγχου της ροής, προτού τα αέρια αναμιχθούν μεταξύ τους. Τα ηλεκτρονικά ροόμετρα είναι απαραίτητα στοιχεία σε σταθμούς αναισθησίας όπου τα δεδομένα των ροών των αερίων συλλέγονται αυτόματα στο ηλεκτρονικό διάγραμμα αναισθησίας.

A. Ελάχιστη ροή οξυγόνου

Οι βαλβίδες ροής οξυγόνου είναι συνήθως έτσι σχεδιασμένες, ώστε να χορηγούν μια ελάχιστη ροή της τάξης των 150 ml/min, όταν το μηχανήμα της αναισθησίας αρχίσει τη λειτουργία του. Μια μέθοδος περιλαμβάνει τη χρήση ενός αντιστάτη ελάχιστης ροής ([Εικόνα 4-14](#)). Αυτή η δικλείδα ασφαλείας βοηθάει στο να εξασφαλιστεί ότι κάποια ποσότητα οξυγόνου εισέρχεται στο αναπνευστικό κύκλωμα, ακόμα και αν ο χειριστής ξεχάσει να ανοίξει τη ροή οξυγόνου. Μερικά μηχανήματα είναι έτσι σχεδιασμένα, ώστε να χορηγούν ελάχιστη ροή ή αναισθησία σε χαμηλές ροές (<1 l/min) και να έχουν ελάχιστη ροή οξυγόνου της τάξης των 5 0ml/min (π.χ. Datex-Ohmeda Aestiva/5).



ΕΙΚΟΝΑ 4-7. Σύστημα προστασίας σε περίπτωση ανεπαρκούς παροχής οξυγόνου (OFPD). **A:** Ανοικτό, **B:** Κλειστό.



ΕΙΚΟΝΑ 4-8. Ρυθμιστής ισορροπίας Datex-Ohmeda.

γησης οξυγόνου (Datex-Ohmeda) μαζί με κάποιες τροποποιήσεις στον σχεδιασμό στις νεότερες μονάδες περιορίζουν την εμφάνιση μερικών από αυτά τα προβλήματα. Οι εξατμιστήρες αντισταθμίζουν αυτόματα τις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. μεταβολές υψομέτρου).

Δ. Ηλεκτρονικοί εξατμιστήρες

Οι ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι εξατμιστήρες πρέπει να χρησιμοποιούνται για το δεσφλουρανίο, ενώ σε μερικά εξελιγμένα μηχανήματα αναισθησίας (π.χ. Dratex-Ohmeda S/5 ADU) χρησιμοποιούνται και για όλα τα πτητικά αναισθητικά.

1. Εξατμιστήρες δεσφλουρανίου—Η πίεση ατμών του δεσφλουρανίου είναι τόσο υψηλή, που στο επίπεδο της θάλασσας, σχεδόν βράζει στη θερμοκρασία δωματίου (Εικόνα 4-15). Αυτή η υψηλή πτητικότητα, σε συνδυασμό με μια ισχύ περίπου πέντε φορές μικρότερη από άλλα πτητικά αναισθητικά, προκαλεί ιδιαίτερα προβλήματα κατά τη χορήγησή του. Πρώτον, κατά την εξάτμιση που απαιτείται για τη γενική αναισθησία, η ψύξη που παράγεται είναι τόσο υψηλή, που υπερβιβάνει τη δυνατότητα των συμβατικών εξατμιστήρων να διατηρούν σταθερή θερμοκρασία. Δεύτερον, εξαιτίας της υπερβολικά μεγάλης ποσότητας αναισθητικού που εξατμίζεται, θα ήταν αναγκαία μία πολύ μεγάλη ποσότητα φρέσκων αερίων για να αραιωθεί το αέριο φορέας σε κλινικά χρήσιμες συγκεντρώσεις. Εξαιτίας αυτών των προβλημάτων αναπτύχθηκαν ειδικοί τύποι εξατμιστήρα για το δεσφλουρανίο, οι Tec 6, Tec 6 + και ο D-Tech (εξατμιστήρας θερμαινόμενης μείξης). Μία δεξαμενή η οποία περιέχει δεσφλουρανίο (κάρτερ δεσφλουρανίου) θερμαίνεται ηλεκτρικά μέχρι τους 39°C, πολύ πάνω από το σημείο βρασμού δημιουργώντας έτσι πίεση ατμών της τάξης των 2 ατμοσφαιρών. Σε αντίθεση με τους εξατμιστήρες μεταβλητής παράκαμψης τα φρέσκα αέρια δεν διέρχονται από τη δεξαμενή του δεσφλουρανίου, αλλά οι καθαροί ατμοί του δεσφλουρανίου συναντούν τα φρέσκα αέρια πριν αυτά εξέλθουν από τον εξατμιστήρα (Εικόνα 4-20). Η ποσότητα ατμών του δεσφλουρανίου που απελευθερώνεται εξαρτάται από την επιλογή στη στρόφιγγα ελέγχου, όπως και από τη ροή των φρέσκων αερίων. Ο Tec 6+ διατηρεί σταθερή τη συγκέντρωση δεσφλουρανίου, παρά το μεγάλο εύρος διαφορετικών ροών των φρέσκων αερίων. Ωστόσο, δεν μπορεί να αντirroπήσει αυτόματα την άνοδο σε υψόμετρο. Η μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης (π.χ. σε μεγάλο υψόμετρο) δεν επηρεάζει τη συγκέντρωση του αναισθητικού που χορηγείται στον ασθενή, αλλά μειώνει τη μερική του πίεση. Έτσι, σε μεγάλα υψόμετρα, ο αναισθησιολόγος θα πρέπει να ρυθμίσει πλέον χειροκίνητα τη συγκέντρωση του δεσφλουρανίου (με τη στρόφιγγα ελέγχου), έτσι ώστε να διατηρεί την επιθυμητή μερική πίεση.

