

Μηχανικός Αερισμός των Πνευμόνων σε Προνοσοκομειακό Επίπεδο

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ι. ΣΕΤΖΗΣ - ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Ν. ΑΜΑΝΙΤΗ

1. ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΑΕΡΙΣΜΟ ΣΤΟ ΠΡΟΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Η εφαρμογή μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής σε προνοσοκομειακό επίπεδο παρουσιάζει αξιοσημείωτες δυσκολίες σε σχέση με το ελεγχόμενο περιβάλλον της μονάδας εντατικής θεραπείας ή του χειρουργείου. Αυτό καθίσταται εύκολα σαφές αν αναλογισθεί κανείς ότι εκτός νοσοκομείου και υπό συνθήκες επείγουσας παρέμβασης συνήθως πρέπει να υποστηριχθεί μια ομάδα ασθενών με βαρύτερη παθολογία που εμπλέκει πλειάδα συστημάτων. Ταυτόχρονα, οι ασθενείς παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιογένεια που επιβάλλει την εφαρμογή πολλών τύπων αερισμού, από τον πλήρως ελεγχόμενο αερισμό (Controlled Mechanical Ventilation: CMV) στον απνοϊκό ασθενή ή τον ασθενή μετά από καρδιακή ανακοπή, τον αερισμό με υψηλή θετική τελοεκπνευστική πίεση (Positive End Expiratory Pressure: PEEP) μετά από πνιγμό ή τον αερισμό στον ασθενή με βαρεία ασθματική κρίση.

Η κάλυψη των υψηλών απαιτήσεων πρέπει αναγκαστικά να επιτευχθεί με τα διαθέσιμα περιορισμένα μέσα. Στόχος είναι ο ασφαλής αερισμός και η οξυγόνωση με την ελαχιστοποίηση των κινδύνων από την εφαρμογή του μηχανικού αερισμού. Στα πλαίσια αυτά στην πλειονότητα των περιπτώσεων επιλέγεται παραδοσιακά ο ελεγχόμενος αερισμός προκειμένου να αποφευχθεί η μη συνεργασία ασθενούς - αναπνευστήρα και η πρόκληση βαροτραύματος ή και πνευμονικού οιδήματος. Η πρακτική αυτή επιβάλλει τη χορήγηση καταστολής και πιθανώς και μυοχάλα-

σης. Παράλληλα είναι επιθυμητό να χρησιμοποιείται $FiO_2=1.0$ καθώς οι πληροφορίες μας σχετικά με την οξυγόνωση του ασθενούς περιορίζονται στην ένδειξη του σφυγμικού οξυγονόμετρου. Εξαιρέση στον κανόνα αυτό αποτελούν τα νεογνά, όπου επιβάλλεται η φροντίδα για τη χρήση του μικρότερου δυνατού FiO_2 .

Τα μέσα μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής αναγκαστικά πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στις ανάγκες της επείγουσας προνοσοκομειακής ιατρικής. Συγκεκριμένα, ο εξοπλισμός πρέπει να καταλαμβάνει το μικρότερο δυνατό χώρο στο περιορισμένο περιβάλλον του οχήματος διάσωσης. Απαραίτητη είναι η δυνατότητα απόσπασης και μεταφοράς του εξοπλισμού σε άλλους χώρους, όπως το ύπαιθρο ή κλειστά κτίρια. Συνεπώς είναι απαραίτητη η ελαχιστοποίηση του βάρους και του όγκου.

Τα διαθέσιμα μέσα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις αερισμού του συνόλου των ασθενών συμπεριλαμβανομένων ακραίων ηλικιών, εξαιρετικά παχύσαρκων ατόμων κ.λ.π.

Περιορισμοί όμως υπάρχουν και ως προς τα παρεχόμενα αέρια. Στο σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων δεν υπάρχει η δυνατότητα παρουσίας άλλου αερίου (πλην του οξυγόνου), για παράδειγμα ιατρικού πεπιεσμένου αέρα. Επομένως τα μέσα αερισμού οφείλουν να χρησιμοποιούν αποκλειστικά το οξυγόνο, είτε ως πηγή ενέργειας, είτε ως χορηγούμενο αέριο και η επίτευξη FiO_2 διαφορετικού του 1.0 πραγματοποιείται με τη χρήση άλλων τεχνικών.

Το παρεχόμενο οξυγόνο είναι εξαιρετικά περιορισμένο και αναλόγως του προβλεπομένου χρόνου μεταφοράς πρέπει να λαμβάνεται κάθε μέτρο από το ιατρικό προσωπικό όσον αφορά στην επιλογή του

εξοπλισμού και τη χρήση του για τη μεγαλύτερη δυνατή οικονομία στην κατανάλωση του.

Οι δυνατότητες παρακολούθησης και monitoring είναι επίσης ιδιαίτερα περιορισμένες. Ο ιατρός που αποφασίζει την εγκατάσταση μηχανικού αερισμού σε εξωτερικούς χώρους ή στο θάλαμο του ασθενοφόρου και του ελικοπτέρου λαμβάνει στοιχεία για τη μηχανική του αναπνευστικού συστήματος και τη συνυπάρχουσα παθολογία από ελάχιστες πηγές, όπως από την αίσθηση κατά τη συμπίεση της ambu ή την ένδειξη του μανομέτρου του φορητού αναπνευστήρα. Όπλα του ιατρού της εντατικής όπως ανάλυση κυματομορφών πίεσης, όγκου και ροής δεν είναι διαθέσιμα, πληροφορίες από απεικονιστικές και εργαστηριακές εξετάσεις δεν υπάρχουν και η μοναδική ένδειξη οξυγόνωσης, πέραν των κλινικών σημείων, είναι το σφυγμικό οξυγονόμετρο (το οποίο εύκολα παύει να βοηθά στον υποθερμικό, υπογκαιμικό ασθενή) και πιθανώς το καπνόμετρο.