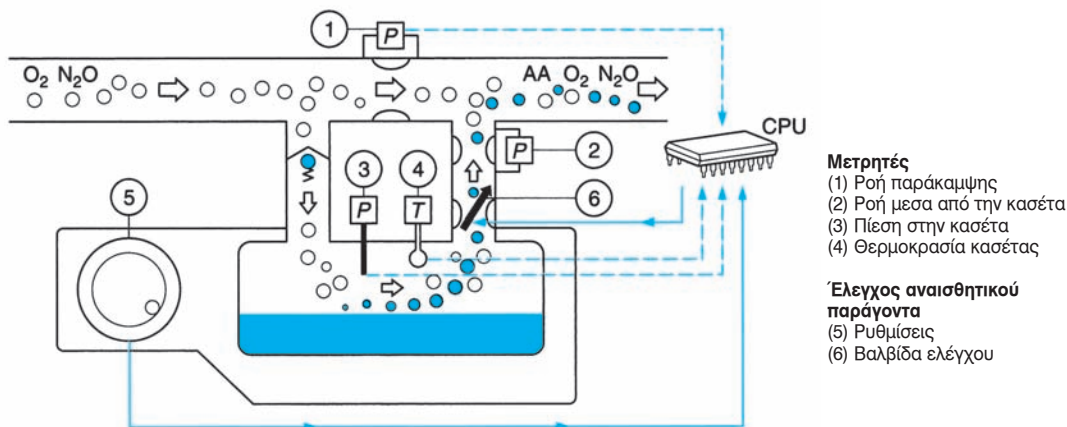
2. Εξατμιστήρες με κασέτες Aladin—Αυτός ο εξατμιστήρας έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται μαζί με το μηχανήμα Datex-Ohmeda S/5 ADU και παρόμοια μηχανήματα. Η ροή του αερίου από το σημείο ελέγχου διαιρείται σε δύο μέρη: στη ροή παράκαμψης και στη ροή μέσα από την ειδική δεξαμενή πάνω από την υγρή φάση των πτητικών αναισθητικών (Εικόνα 4-18). Το τελευταίο αυτό ποσό του αερίου οδηγείται σε μια ειδική για το συγκεκριμένο αέριο κασέτα, που φέρει χρωματικό κώδικα (κασέτα Aladin). Εκεί το πτητικό αναισθητικό εξατμίζεται. Το μηχανήμα δέχεται

μόνο μία κασέτα τη φορά και αναγνωρίζει την κασέτα με μαγνητική σήμανση. Η κασέτα δεν περιέχει κανέναν δίαυλο παράκαμψης. Γι' αυτό, σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς εξατμιστήρες, το υγρό αναισθητικό δεν μπορεί να διαφύγει κατά τη διάρκεια των χειρισμών και η κασέτα μπορεί να μεταφερθεί σε οποιαδήποτε θέση. Αφού εγκαταλείψει την κασέτα, το κορεσμένο πλέον σε ατμούς αναισθητικό υγρό της ειδικής δεξαμενής συναντά το αέριο από την παρακαμπτήρια οδό προτού οδηγηθεί στην έξοδο φρέσκων αερίων. Μία βαλβίδα αποκλεισμού κοντά στην παρακαμπτήρια ροή βοηθά στην προσαρμογή του φρέσκου αερίου που διέρχεται από την κασέτα. Η ρύθμιση της αναλογίας ανάμεσα στη ροή παράκαμψης και τη ροή από την ειδική δεξαμενή μεταβάλλει τη συγκέντρωση του πτητικού αναισθητικού που χορηγείται στον ασθενή. Στην πράξη, ο κλινικός μεταβάλλει τη συγκέντρωση περιστρέφοντας τη στρόφιγγα, η οποία και λειτουργεί ως ψηφιακό ποτενσιόμετρο. Με τη βοήθεια του λογισμικού ορίζεται η επιθυμητή συγκέντρωση φρέσκου αερίου, σύμφωνα τον αριθμό των παλμών εξόδου από τη στρόφιγγα. Αισθητήρες στην κασέτα μετρούν την πίεση και τη θερμοκρασία, καθορίζοντας με αυτόν τον τρόπο τη συγκέντρωση του αναισθητικού παράγοντα στο αέριο που εγκαταλείπει την κασέτα. Η σωστή ροή στην ειδική δεξαμενή του υγρού αναισθητικού υπολογίζεται με βάση την επιθυμητή συγκέντρωση των φρέσκων αερίων και την καθορισμένη συγκέντρωση του αερίου στην κασέτα.

Κοινή έξοδος (φρέσκων) αερίων

Ενώ υπάρχουν πολλές είσοδοι αερίων, το μηχανήμα αναισθησίας διαθέτει μία μόνο κοινή έξοδο, που διανέμει το αέριο στο αναπνευστικό κύκλωμα. Ο όρος έξοδος φρέσκων αερίων χρησιμοποιείται επίσης συχνά, επειδή η έξοδος τροφοδοτεί το κυκλικό σύστημα με νέες ποσότητες αερίου, του οποίου η συγκέντρωση είναι γνωστή και προκαθορισμένη. Σε αντίθεση με άλλα μοντέλα, μερικά νεότερα μηχανήματα αναισθησίας μετρούν και καταγράφουν τη ροή των αερίων στην κοινή έξοδο (Ohmeda-DatexS/5 ADU και Narcomed 6400). Χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός αντι-σύνδεσης προκειμένου να αποφευχθεί η εκ παραδρομής αποσύνδεση της μάνικας της κοινής εξόδου, η οποία και συνδέει το μηχανήμα με το αναπνευστικό κύκλωμα.