Είναι προφανές ότι η εφαρμογή μηχανικού αερισμού κάτω από τις περιγραφείσες συνθήκες σαφώς κρύβει πολλαπλάσιους κινδύνους από οποιονδήποτε άλλο ελεγχόμενο χώρο. Ιδιαίτερα πρέπει να επισημανθούν επιπλοκές που θέτουν σε άμεσο κίνδυνο τις ζωτικές λειτουργίες:

Από το αναπνευστικό σύστημα, ο κίνδυνος της ανάπτυξης πνευμοθώρακα υπό τάση είναι σημαντικός. Η παρουσία καταγμάτων πλευρών ή ενός πνευμοθώρακα ο οποίος δεν έγινε αντιληπτός προ της έναρξης αερισμού με θετικές πιέσεις, μπορεί να οδηγήσει σε υπό τάση πνευμοθώρακα με βαρύτατες αιμοδυναμικές και αναπνευστικές συνέπειες στον ήδη ασταθή ασθενή. Κακή λειτουργία του εξοπλισμού, που εύκολα περνά απαρατήρητη καθώς το πλήρωμα εκτελεί πολλές ιατρικές πράξεις σε σύντομο χρόνο ή ενδοβρογχική μετατόπιση του τραχειοσωλήνα εξαιτίας των κρυσταλλών είναι δυνατό να οδηγήσουν σε βαρότραυμα.

Τέλος η εφαρμογή μηχανικού αερισμού και η συνακόλουθη ανακατανομή του ενδοαγγειακού όγκου σε ένα ασθενή με άγνωστη ομοιοστασία υγρών, (πιθανότατα υπογκαιμικό στην περίπτωση του τραύματος), γρήγορα θα οδηγήσει σε εκσεσημασμένη αιμοδυναμική αστάθεια με απρόβλεπτες συνέπειες και δύσκολη αναγνώριση.

2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

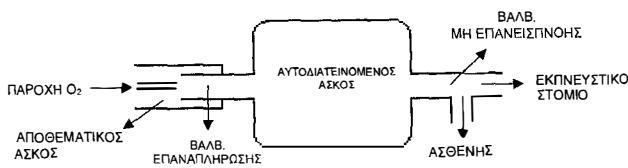
Τα μέσα μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής, όπως προαναφέρθηκε, πρέπει να καλύπτουν τις ανάγκες αερισμού της πλειονότητας των ασθενών ενώ ταυτόχρονα πρέπει να διαθέτουν μικρό μέγεθος, δυνατότητα μεταφοράς, απλή λειτουργία και μικρή κατανάλωση οξυγόνου. Ο εξοπλισμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω από αυτές τις συνθήκες είναι κατά τη γνώμη μας ο αυτοδιατεινόμενος ασκός AMBU, οι φορητοί αναπνευστήρες μεταφοράς και το σύστημα CPAP Boussignac.

2.1 Αυτοδιατεινόμενος ασκός (AMBU)

Ο αυτοδιατεινόμενος ασκός (Ambulatory Manual Breathing Unit: AMBU) αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του εξοπλισμού της επείγουσας ιατρικής. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι η έναρξη μηχανικού αερισμού μετά τη διασωλήνωση σε χώρους εκτός χειρουργείου πραγματοποιείται με τη βοήθεια της AMBU.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι πάμπολλα. Είναι ελαφριά, συμπαγής, με λίγα επιμέρους κομμάτια και κατά συνέπεια μικρή πιθανότητα δυσλειτουργίας.

Η AMBU αποτελείται ουσιαστικά από 3 συστατικά στοιχεία: Το συμπίεσιμο αυτοδιατεινόμενο ασκό, μία βαλβίδα επαναπλήρωσης και μία βαλβίδα μη επανεισπνοής (EIKONA 1). Η βαλβίδα επαναπλήρωσης είναι μια βαλβίδα μονής κατεύθυνσης που επιτρέπει την είσοδο οξυγόνου ή και ατμοσφαιρικού αέρα (εφόσον δεν υπάρχει αποθεματικός ασκός) κατά την εκπνευστική φάση και στην εισπνοή εμποδίζει την απώλεια του περιεχομένου του ασκού προς το περιβάλλον. Η βαλβίδα μη επανεισπνοής είναι ένα σύστημα δύο βαλβίδων μονής κατεύθυνσης, που αποτρέπει την επανεισπνοή των εκπνεομένων από τον ασθενή αερίων και επιτρέπει την επαναπλήρωση του ασκού με "φρέσκα αέρια" στην ίδια χρονική φάση. Η AMBU συνδέεται με παροχή οξυγόνου αυξάνοντας το χορηγούμενο FiO₂. Με παροχή οξυγόνου μέχρι και 15L/min επιτυγχάνει ένα FiO₂ της τάξης του 0,4. Για το λόγο αυτό στον πρόσθετο εξοπλισμό της περιλαμβάνεται αποθεματικός ασκός οξυγόνου (reservoir) με τη βοήθεια του οποίου επιτυγ-



Εικόνα 1: Σχηματική παράσταση συστατικών στοιχείων AMBU.

χάνεται FiO_2 άνω του 0,85.

Εφόσον οι βαλβίδες λειτουργούν ικανοποιητικά, εξασφαλίζει αερισμό με μικρό νεκρό χώρο. Με τη σύνδεση της σε παροχή O_2 με ικανοποιητική ροή, προσθήκη reservoir οξυγόνου και σωστή χρήση επιτυγχάνει FiO_2 που αγγίζει το 1.0. Ταυτόχρονα, ακόμα και όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη παροχή οξυγόνου, εγγυάται αερισμό με ατμοσφαιρικό αέρα. Το τεράστιο πλεονέκτημα της όμως είναι η αίσθηση της προώθησης των αερίων κατά την συμπίεση της από το χειριστή. Έτσι ο έμπειρος ιατρός μπορεί κατά την εμφύσηση να «πάρει πληροφορίες» για την ορθή τοποθέτηση του τραχειοσωλήνα, την διαταραγμένη πιθανώς μηχανική του αναπνευστικού συστήματος σε περιπτώσεις όπως ο πνευμοθώρακας ή η ανάπτυξη ενδογενούς PEEP σε βαριά ασθματική κρίση κ.λ.π.

Επιπρόσθετα με την προσθήκη βαλβίδας PEEP στο εκπνευστικό της στόμιο, επιτρέπει την εφαρμογή αερισμού με συνεχή θετική πίεση.

Όσον αφορά στην απόδοση του αυτοδιατεινόμενου ασκού, ο κατά λεπτόν αερισμός εξαρτάται από το μέγεθος του, την ταχύτητα επανέκπτυξης του ασκού και την τεχνική συμπίεσης. Οι ασκοί ενηλίκων πρέπει να αποδίδουν τουλάχιστον 600ml ανά συμπίεση. Η τεχνική του διασώστη παίζει σημαντικό ρόλο. Ο αερισμός είναι καλύτερος όταν γίνεται με δύο χέρια, ή με συμπίεση σε σταθερή επιφάνεια. Ένας έμπειρος χρήστης μπορεί να επιτύχει και διαφορετικά μοντέλα αερισμού προσαρμόζοντας ανάλογα την τεχνική συμπίεσης. Όσον αφορά στη συγκέντρωση του χορηγούμενου οξυγόνου, αυτή εξαρτάται από την παρεχόμενη ροή οξυγόνου, τη χρήση reservoir και τη τεχνική συμπίεσης - επανέκπτυξης. Όταν αυτή γίνεται με βραδύ ρυθμό το χορηγούμενο FiO_2 είναι υψηλότερο.

Παρά την απλή κατασκευή, είναι δυνατό να προκύψουν προβλήματα, κυρίως από δυσλειτουργία

των βαλβίδων με αποτέλεσμα την επανεισπνοή, την αδυναμία εκπνοής ή και τον υποαερισμό.

Ο εξοπλισμός σαφώς παρουσιάζει και μειονεκτήματα. Ο διασώστης είναι υποχρεωμένος να απασχολεί τα χέρια του και για να αερίσει ικανοποιητικά τον ασθενή πρέπει να είναι προσηλωμένος σε αυτό το έργο.

Σε ασθενείς με βαριά παθολογία από τους πνεύμονες, που απαιτούν μεγάλους εισπνευστικούς χρόνους, ή μεγάλη εισπνευστική πίεση κατά την προώθηση των αερίων λόγω μηχανικής παρεμπόδισης, παρουσιάζεται αδυναμία της AMBU να διατηρήσει επαρκή αερισμό και οξυγόνωση.

Τέλος, καθώς η βαλβίδα εκπνοής βρίσκεται κοντά στον αεραγωγό του ασθενούς μπορεί να προκληθεί κάμψη του τραχειοσωλήνα ή και μετατόπιση του.

2.2 Οι Φορητοί Αναπνευστήρες

Η εισαγωγή και χρήση φορητών αναπνευστήρων (ΕΙΚΟΝΑ 2) στο χώρο της προνοσοκομειακής ιατρικής βελτίωσε την ποιότητα της υποστήριξης του αναπνευστικού ούτως ώστε να προσομοιάζει την υποστήριξη που παρέχεται ενδονοσοκομειακά. Τα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι συσκευές αυτές είναι πολλά: Ο κατά λεπτόν αερισμός ρυθμίζεται με ακρίβεια και ως προς τον παλίνδρομο όγκο και ως προς τη συχνότητα. Μπορούν να αεριστούν με ευχέρεια ακραίες ομάδες ασθενών όπως μικρά παιδιά ή εξαιρετικά παχύσαρκα άτομα. Το επιθυμητό FiO_2 (1.0) επιτυγχάνεται με ευκολία και ακρίβεια, κάτι που είναι σαφώς πιο δύσκολο με την κοινή AMBU. Είναι δυνατή η εφαρμογή PEEP εύκολα μεταβαλλόμενης, ανάλογα με τις ανάγκες κατά το διάστημα της μεταφοράς. Λαμβάνονται πολλαπλές πληροφορίες από τα ενσωματωμένα monitors για τον αναπνεόμενο όγκο, τις πιέσεις αεραγωγών, και κατά συνέπεια τη μηχανική του αναπνευστικού συστήματος. Στα νεότερα μοντέλα αναπνευστήρων υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής εξειδικευμένων μοντέλων αερισμού. Τέλος, επιλύονται πρακτικά ζητήματα, καθώς απελευθερώνονται τα χέρια του διασώστη.

Η χρήση φορητών αναπνευστήρων αναμφισβήτητα βοήθησε στην αντιμετώπιση και ασφαλή μεταφορά ασθενών με βαριά παθολογία, κυρίως από το θώρακα, σε μεγάλες αποστάσεις, όπου η αδυναμία αερι-

Πίνακας 1

	Αναπνευστήρας Α	Αναπνευστήρας Β	Αναπνευστήρας Γ	Αναπνευστήρας Δ	Αναπνευστήρας Ε
Διαστάσεις (Μ/Π/Υ)	215x120x205	250x210x170	160x90x40	222x57x146	220x162x92
Βάρος kg	14,3	5	1,2	5,2	2,8
Τύποι αερισμού	IPPV/SIMV/CPAP	CMV/ACMV/PS	IPPV	CMV/ACMV/SIMV/CPAP	IPPV/SMMV
Παλίνδρομος όγκος	100-1500 ml	100-1500 ml	200-1200 ml	0-3000 ml	50-3000ml
Αναπν. Συχνότης	5-40/λεπτό	6-40/ λεπτό	12-20/λεπτό	1-150/λεπτό	7-60/λεπτό
I/E	1/3 - 2/1	1-3 / 2-1	1/1,7	1/599 - 1/1	
Εισπνευστ. χρόνος				0,1-3 sec	0,5-3 sec
PEEP	0-15 cmH ₂ O	0-15 cmH ₂ O	0-10 cmH ₂ O	0-20 cmH ₂ O	0-20 cmH ₂ O
Μέγιστο όριο εισπ. πίεσης	20-60 cmH ₂ O	10-80 cmH ₂ O	60 cmH ₂ O	50-100 cmH ₂ O	20-80 cmH ₂ O
Μέγιστη εισπν. Ροή	100 lit/min	130 lit/min	**	**	120 lit/min
F _I O ₂	0,6 ή 1	0,5 ή 1	0,6 ή 1	0,21-1	0,5 ή 1
Αυτονομία Μπαταρίας	6 ώρες	10 ώρες		3-12 ώρες	**
ΑΝΑΓΝΕΥΣΤΗΡΑΣ Α: DRAGER OXYLOG 2000 ΑΝΑΓΝΕΥΣΤΗΡΑΣ Β: TAEMA OSRIS 2 ΑΝΑΓΝΕΥΣΤΗΡΑΣ Γ: AMBU DENMARK AMBUMATIC ΑΝΑΓΝΕΥΣΤΗΡΑΣ Δ: EAGLE UNIVENT 754 ΑΝΑΓΝΕΥΣΤΗΡΑΣ Ε: PNEUPAC PARAPAC TRANSPORT Σημείωση: Ως ** συμβολίζονται μη διαθέσιμα στοιχεία					



Εικόνα 2: Τύπος φορητού αναπνευστήρα.