Η βαλβίδα επείγουσας παροχής οξυγόνου παρέχει υψηλή ροή οξυγόνου (35-55 l/min) απευθείας στην κοινή έξοδο των αερίων, παρακάμπτοντας τα ροόμετρα και τους εξατμιστήρες. Χρησιμοποιείται για την ταχεία ή επείγουσα επαναπλήρωση του αναπνευστικού κυκλώματος, αλλά επειδή η πίεση του παρεχόμενου οξυγόνου μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 45-55 psig, υπάρχει σοβαρό ενδεχόμενο βαροτραύματος. Για τον λόγο αυτό, η βαλβίδα επείγουσας χορήγησης οξυγόνου θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή οποτεδήποτε ένας ασθενής συνδέεται στο αναπνευστικό κύκλωμα. Επιπλέον η κακή χρήση της βαλβίδας επείγουσας χρήσης του οξυγόνου (ή όταν κολλήσει η βαλβίδα) μπορεί να προκαλέσει ανάδρομη ροή αερίων στο χαμηλής πίεσης σύστημα και αραιώση του εισπνεόμενου αναισθητικού. Μερικά μηχανήματα χρησιμοποιούν έναν ρυθμιστή δευτέρου επιπέδου με σκοπό τη μείωση της πίεσης ταχείας χορήγησης σε χαμηλότερο επίπεδο. Ένας προστατευτικός δακτύλιος γύρω από



ΕΙΚΟΝΑ 4-18. Σχηματική αναπαράσταση του ηλεκτρονικού εξατμιστήρα Datex-Ohmeda.

το κομβίο ταχείας χορήγησης περιορίζει την πιθανότητα ακούσιας ενεργοποίησης. Τα μηχανήματα αναισθησίας (π.χ. Datex-Ohmeda Aestiva/5) μπορεί να έχουν μια προαιρετική επικουρική κοινή έξοδο που ενεργοποιείται με τον αντίστοιχο διακόπτη. Χρησιμοποιείται κυρίως για το κύκλωμα χαμηλής πίεσης (βλ. Έλεγχος μηχανήματος).

ΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

Το αναπνευστικό σύστημα που χρησιμοποιείται συχνότερα στα μηχανήματα αναισθησίας είναι το κυκλικό κλειστό σύστημα (Εικόνα 4-19). Κάποιες φορές χρησιμοποιείται το κύκλωμα Bain. Τα συστατικά και η χρήση του κυκλικού συστήματος έχουν παρουσιαστεί προηγουμένως. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η σύνθεση του αερίου στην κοινή έξοδο αερίων μπορεί να ελεγχθεί με ταχύτητα και ακρίβεια μετά από προσαρμογές στα ροόμετρα και στους εξατμιστήρες.

Αντίθετα, η σύνθεση του αερίου, ειδικά η συγκέντρωση του πτητικού αναισθητικού, στο αναπνευστικό κύκλωμα επηρεάζεται σημαντικά και από άλλους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της πρόσληψης του αναισθητικού από τους πνεύμονες του ασθενούς, τον κατά λεπτό αερισμό και την παρουσία διαφυγής αερίου. Η χρήση υψηλών ροών κατά τη διάρκεια της εισαγωγής στην αναισθησία και κατά την ανάνηψη περιορίζει τις επιπτώσεις αυτών των μεταβλητών και μπορεί να ελαττώσει το εύρος των αποκλίσεων ανάμεσα στη συγκέντρωση στην έξοδο των φρέσκων αερίων και στις συγκεντρώσεις στο κυκλικό σύστημα (Κεφ 3). Η μέτρηση της συγκέντρωσης στα εισπνεόμενα και στα εκπνεόμενα αέρια διευκολύνει επίσης κατά πολύ τη διαχείριση της αναισθησίας.

Στα περισσότερα μηχανήματα, η κοινή έξοδος των αερίων είναι ενσωματωμένη στο αναπνευστικό κύκλωμα, αμέσως μετά τη βαλβίδα εκποής, έτσι ώστε να αποσβούνται τεχνητά υψηλές μετρήσεις εκπνεόμενων όγκων. Όταν οι ενδείξεις του σπιρόμετρου προέρχονται από το συνδεδεμένο τύπου Y, ποσότητα φρέσκου αερίου μπορεί να εισέλθει στο κύκλωμα από την πλευρά του ασθενούς στην εισπνευστική βαλβίδα (Datex-Ohmeda s/5 ADU). Αυτό το τελευταίο προάγει την αποβολή του CO₂ και μπορεί να βοηθήσει στο να ελαττωθεί ο ρυθμός εξουδετέρωσης της νατρασβέστου.