σμού και η υποξυγοναιμία ήταν στο παρελθόν αξεπέραστα προβλήματα.

Οι προσφερόμενοι στην αγορά φορητοί αναπνευστήρες μεταφοράς διαθέτουν σημαντικό εύρος δυνατοτήτων. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται

τα τεχνικά στοιχεία και χαρακτηριστικά ορισμένων μοντέλων φορητών αναπνευστήρων ενδεικτικά (Πίνακας 1). Αυτό το οποίο βαρύνει στην επιλογή του τύπου είναι οπωσδήποτε οι ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν όπως και το περιβάλλον λειτουργίας

Επιθυμητή προδιαγραφή αποτελούν οι μικρές διαστάσεις και το μικρό βάρος, κάτω των 20 Kg, συμπεριλαμβανομένων του συμπιεστή (compressor) ή της φιάλης οξυγόνου. Η δυνατότητα μεταφοράς και λειτουργίας των συσκευών εκτός ασθενοφόρου είναι χρήσιμη. Αυτό μπορεί να εξασφαλισθεί με μικρούς αναπνευστήρες που χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας το πεπιεσμένο οξυγόνο με τη προσθήκη μικρής φιάλης (πνευματικοί αναπνευστήρες) ή ρεύμα από ενσωματωμένη μπαταρία (ηλεκτροκίνητοι αναπνευστήρες). Ήδη σήμερα κυκλοφορούν στην αγορά αναπνευστήρες όπως ο AMBUMATIC της εταιρείας AMBU με βάρος μόλις 1200 gr ή αντίστοιχοι, όπως ο UNIVENT 754 που λειτουργούν αποκλειστικά με

μπαταρία και φέρουν συμπιεστή, ώστε να μπορούν να μεταφερθούν σε εξωτερικούς χώρους, χωρίς ανάγκη πρόσθετης μεταφοράς φιάλης οξυγόνου και προσφέρουν προς εισπνοή $FiO_2 = 0,21$.

Όσον αφορά στις προδιαγραφές αερισμού, είναι απαραίτητη η δυνατότητα αερισμού με μεγάλο εύρος παλίνδρομου όγκου (tidal volume V_t) τουλάχιστον από 100 έως 1500ml για την κάλυψη αναγκών παιδιατρικών ασθενών και μεγαλόσωμων ατόμων. Κατ' αναλογία, απαιτείται εύρος αναπνευστικής συχνότητας από 0 έως 40 το λεπτό.

Τα περισσότερα μοντέλα που διατίθενται στην αγορά, προσφέρουν πολλαπλούς τύπους αερισμού, όπως CMV, ACMV, SIMV και CPAP ορισμένα δε, όπως ο TAEMA OSIRIS και IPS. Παρόλα αυτά η επιλογή ενός αναπνευστήρα δεν πρέπει να γίνεται με βασικό γνώμονα την ύπαρξη πολλαπλών μοντέλων αερισμού. Ήδη έχει αναφερθεί ότι στην επείγουσα ιατρική χρησιμοποιείται κυρίως ο ελεγχόμενος αερισμός προκειμένου να διασφαλισθεί η ικανοποιητική οξυγόνωση με τους μικρότερους πιθανούς κινδύνους. Συνεπώς ο αναπνευστήρας πρέπει να παρέχει ελεγχόμενο αερισμό με βάση τον όγκο (και όχι την πίεση δεδομένου ότι αιφνίδιες διαταραχές της μηχανικής του αναπνευστικού συστήματος μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρό υποαερισμό). Ο ελεγχόμενος από τον όγκο αερισμός επιβάλλεται να είναι και περιοριζόμενος δια της πίεσεως (Pressure limited) προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος του βαροτραύματος αφενός και να εξασφαλισθεί ο βέλτιστος αερισμός υπό άλλες συνθήκες αφετέρου, με δυνατότητα ρύθμισης της μέγιστης εισπνευστικής πίεσης από 1 έως 60 cmH₂O (πίεση εκτόνωσης). Η δυνατότητα εφαρμογής υψηλής PEEP έως και 20 cmH₂O, είναι εκ των ουκ άνευ καθώς όπως θα φανεί στη συνέχεια η χρήση της είναι πολύτιμη σε ποικίλες παθολογικές καταστάσεις που αντιμετωπίζονται προνοσοκομειακά. Ομοίως είναι απαραίτητη η δυνατότητα επιλογής της χρονικής σχέσης εισπνοής εκπνοής από 1/1 μέχρι 1/3. Τέλος είναι επιθυμητή η δυνατότητα ρύθμισης του FiO_2 από 0,21 έως 1.0 (ή τουλάχιστον 1.0 και 0.5-0.6), κυρίως για λόγους οικονομίας στη χρήση του οξυγόνου κατά τη μεταφορά. Τα περισσότερα μοντέλα που κυκλοφορούν στην αγορά καλύπτουν τις προαναφερθείσες προδιαγραφές.

Από τη στιγμή που ο ιατρός δεν έχει πλέον τον έλεγχο του αερισμού στα χέρια του επιβάλλεται η χρήση monitors για την παρακολούθηση του εκπνεομένου όγκου, της πίεσης των αεραγωγών και της συγέντρωσης του οξυγόνου στο εισπνεόμενο μίγμα, όπως και συναγερωμένων αποσύνδεσης, υψηλής πίεσης των αεραγωγών και επάρκειας παροχής ρεύματος από τις μπαταρίες.

Οπωσδήποτε, η χρήση φορητών αναπνευστήρων θεωρείται πλέον απαραίτητη στην άσκηση της επείγουσας προνοσοκομειακής ιατρικής, καθώς η εφαρμογή μηχανικού αερισμού κατέστη περισσότερο ασφαλής και αποδοτική. Από τη στιγμή που χρησιμοποιείται ο εξοπλισμός αυτός απαιτείται αυξημένη προσοχή από το ιατρικό προσωπικό δεδομένου ότι η πιθανότητα δυσλειτουργίας είναι σαφώς μεγαλύτερη, ιδίως σε αναπνευστήρες που χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά κυκλώματα για τον έλεγχο των ρυθμίσεων, από την συμπαγή και απλή ambu. Αυτός είναι και ένας επιπρόσθετος λόγος για τον οποίο η δυνατότητα εναλλακτικού τρόπου αερισμού των πνευμόνων με τη βοήθεια της AMBU είναι πάντα απαραίτητη.

Οι σύγχρονοι φορητοί αναπνευστήρες, όπως προαναφέρθηκε υπόσχονται την επιτυχή υποβοήθηση της αυτόματης αναπνοής με την επιλογή υποβοηθούμενων τύπων αερισμού (AMV, IPS, CPAP), δεδομένου ότι διαθέτουν μηχανισμούς πυροδότησης της εμφύσησης (triggering) και ταχείας παροχής μεγάλης εισπνευστικής ροής (demand valves). Στην κλινική πράξη αφενός οι επιδόσεις αυτές δεν κρίθηκαν εφάμιλλες των αναπνευστήρων εντατικής και αφετέρου η ένδειξη διατήρησης αυτόματης υποβοηθούμενης αναπνοής στο ασθενοφόρο ή καθ' οδόν προς το νοσοκομείο, είναι συζητήσιμη, συχνά επισφαλής και εναπόκειται στη υποκειμενική κρίση έμπειρου ιατρού, εξοικειωμένου με τις μεθόδους αυτές υποστήριξης και ικανού να σταθμίσει τα πιθανά οφέλη και τους προκύπτοντες κινδύνους.

2.3 Συσκευές CPAP

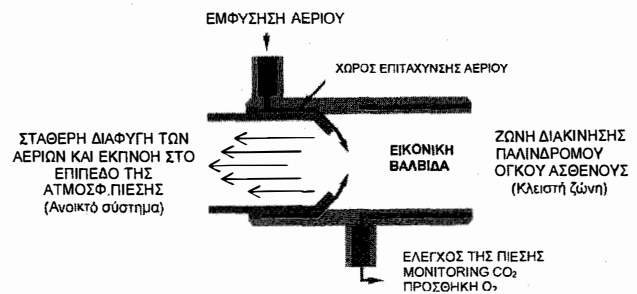
Η εφαρμογή συνεχούς θετικής πίεσης στις αεροφόρους οδούς (Continuous Positive Airway Pressure: CPAP) ενδονοσοκομειακά, αποτελεί ένα πολύτιμο όπλο στην αντιμετώπιση ανθεκτικής υποξυγοναιμίας από μία σειρά από παθολογικά αί-

τια όπως η καρδιακή κάμψη, η παρότρυνση χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας, η ανάπτυξη ατελεκτασιών ή και πνευμονικών λοιμώξεων όπως και η απόφραξη του ανώτερου αεραγωγού σε ασθενείς που διατηρούν αυτόματο αερισμό. Το μεγάλο πλεονέκτημα της τεχνικής είναι ότι είναι ελάχιστα επεμβατική και με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται πιθανώς η καταστολή και η διασωλήνωση των ασθενών με όλες τις δυσμενείς επιπτώσεις που επιφέρει.

Η εφαρμογή της μεθόδου προνοσοκομειακά, έβρισκε ανυπέροβλητα εμπόδια κυρίως εξαιτίας του εξοπλισμού, ο οποίος ως γνωστό είναι ογκώδης, και δύσκολα εφαρμοζόμενος στο στενό χώρο του ασθενοφόρου. Η χρήση των προσωπίδων παλαιότερης γενιάς παρουσίαζε δυσκολίες εφαρμογής και ανοχής από τους ασθενείς και τα παλαιότερα συστήματα CPAP (γεννήτριες ροής και αποθεματικοί ασκοί) απαιτούσαν θέρμανση και ύγρανση των παρεχομένων αερίων.

Τα προβλήματα αυτά φαίνεται να επιλύονται με την εισαγωγή στη κλινική πράξη της βαλβίδας Boussignac (EIKONA 3). Ουσιαστικά πρόκειται για δύο κυλίνδρους ένα εσωτερικό και ένα εξωτερικό συγκεντρικά τοποθετημένους, ανοικτούς στις δύο βάσεις τους. Οξυγόνο χορηγείται με υψηλή ροή μεταξύ των δύο κυλίνδρων, τα μόρια του αέρα επιταχύνονται στο περιορισμένο χώρο μεταξύ τους και απελευθερώνονται στον εγγύς αεραγωγό δημιουργώντας μια ιδεατή πνευματική παρεμπόδιση της εκπνοής με τη μορφή εικονικής βαλβίδας. Η συσκευή δέχεται οξυγόνο από κοινή παροχή με υψηλές όμως ροές (πάνω από 15l/min) και στηριζόμενη στην αρχή λειτουργίας διπλού Ventouri (προσρόφηση ατμοσφαιρικού αέρα) επιτρέπει την εφαρμογή ελεγχόμενου CPAP σε διαφορετικά επίπεδα πίεσης που εξαρτώνται από το μέγεθος της επιλεγείσης ροής οξυγόνου και την εισπνευστική προσπάθεια του ασθενούς. Δεν απαιτείται υγρανήρας, ο εξοπλισμός είναι μίας χρήσης, απλός, μικρός και ελαφρύς και δεν διαθέτει κινητά μηχανικά μέρη, η δε εφαρμοζόμενη πίεση μπορεί να μετρηθεί με τη βοήθεια ειδικού μανόμετρου.