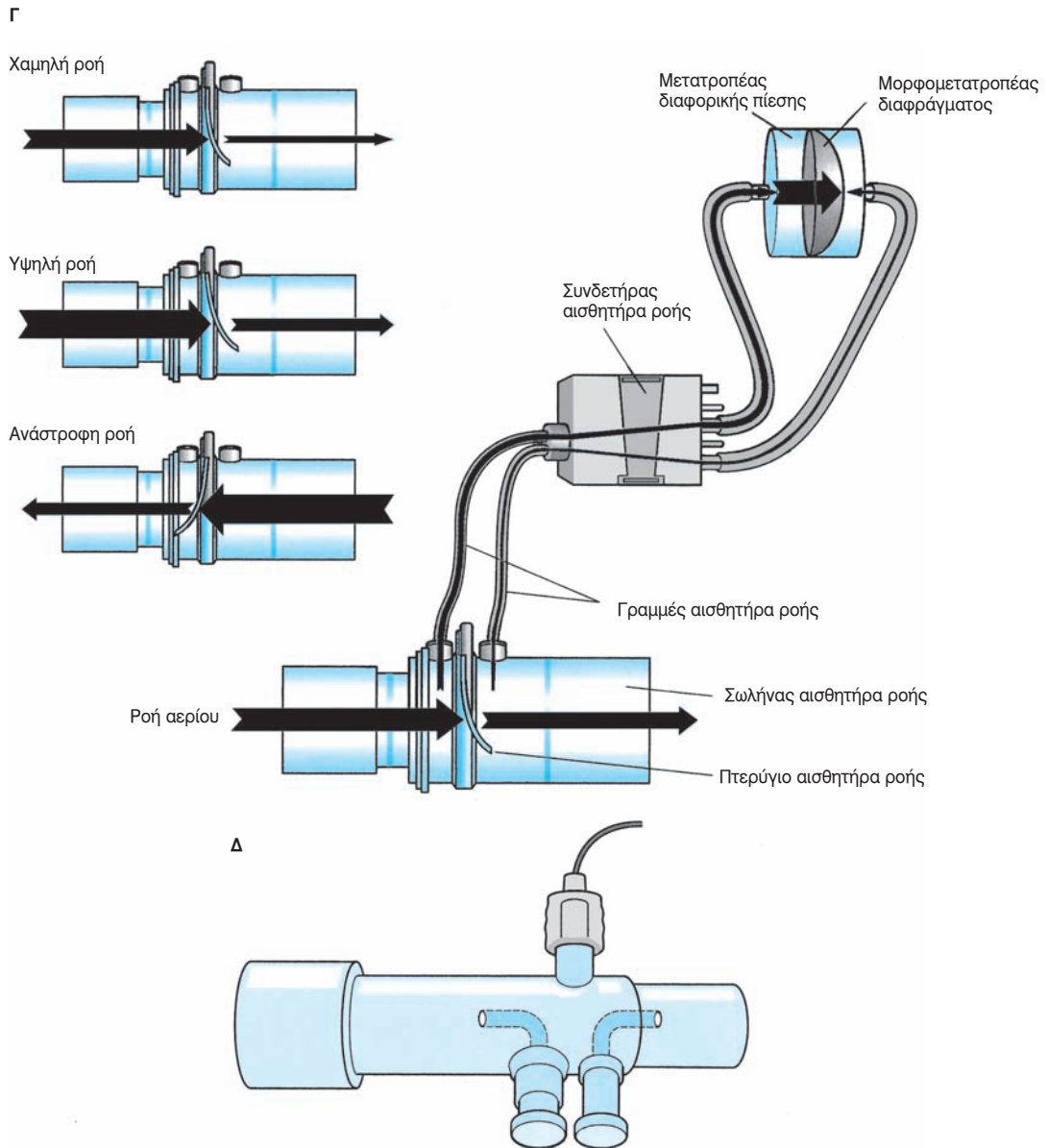
Στα περισσότερα από τα νεότερα μηχανήματα αναισθησίας, τα στοιχεία του αναπνευστικού κυκλώματος είναι ενσωματωμένα (Εικόνα 4-20). Στα πλεονεκτήματα του σχεδιασμού αυτού περιλαμβάνονται η μειωμένη πιθανότητα εσφαλμένης σύνδεσης του αναπνευστικού κυκλώματος ή αποσύνδεσής του, καθώς και η μειωμένη πιθανότητα διαφυγής και κάμψης των σωληνώσεων. Ο μικρότερος όγκος του συμβατικού compact μηχανήματος βοηθά επίσης στη διατήρηση της ροής του αερίου και των πτητικών αναισθητικών, ενώ επιτρέπει ταχύτερες μεταβολές στη συγκέντρωση του αερίου εντός του αναπνευστικού κυκλώματος. Η εσωτερική θέρμανση της συσκευής μπορεί να περιορίσει την παρουσία υγρασίας.

Αναλυτές οξυγόνου

Δεν θα πρέπει ποτέ να χορηγείται γενική αναισθησία χωρίς έναν αναλυτή οξυγόνου στο αναπνευστικό κύκλωμα. **Τρεις τύποι αναλυτή οξυγόνου είναι διαθέσιμοι: πολυρογραφικοί (ηλεκτρόδιο Clark), γαλβανικοί (ενεργειακά κύτταρα –fuel cells) και παραμαγνητικοί.** Οι πρώτες δύο τεχνικές χρησιμοποιούν ηλεκτροχημικούς αισθητήρες που περιέχουν καθοδικά και ανοδικά ηλεκτρόδια εμβαπτισμένα σε γέλη ηλεκτρολυτών. Τα ηλεκτρόδια χωρίζονται από το δείγμα του αερίου με μια οξυγόνο-διαπερατή μεμβράνη (συνήθως από Teflon). Καθώς το οξυγόνο αντιδρά με τα ηλεκτρόδια, δημιουργείται ρεύμα ανάλογο προς τη μερική πίεση του οξυγόνου στο δείγμα του αερίου. Οι γαλβανικοί και οι πολυρογραφικοί αισθητήρες διαφέρουν ως προς τη σύνθεση των ηλεκτροδίων τους και της ηλεκτρολυτικής γέλης. Τα συστατικά του γαλβανικού κυττάρου είναι ικανά να παράσχουν αρκετή χημική ενέργεια, ώστε η αντίδραση να μην απαιτεί εξωτερική πηγή ενέργειας.

Αν και το αρχικό κόστος των παραμαγνητικών αισθητήρων είναι υψηλότερο συγκριτικά με το κόστος των ηλεκτροχημικών αισθητήρων, οι παραμαγνητικές συσκευές αυτόβαθμονομούνται και δεν περιέχουν αναλώσιμα τμήματα. Επιπλέον, ο χρόνος αντίδρασής τους είναι αρκετά γρήγορος, ώστε να διαφοροποιούνται οι συγκεντρώσεις οξυγόνου στο εισπνεόμενο και το εκπνεόμενο αέριο.

Όλοι οι αναλυτές οξυγόνου θα πρέπει να έχουν συνα-



ΕΙΚΟΝΑ 4-21. Γ: Ροόμετρο ποικίλου διαμετρήματος (Datex –Ohmeda). Δ: Ροόμετρο συγκεκριμένου διαμετρήματος (σωλήνας Pitot). (συνεχίζεται)

προκειμένου οι ενδείξεις του ροομέτρου να προσαρμόζονται στις μεταβολές της πυκνότητας και της γλοιότητας.