Επίσης οι προσωπίδες νεώτερης γενιάς επιτρέπουν καλύτερη εφαρμογή και ανοχή στο πρόσωπο του ασθενούς. Ήδη το ΕΚΑΒ Θεσσαλονίκης έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί το σύστημα Boussignac με πολύ



Εικόνα 3: Σχηματική παράσταση της βαλβίδας boussignac.

καλά αποτελέσματα στις κινητές μονάδες επείγουσας προνοσοκομειακής ιατρικής.

Το βασικό μειονέκτημα της τεχνικής είναι η πολύ μεγάλη κατανάλωση οξυγόνου. Με ροή 20l/min απαιτούνται μόλις 100 λεπτά για να κενωθεί μια μεγάλη φιάλη 2000lit, επομένως η τεχνική μπορεί να εφαρμοσθεί για μικρές αποστάσεις. Ένα επιπρόσθετο μειονέκτημα είναι ο εκσεσημασμένος θόρυβος που προκαλείται από τις υψηλές ροές οξυγόνου και εμποδίζει την επικοινωνία μεταξύ ασθενούς, ιατρού και πληρώματος. Τέλος οι επίτευξη υψηλών τιμών CPAP πάνω από 10 cmH₂O, σπάνια κατορθώνεται και κατά συνέπεια τα θεραπευτικά αποτελέσματα είναι ανάλογα.

2.4 Προδιαγραφές εξοπλισμού υποστήριξης της αναπνοής στα ασθενοφόρα

Με βάση το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 1789 : 1999 που εκδόθηκε στις 5/9/1999 και προσδιορίζει τις απαιτήσεις σχεδιασμού, απόδοσης, ελέγχου και εξοπλισμού των ασθενοφόρων και το οποίο από το 4/2000 ενέχει και για την Ελλάδα ισχύ Εθνικού προτύπου, τα ασθενοφόρα πρέπει να είναι εξοπλισμένα με τα ακόλουθα σχετικά με την υποστήριξη του αναπνευστικού:

Για τα ασθενοφόρα τύπου Β δηλαδή ασθενοφόρα σχεδιασμένα για τη μεταφορά, παροχή βασικής νοσηλείας και monitoring, απαιτείται μόνιμο σύστημα παροχής O₂ χωρητικότητας τουλάχιστον 2000L υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, φορητό σύστημα παροχής O₂, χωρητικότητας τουλάχιστον 400 L, καθώς και αυτοδιατεινόμενο ασκό AMBU με μάσκες και αεραγωγούς. Για τα ασθενοφόρα τύπου C τα οποία είναι σχεδιασμένα για την παροχή υψηλής νοσηλείας και monitoring, στον εξοπλισμό

προστίθενται οι ενδοτραχειακοί σωλήνες και αυτόματος αναπνευστήρας με βαλβίδα PEEP.

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές των ασθενοφόρων της επείγουσας προνοσοκομειακής ιατρικής που έχουν εκδοθεί από το Υπουργείο Υγείας Πρόνοιας τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αναπνευστήρα έχουν ως εξής:

- Να είναι σταθερού όγκου, βάρους μη υπερβαίνοντος τα 5 kg, ώστε να φέρεται ευχερώς από τους διασώστες, να μένει ανεπηρέαστος από τις θετικές και αρνητικές επιταχύνσεις και τις ακραίες θερμοκρασίες
- Να χρησιμοποιεί ως κύρια πηγή ενέργειας το συμπιεσμένο οξυγόνο
- Να αποδίδει αναπνεόμενο όγκο από 100ml - 1500ml και αναπνευστική συχνότητα από 0 - 40 κύκλους
- Να διαθέτει μεταβλητή και ρυθμιζόμενη σχέση εισπνοής εκπνοής 1/3 έως 2/1
- Να παράσχει τους τύπους αερισμού IPPV, SIMV, CPAP, SIMV ΚΑΙ PEEP ενσωματωμένης βαλβίδας με τιμές 0 - 15cm H₂O
- Να διαθέτει ηχητικό και οπτικό σήμα συναγερωμού για την απόκλιση του εκπνεομένου από τον προκαθορισμένο όγκο αναπνοής, για την απόκλιση από το προκαθορισμένο της μέγιστης πίεσης αεραγωγών και για την απόκλιση από το προκαθορισμένο όριο χαμηλής πίεσης

Για το σύστημα ελέγχου και τους συναγερωμούς να χρησιμοποιεί ηλεκτρικά κυκλώματα, λειτουργούντα με ρεύμα 12V μέσω επαναφορτιζόμενων μπαταριών με αυτονομία τουλάχιστον 6 ώρες

Όσον αφορά στον αυτοδιατεινόμενο ασκό AMBU, πρέπει να είναι κατασκευασμένος από σιλικονούχο υλικό, να έχει χωρητικότητα 1600ml, βαλβίδα εκπνοής, μάσκες Νο 2 έως 4, εφεδρική βαλβίδα εκπνοής, πρόσθετη βαλβίδα PEEP και reservoir οξυγόνου.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ ΣΕ ΠΡΟΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Ο ιατρός της επείγουσας ιατρικής καλείται να αντιμετωπίσει μια πλειάδα παθολογικών καταστάσεων

σε προνοσοκομειακό επίπεδο. Οι ασθενείς εμφανίζουν εξαιρετική ανομοιογένεια, όσον αφορά στην ανάγκη μηχανικής υποστήριξης, κυρίως εξαιτίας του γεγονότος ότι το πνευμονικό παρέγχυμα ή και ο θώρακας πιθανόν να εμπλέκονται στη παθολογία του αρρώστου με αποτέλεσμα να απαιτείται επιθετικός αερισμός, ή η μηχανική υποστήριξη να συμπεριλαμβάνεται στα γενικά μέτρα αποκατάστασης της ομοιοστασίας του οργανισμού. Από την άλλη μεριά τα κριτήρια ενδοτραχειακής διασωλήνωσης και μηχανικού αερισμού διαφοροποιούνται σε σχέση με το νοσοκομειακό περιβάλλον δεδομένης της απουσίας μέτρησης αερίων αρτηριακού αίματος. Στις συνθήκες αυτές, κλινικές ενδείξεις όπως η εκσεσημασμένη δύσπνοια και η ταχύπνοια, η κυάνωση, η χρήση επικουρικών αναπνευστικών μυών, η παράδοση κινητικότητας του θώρακα και της κοιλίας όπως και η διαταραχή του επιπέδου συνείδησης θα κρίνουν την ανάγκη για μηχανική υποστήριξη της αναπνοής. Από τα παρακλινικά στοιχεία, το μόνο διαθέσιμο είναι η τιμή του σφυγμικού οξυγονόμετρου η οποία πάντα πρέπει να συνεκτιμάται με την κλινική εικόνα.

Η διασωλήνωση της τραχείας και η έναρξη μηχανικού αερισμού αποτελούν άμεση προτεραιότητα σε απνοϊκούς ασθενείς. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται περιστατικά καρδιακής ανακοπής, όπου η εξασφάλιση αεραγωγού και η μηχανική υποστήριξη εντάσσονται στα πλαίσια της εξειδικευμένης υποστήριξης της ζωής. Απνοϊκοί ασθενείς είναι δυνατό να ανευρεθούν μετά από δηλητηρίαση με κατασταλτικά φάρμακα. Στις περιπτώσεις αυτές κατά την άφιξη στο τόπο του συμβάντος οι ασθενείς πάσχουν από εκσεσημασμένη υποξυγοναιμία, απαιτούν ταχεία εξασφάλιση αεραγωγού και αερισμού, το πνευμονικό παρέγχυμα όμως δεν εμπλέκεται συνήθως στην οξεία διαταραχή και η εφαρμογή πλήρως ελεγχόμενου αερισμού δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα.

Από την άλλη μεριά τα περιστατικά τραυματισμού αποτελούν το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα των πολλαπλών ευεργετικών επιδράσεων που προσφέρει ο μηχανικός αερισμός και η όσο το δυνατόν πιο σύντομη εγκατάστασή του. Στην περίπτωση της κρανιοεγκεφαλικής κάκωσης, η πτώση του επιπέδου συνείδησης με κλίμακα Γλασκόβης < 9, απαιτεί άμεση

εξασφάλιση του αεραγωγού με ενδοτραχειακή διασωλήνωση καθώς η διατήρηση βατότητας πρέπει να θεωρείται επισφαλής. Η χορήγηση επαρκούς καταστολής είναι απαραίτητη προκειμένου να προστατευθεί ο εγκέφαλος από την άνοδο της ενδοκρανίου πίεσης από το ερέθισμα του τραχειοσωλήνα και κατά συνέπεια η εφαρμογή πλήρως ελεγχόμενου αερισμού είναι αναπόδραστη ανάγκη. Ταυτόχρονα επιτυγχάνονται και άλλοι στόχοι όπως η πιθανή επίτευξη υπεραερισμού και υποκαπνίας, και κυρίως η διόρθωση της συνυπάρχουσας υποξυγοναιμίας.

Η ταχεία «προληπτική» εξασφάλιση του αεραγωγού και εγκατάσταση μηχανικού αερισμού σε περιστατικά κρανιοπροσωπικής κάκωσης όπως και κάκωσης του τραχήλου, αποτελεί μια άλλη προφανή ένδειξη εφαρμογής. Αντιθέτως, επί αποφυγής διασωλήνωσης και εφαρμογής μηχανικού αερισμού στους ασθενείς αυτούς στον τόπο του ατυχήματος, είναι εξαιρετικά πιθανή η αδυναμία εξασφάλισης του αεραγωγού μέχρι την άφιξη στο νοσοκομείο.

Οι κακώσεις του θώρακα συνιστούν ίσως την δυσκολότερη περίπτωση εφαρμογής μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής προνοσοκομειακά. Οι ασθενείς αυτοί είναι δυνατό να έχουν υπέρμετρη διαταραχή της μηχανικής του θώρακα με συνυπάρχουσα αιμοδυναμική επιβάρυνση όπως στην περίπτωση πνευμοθώρακα ή και αιμοθώρακα με συνοδό υποξυγοναιμία και υπερκαπνία, ταυτόχρονα δε να υποφέρουν από το άλγος των καταγμάτων πλευρών τα οποία προκαλούν σημαντικό περαιτέρω περιορισμό των αναπνευστικών τους κινήσεων. Από τη στιγμή που η υποξυγοναιμία δεν βελτιώνεται με τη χορήγηση οξυγόνου και ο ασθενής είναι έντονα δυσπνοικός ο θετικός αερισμός θεωρείται απαραίτητος. Οποσδήποτε πρέπει να επισημανθεί ότι επί υπόνοιας πνευμοθώρακα, η παροχέτευση του ημιθώρακιού πρέπει πάντα να προηγείται της εφαρμογής μηχανικού αερισμού με θετικές πιέσεις εξαιτίας του κινδύνου μετατροπής του σε πνευμοθώρακα υπό τάση.

Οι κακώσεις της κοιλίας είναι δυνατό στα πλαίσια της αντιμετώπισης τους να απαιτήσουν την εφαρμογή μηχανικού αερισμού. Στην περίπτωση ολιγαμικής καταπληξίας, υποξυγοναιμία ανθιστάμενη στη χορήγηση οξυγόνου αναπτύσσεται στα πλαίσια χαμηλής καρδιακής παροχής. Πέραν όμως των ακραίων αυ-

τών καταστάσεων, στην αντιμετώπιση της κάκωσης εξέχουσα θέση λαμβάνει η πρόωμη και ικανοποιητική αναλγησία και υπό αυτό το πρίσμα η εφαρμογή μηχανικού αερισμού διευκολύνει την επιθετική εφαρμογή τους. Ακριβώς η ίδια λογική διέπει την άμεση ένδειξη αναλγητικής αγωγής στον πολυκαταγματία και την συνακόλουθη συχνά έναρξη καταστολής και μηχανικού αερισμού.