Πίεση κυκλώματος

Ένα μανόμετρο ή ένας ηλεκτρονικός αισθητήρας χρησιμοποιείται πάντα για τη μέτρηση των πιέσεων του αναισθησιολογικού συστήματος κάπου ανάμεσα στην εισπνευστική και εκπνευστική μονόδρομη βαλβίδα. Η ακριβής του θέση εξαρτάται από το μοντέλο του μηχανήματος. Οι πιέσεις στο σύστημα αντανακλούν συνήθως τις πιέσεις των αεραγωγών όταν αυτές μετρώνται όσο πλησιέστερα γίνεται στον αεραγωγό του ασθενούς. Οι πιο ακριβείς μετρήσεις προέρχονται από τη σύνδεση Υ (π.χ. αισθητήρες D-lite και Pedi-

lite). **6** Αύξηση στην πίεση των αεραγωγών μπορεί να σημαίνει επιδείνωση της ενδοτικότητας των πνευμόνων, αύξηση του αναπνεόμενου όγκου ή κάποια απόφραξη στο αναπνευστικό κύκλωμα, τον τραχειοσωλήνα ή τον αεραγωγό του ασθενούς. Πτώση της πίεσης μπορεί να σημαίνει βελτίωση στην ενδοτικότητα, μείωση του αναπνεόμενου όγκου ή κάποια διαρροή στο σύστημα. Εάν η πίεση του συστήματος μετράται στα κάνιστρα της νατρασβέστου μπορεί να μην αντιστοιχεί στις πιέσεις των αεραγωγών του ασθενούς. Για παράδειγμα, αποφράσσοντας το εκπνευστικό σκέλος του αναισθησιολογικού συστήματος μπορεί να εμποδιστεί η αποβολή των εκπνεόμενων αερίων από τους πνεύμονες. Ένας μετρητής όμως που είναι τοποθετημένος στα κάνιστρα

θα δείξει μηδέν, παρά την αύξηση της πίεσης, λόγω της ύπαρξης βαλβίδας μίας κατεύθυνσης. Μερικά μηχανήματα έχουν ενσωματωμένο σύστημα ακουστικής ανάδρασης για τις μεταβολές της πίεσης κατά τη χρήση του αναπνευστήρα (Drager «Respitone» και Datex-Ohmeda «Audi Torr»).

Ρυθμιζόμενη βαλβίδα περιορισμού της πίεσης

Η ρυθμιζόμενη βαλβίδα περιορισμού της πίεσης (APL) μερικές φορές αναφέρεται και ως βαλβίδα εκτόνωσης. Είναι συνήθως τελειώς ανοικτή κατά τη διάρκεια της αυτόματης αναπνοής αλλά θα πρέπει να παραμένει μερικώς κλειστή κατά τη διάρκεια του χειροκίνητου ή υποβοηθούμενου με ασκό αερισμού. Η βαλβίδα εκτόνωσης συχνά απαιτεί λεπτούς χειρισμούς. Εάν δεν κλείσει επαρκώς, η μεγάλη απώλεια όγκου του κυκλώματος λόγω διαρροής εμποδίζει τον χειροκίνητο αερισμό. Την ίδια στιγμή, εάν κλείσει πάρα πολύ ή εντελώς, μια προοδευτική αύξηση της πίεσης θα μπορούσε να οδηγήσει σε πνευμονικό βαροτραύμα. (π.χ. πνευμοθώρακας) ή/και σε αιμοδυναμική κατέρριψη. Μια επιπλέον δικλείδα ασφαλείας είναι ότι στα σύγχρονα μηχανήματα οι βαλβίδες εκτόνωσης λειτουργούν σαν συσκευές αληθούς περιορισμού της πίεσης οι οποίες ποτέ δεν κλείνουν εντελώς. Το ανώτατο όριο τοποθετείται συνήθως ανάμεσα στα 70-80 cm H₂O.

Υγραντήρες

Απόλυτη υγρασία ορίζεται το βάρος των υδρατμών σε ένα λίτρο αερίου (mg/L). Η σχετική υγρασία είναι ο λόγος μάζας του νερού που βρίσκεται με μορφή υδρατμών σε ένα συγκεκριμένο όγκο αέρα προς τη μέγιστη μάζα νερού που είναι δυνατόν να υπάρξει με μορφή υδρατμών στη συγκεκριμένη θερμοκρασία. Στους 37°C και με σχετική υγρασία 100%, η απόλυτη υγρασία είναι 44 ml/L, ενώ σε θερμοκρασία δωματίου (21°C και υγρασία 100%) είναι 18 ml/L. Τα εισπνεόμενα αέρια στην αίθουσα του χειρουργείου χορηγούνται φυσιολογικά σε θερμοκρασία δωματίου με λίγη ή καθόλου εφύγραση. Για τον λόγο αυτό τα αέρια θα πρέπει να θερμανθούν σε επίπεδο θερμοκρασίας σώματος και να κορεστούν σε υδρατμούς από την ανώτερη αναπνευστική οδό. Η ενδοτραχειακή διασωλήνωση και η υψηλή ροή φρέσκων αερίων παρακάμπτονται αυτό το φυσικό σύστημα ύγρανσης και εκθέτουν το κατώτερο αναπνευστικό στα ξηρά (<10 ml H₂O/L) αέρια του περιβάλλοντος σε θερμοκρασία δωματίου. Η παρατεταμένη εφύγραση των αερίων από την κατώτερη αναπνευστική οδό οδηγεί σε αφυδάτωση του βλεννογόνου, διαταραχή της λειτουργίας του κροσσώτου επιθηλίου και, αν παραταθεί κατά πολύ, θα μπορούσε να προκαλέσει εισρόφηση των εκκρίσεων, ατελεκτασίες, ακόμη και διαταραχές της σχέσης αερισμού αιμάτωσης, ειδικά σε ασθενείς με υποκείμενη πνευμονική νόσο.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εφύγρασης και θέρμανσης των ξηρών αερίων χάνεται θερμότητα από το σώμα. Θερμότητα από το σώμα χάνεται επίσης όταν τα αέρια θερμαίνονται και ακόμα περισσότερο όταν το νερό εξατμίζεται για να επιτευχθεί εφύγραση των ξηρών αερίων. Η θερμότητα εξάτμισης του νερού είναι 560 cal/g νερού που εξατμίζεται. Ευτυχώς, αυτή η απώλεια θερμότητας ευθύνεται μόνο για το 5-10% της συνολικής απώλειας θερμότητας