Στην κατηγορία του τραύματος πρέπει να συμπεριληφθούν οι περιπτώσεις εγκαύματος και πνιγμού. Ο εγκαυματίας πρέπει να διασωληνωθεί και να υποστηριχθεί μηχανικά στην περίπτωση που το έγκαυμα περιλαμβάνει το πρόσωπο και τους ανώτερους αεραγωγούς καθώς είναι δεδομένο ότι ο αεραγωγός μετά από λίγη ώρα θα είναι αποφραγμένος από το οίδημα. Ταυτόχρονα η εισπνοή καπνού ο οποίος φέρει CO και άλλες τοξικές πιθανόν ουσίες οδηγεί σε άμεση βλάβη του πνευμονικού παρεγχύματος η οποία πρέπει να αντιμετωπιστεί πρώιμα με εφαρμογή θετικού αερισμού με υψηλή τιμή PEEP. Τέλος, ασθενείς με μεγάλες εγκαυματικές επιφάνειες, άνω του 40%, αντιμετωπίζουν μια οξεία διαταραχή μέσω της βλάβης του ενδοθηλίου και της ταχείας ολοσωματικής εξοίδησης. Στις περιπτώσεις αυτές ο θετικός αερισμός αποτελεί απαραίτητο στοιχείο της πρόωμης αντιμετώπισης. Ο ασθενής που πάσχει από πνιγμό από νερό ευεργετείται επίσης από την ταχεία εφαρμογή του μηχανικού αερισμού με υψηλές τιμές PEEP. Στην περίπτωση αυτή, το υπερωσμωτικό περιβάλλον που δημιουργείται στις κυψελίδες εύκολα οδηγεί σε εξοίδηση, διαδικασία που εμποδίζεται από τις θετικές πιέσεις. Αλλά και η καταστροφή του surfactant αφήνει απροστάτευτο το πνευμονικό παρέγχυμα στην ανάπτυξη ατελεκτασιών και υποξυγοναιμίας και επομένως η εφαρμογή μηχανικού αερισμού με συνεχή θετική πίεση έχει απόλυτη ένδειξη, ακόμα και στις περιπτώσεις όπου παρά την αρχική ασφυξία ο ασθενής έχει φαινομενικά ανανήψει.

Η οξεία καρδιακή ανεπάρκεια και η πνευμονική συμφόρηση προκαλούν σημαντική υποξυγοναιμία ανθεκτική στη χορήγηση οξυγόνου εξαιτίας της αυξημένης φλεβικής πρόσμιξης. Η εφαρμογή αερισμού με θετικές πιέσεις, είτε με τη μορφή του CPAP, είτε με τη μορφή του ελεγχόμενου θετικού αερισμού αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο της αντιμετώπισης κα-

θώς η επιτυγχανόμενη μείωση του μεταφορτίου της αριστεράς, μείωση του προφορτίου της δεξιάς και η άσκηση υψηλών υπερατμοσφαιρικών πιέσεων στις κυψελίδες καθώς και η αποτροπή κυψελιδικής εξοίδησης, λύνουν το πρόβλημα της υποξυγοναιμίας ταχύτατα στα περισσότερα των περιστατικών.

Μια από τις δυσκολότερες περιπτώσεις για την απόφαση έναρξης μηχανικού αερισμού προνοσοκομειακά αποτελεί η βαρεία ασθματική προσβολή. Το μεγάλο πρόβλημα έγκειται στην απουσία στοιχείων από

τα αέρια αίματος και κατά συνέπεια την πρόωμη διάγνωση του κάματος της θωρακικής αντλίας. Έτσι η απόφαση για εγκατάσταση μηχανικού αερισμού θα στηριχθεί κυρίως σε κλινικά κριτήρια. Οποσδήποτε, ασθενής ο οποίος διαπαράσσεται νευρολογικά, εμφανίζει υποξυγοναιμία παρά τη χορήγηση οξυγόνου, παρουσιάζει επιπόλαιες αναπνευστικές κινήσεις η και παύει να έχει ήχους από το θώρακα πρέπει ταχέως να διασωληνωθεί και να υποστηριχθεί μηχανικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Kosowsky JM, Stephanides SL, Branson RD, et al: Prehospital use of continuous positive airway pressure (CPAP) for presumed pulmonary edema: a preliminary case series. *Prehosp Emerg Care* 2001 ; 5:190-6
- 2) Regel G, Stalp M, Lehmann U, Seekamp A: Prehospital care, importance of early intervention on outcome. *Acta Anaesth. Scand Suppl* 1997; 110: 71-6.
- 3) Auble TE, Menegazzi JJ, Nicklas KA: Comparison of automated and manual ventilation in a prehospital pediatric model. *Prehosp Emerg Care* 1998 ;2: 108-11
- 4) Dockery WK, Futterman C, Keller SR et al: A comparison of manual and mechanical ventilation during pediatric transport. *Crit Care Med* 1999;27:802-6
- 5) Mackersie RC: Ventilatory support Following Major Trauma, p 303-316. In: *Handbook of Mechanical Ventilatory Support*, 2nd Ed . Stock MC and Perel A (Ed). Williams and Wilkins, Baltimore, 1997
- 6) Manual Resuscitators, p 271-286. In: *Understanding Anesthesia Equipment*, 4th Ed. Dorsch JA, Dorsch SE (Ed). Williams and Wilkins, Baltimore, 1999
- 7) Johannigman JA, Branson RD, Johnson DJ et al: Out-of-hospital ventilation: bag--valve device vs transport ventilator. *Acad Emerg Med* 1995;2:719-24
- 8) Nichols DG. Emergency management of status asthmaticus in children. *Pediatr Ann* 1996 ;25:394-400
- 9) Cupera J, Mannova J, Rihova H, Brychta P, Cundrle I. Quality of prehospital management of patients with burn injuries-a retrospective study. *Acta Chir Plast* 2002;44:59-62
- 10) Ruchholtz S, Waydhas C, Ose C, Lewan U, Nast-Kolb D; The Working Group on Multiple Trauma of the German Trauma Society. Prehospital intubation in severe thoracic trauma without respiratory insufficiency: a matched-pair analysis based on the Trauma Registry of the German Trauma Society. *J Trauma* 2002 ;52:879-86
- 11) Thomas G, Brimacombe J. Function of the Drager Oxylog ventilator at high altitude. *Anaesth Intensive Care* 1994;22:276-80
- 12) Wayne MA, Delbridge TR, Ornato JP et al. Concepts and application of prehospital ventilation. *Prehosp Emerg Care* 2001 ;5:78