που παρατηρείται διεγχειρητικά. Το μέγεθος αυτό δεν είναι σημαντικό για σύντομες επεμβάσεις (διάρκειας <1 h) και εύκολα μπορεί να αντισταθμιστεί με μία θερμαινόμενη κουβέρτα πεπιεσμένου αέρα. Η εφύγραση και η θέρμανση των εισπνεόμενων αερίων μπορεί να έχει μεγάλη σημασία για τους μικρούς παιδιατρικούς ασθενείς αλλά και τους ηλικιωμένους με σοβαρή υποκείμενη παθολογία των πνευμόνων, π.χ. κυστική ίνωση.

A. Παθητικοί υγραντήρες

Οι υγραντήρες προστίθενται στο αναισθησιολογικό κύκλωμα για να μειώσουν την απώλεια νερού και θερμότητας. Οι πιο απλές συσκευές είναι οι υγραντήρες συμπύκνωσης και οι συσκευές ανταλλαγής θερμότητας και υγρασίας (AΘΕ-Εικόνα 4-22). Αυτές οι συσκευές λειτουργούν παθητικά και δεν προσθέτουν θερμότητα και υγρασία αλλά περιέχουν ένα υγροσκοπικό υλικό, το οποίο συγκρατεί την υγρασία του εκπνεόμενου αέρα για να την αποδώσει ξανά στην επόμενη εισπνοή. Αυτές οι συσκευές, ανάλογα με το σχέδιο κατασκευής τους, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τον νεκρό χώρο (περισσότερο από 60 ml³) και να προκαλέσουν επανεισπνοή ιδιαίτερα σε παιδιά. Επιπρόσθετα, αυξάνουν την αντίσταση του αναισθησιολογικού συστήματος και το έργο της αναπνοής κατά την αυτόματη αναπνοή. Ο υπερβολικός κορεσμός με υδρατμούς ή εκκρίσεις ενός ανταλλαγέα θερμότητας και υγρασίας μπορεί να προκαλέσει απόφραξη του αναπνευστικού κυκλώματος. Μερικοί υγραντήρες συμπύκνωσης μπορούν επίσης να δράσουν και σαν αποτελεσματικά φίλτρα για την προστασία του αναισθησιολογικού συστήματος και του μηχανήματος αναισθησίας από επιμολύνσεις από μικρόβια ή ιούς. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό προτέρημα στον αερισμό ασθενών με λοιμώξεις του αναπνευστικού ή σε ανοσοκατασταλμένους ασθενείς.

B. Ενεργοί υγραντήρες (υγραντήρες διάχυσης ή υγραντήρες επιφανειακής ροής)

Αυτοί οι υγραντήρες είναι περισσότερο αποτελεσματικοί στη διατήρηση της υγρασίας και της θερμοκρασίας.

Οι ενεργοί υγραντήρες προσθέτουν νερό στο αέριο επιτρέποντας τη διέλευσή του πάνω από ένα δοχείο με νερό (υγραντήρες επιφανειακής ροής ή διά μέσου μιας κορεσμένης θρυαλλίδας (υγραντήρες θρυαλλίδας) ή διαχέοντάς το μέσα στο νερό (υγραντήρες διάχυσης) ή αναμειγνύοντάς το με υδρατμούς (υγραντήρες εξάτμισης). Η άνοδος της θερμοκρασίας αυξάνει τη χωρητικότητα των αερίων σε υδρατμούς και γι' αυτόν τον λόγο η θέρμανση του δοχείου με ένα ηλεκτρικό στοιχείο που ελέγχεται από θερμοστάτη, αυξάνει την απόδοση του υγραντήρα. Οι ενεργοί υγραντήρες εμπεριέχουν πολλούς κινδύνους, όπως θερμικό έγκαυμα των πνευμόνων (και ως εκ τούτου η θερμοκρασία των εισπνεόμενων αερίων θα πρέπει να παρακολουθείται), νοσοκομειακές λοιμώξεις, αυξημένες αντιστάσεις των αεραγωγών λόγω υπερβολικής συμπύκνωσης των υδρατμών στο αναπνευστικό κύκλωμα, παρέμβαση στη λειτουργία του ροομέτρου και αύξηση της πιθανότητας αποσύνδεσης του συστήματος. Αυτοί οι υγραντήρες είναι πολύτιμοι κυρίως σε παιδιά, επειδή προστατεύουν από την υποθερμία και την απόφραξη των μικρών ενδοτραχειακών σωλήνων από τις ξηρές εκκρίσεις. Κυρίως όμως στα παιδιά θα πρέπει να αποφεύγεται κάθε

συμπίπτει με την έναρξη των ήχων Korotkoff, ενώ η διαστολική πίεση προσδιορίζεται περίπου με την εξαφάνιση ή την ελάττωση των ήχων αυτών. Μερικές φορές οι ήχοι Korotkoff δεν μπορούν να ακροασθούν σε ένα τμήμα του εύρους μεταξύ συστολικής και διαστολικής πίεσης. Αυτό το ακροαστικό χάσμα είναι πολύ συχνό στους υπερτασικούς ασθενείς και μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα χαμηλή μέτρηση.

Οι ήχοι Korotkoff είναι συχνά δύσκολο να ακροασθούν κατά τη διάρκεια επεισοδίων υπότασης ή έντονης περιφερικής αγγειοσύσπασης. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι υπόηχες συχνότητες που σχετίζονται με τους ήχους μπορούν να ανιχνευτούν με ένα μικρόφωνο και ενισχυόμενες να προσδιορίσουν τη συστολική και τη διαστολική πίεση. Τα παράσιτα λόγω κίνησης και η παρεμβολή της διαθερμίας ελαττώνουν τη χρησιμότητα της μεθόδου.

Δ. Ταλαντωσιμετρία

Οι αρτηριακές σφύξεις προκαλούν ταλαντώσεις στην πίεση της περιχειρίδας. Οι ταλαντώσεις αυτές είναι μικρές εάν η περιχειρίδα είναι φουσκωμένη πάνω από τη συστολική πίεση. Όταν όμως η πίεση της περιχειρίδας ελαττώνεται στα επίπεδα της συστολικής πίεσης, οι σφύξεις μεταδίδονται σε όλη την περιχειρίδα και οι ταλαντώσεις αυξάνουν σημαντικά. Η μέγιστη ταλάντωση εμφανίζεται στο επίπεδο της μέσης αρτηριακής πίεσης, κάτω από την οποία οι ταλαντώσεις ελαττώνονται. Επειδή μερικές ταλαντώσεις υπάρχουν πάνω και κάτω από την αρτηριακή πίεση, ένα υδραργυρικό πιεσόμετρο ή ένα πιεσόμετρο αέρος δίνει μια αδρή και μη αξιόπιστη μέτρηση. Τα αυτόματα πιεσόμετρα μετρούν ηλεκτρονικά τις πιέσεις στις οποίες αλλάζει το εύρος ταλάντωσης (Εικόνα 5-4). Ένας μικροπεξεργαστής προσδιορίζει τη συστολική, μέση και διαστολική πίεση χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο. Όργανα που απαιτούν όμοια συνεχή παλμικά κύματα για επιβεβαίωση της μέτρησης μπορεί να αποβούν αναξιόπιστα κατά τη διάρκεια αρρυθμιών

(π.χ. κολπική μαρμαρυγή). Τα ταλαντωσιμετρα (οσιλοτονόμετρα) δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε ασθενείς που βρίσκονται σε εξωσωματική κυκλοφορία. Παρ' όλα αυτά, η ταχύτητα, η ακρίβεια και η δυνατότητα προσαρμογής των ταλαντωσιμετρικών συσκευών έχει βελτιωθεί πάρα πολύ και είναι η μέθοδος εκλογής στη μη επεμβατική μέτρηση της αρτηριακής πίεσης στις Ηνωμένες Πολιτείες.

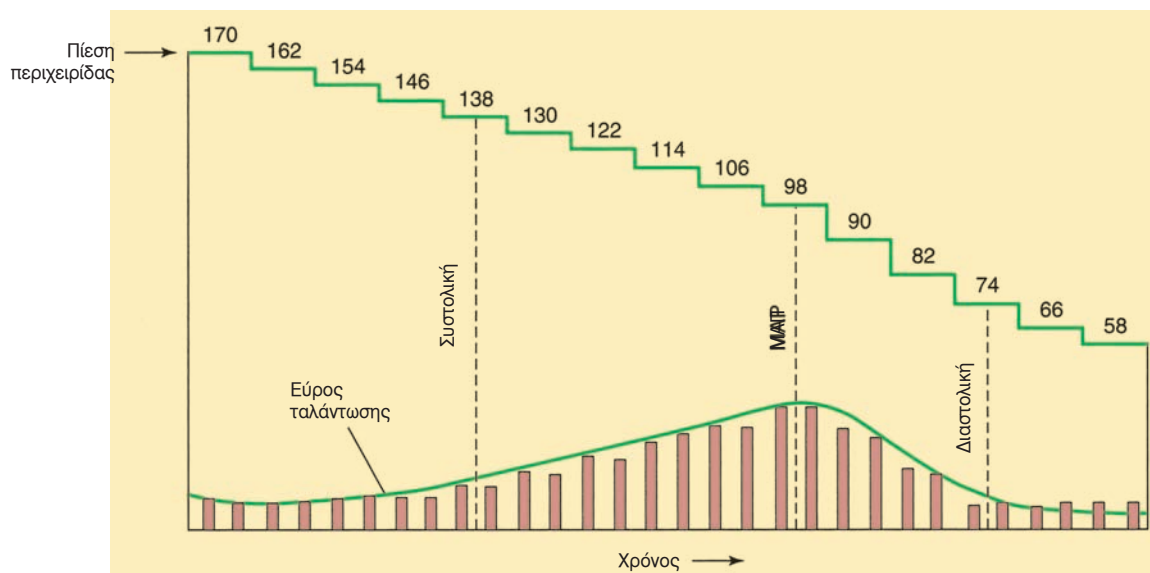
Ε. Αρτηριακή τονομετρία

Η αρτηριακή τονομετρία μετρά μη επεμβατικά την αρτηριακή πίεση σφυγμό προς σφυγμό, προσδιορίζοντας την πίεση που απαιτείται για να προκληθεί μερική σύμπτωση των τοιχωμάτων μιας επιπολής αρτηρίας η οποία επικάθεται σε οστά (π.χ. κερκιδική αρτηρία). Ένα τονόμετρο αποτελούμενο από μερικούς ανεξάρτητους μετατροπείς πίεσης τοποθετείται στο δέρμα πάνω από την αρτηρία (Εικόνα 5-5). Η πίεση επαφής μεταξύ του μετατροπέα πίεσης που βρίσκεται ακριβώς πάνω από την αρτηρία και το δέρμα αντανακλά την ενδοαυλική πίεση. Οι συνεχείς παλμικές καταγραφές παράγουν μια απεικόνιση παρόμοια με τη κυματομορφή της επεμβατικής αρτηριακής πίεσης. Οι περιορισμοί αυτής της μεθόδου περιλαμβάνουν τα παράσιτα κίνησης και την ανάγκη συχνής ρύθμισης.

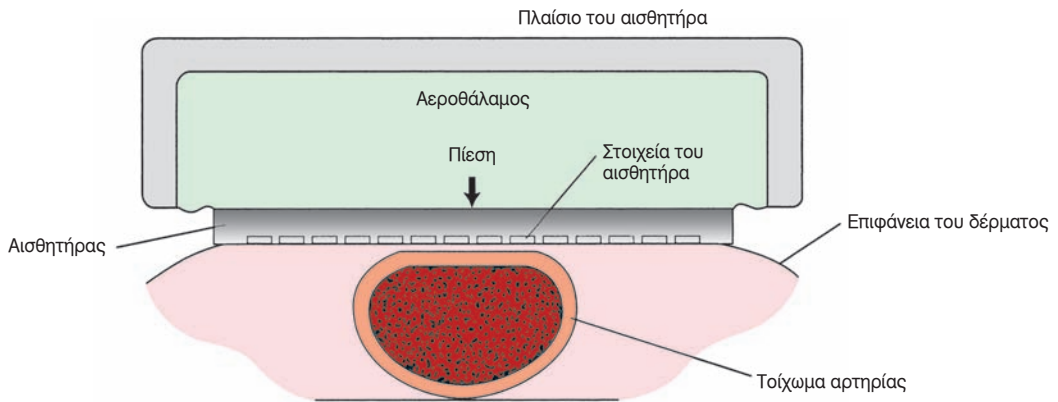
Κλινικές επισημάνσεις

Κατά τη διάρκεια της αναισθησίας πρέπει να εξασφαλίζεται επαρκής παροχή οξυγόνου στα ζωτικά όργανα. Δυστυχώς, όργανα για παρακολούθηση της αιμάτωσης και της οξυγόνωσης ειδικών οργάνων είναι περίπλοκα και ακριβά και για τον λόγο αυτό η αρτηριακή πίεση θεωρείται ότι αντανακλά την αιμάτωση των οργάνων. Η ροή όμως εξαρτάται και από την αντίσταση των αγγείων:

$$\text{Ροή} = \text{Πίεση} / \text{Αντίσταση}$$



ΕΙΚΟΝΑ 5-4. Καθορισμός της πίεσης με ταλαντωσιμετρία.



ΕΙΚΟΝΑ 5-5. Η τονομετρία είναι μια μέθοδος συνεχούς (σφυγμό προς σφυγμό) προσδιορισμού της αρτηριακής πίεσης. Οι αισθητήρες θα πρέπει να είναι τοποθετημένοι ακριβώς επάνω από την αρτηρία.

Επομένως, η αρτηριακή πίεση θα πρέπει να θεωρείται ως ένας δείκτης – αλλά όχι μέτρο – της αιμάτωσης των οργάνων.

Η ακρίβεια της όποιας μεθόδου μέτρησης της αρτηριακής πίεσης που περιλαμβάνει χρήση περιχειρίδας εξαρτάται από το σωστό μέγεθος της (Εικόνα 5-6). Ο λαστιχένιος αεροθάλαμος της περιχειρίδας θα πρέπει να επεκτείνεται τουλάχιστον στο μισό της περιμέτρου του άκρου και το πλάτος της περιχειρίδας θα πρέπει να είναι 20-50% μεγαλύτερο από την διάμετρο του άκρου.

Συσκευές αυτόματης μέτρησης της αρτηριακής πίεσης που χρησιμοποιούν μία ή συνδυασμό μεθόδων που περιγράφηκαν παραπάνω χρησιμοποιούνται συχνά στην αναισθησιολογία. Μια ενσωματωμένη αντλία αέρα φουσκώνει την περιχειρίδα σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα. Ο υπερβολικός ζήλος στη χρήση αυτών των αυτόματων

συσκευών έχει προκαλέσει παραλύσεις νεύρων και εκτεταμένη εξαγγείωση ενδοφλεβίως χορηγούμενων υγρών. Σε περίπτωση βλάβης των αυτόματων συσκευών, πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμη μια εναλλακτική μέθοδος μέτρησης της αρτηριακής πίεσης

2. Επεμβατικό monitoring της αρτηριακής πίεσης

Ενδείξεις

Οι ενδείξεις για επεμβατική παρακολούθηση της αρτηριακής πίεσης μέσω καθετηριασμού περιλαμβάνουν την ελεγχόμενη υπόταση, τις προβλεπόμενες ευρείες διεγχειρητικές, διακυμάνσεις της αρτηριακής πίεσης, νόσους που απαιτούν ακριβή ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης σφυγμό προς σφυγμό και την ανάγκη πολλαπλών αναλύσεων αερίων αρτηριακού αίματος.

ΕΙΚΟΝΑ 5-6. Το πλάτος της περιχειρίδας μέτρησης της πίεσης επηρεάζει τις μετρήσεις. Απεικονίζονται τρεις περιχειρίδες, όλες φουσκωμένες στην ίδια πίεση. Η στενότερη περιχειρίδα (Α) θα απαιτήσει μεγαλύτερη πίεση και η πλατύτερη περιχειρίδα (Γ) μικρότερη πίεση για να συμπίεσει τη βραχιόνια αρτηρία για τον καθορισμό της συστολικής πίεσης. Μια πολύ στενή περιχειρίδα μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη υπερεκτίμηση της συστολικής πίεσης. Ενώ η πλατύτερη περιχειρίδα μπορεί να υποεκτιμήσει τη συστολική πίεση, το σφάλμα με μία περιχειρίδα 20% πιο φαρδιά δεν είναι τόσο σημαντικό όσο αυτό με μια περιχειρίδα 20% πιο στενή. (Ανατυπωμένο κατόπιν άδειας, από τους Gravenstein JS, Paulus DA: *Monitoring Practise in Clinical Anesthesia*, 2nd ed. Lippincott, Philadelphia, 1987, p 58).

