

Χρήση του Συστήματος CPAP-Boussignac στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Α., ΛΑΒΡΕΝΤΙΕΒΑ Α., ΤΣΑΟΥΣΗ Γ., ΤΣΟΤΣΟΛΗΣ Ν., ΓΡΟΣΟΜΑΝΙΔΗΣ Β., ΚΑΖΑΜΙΑΣ Π., ΟΥΡΑΗΛΟΓΛΟΥ Β., ΣΚΟΥΡΤΗΣ Χ., ΣΟΦΙΑΝΟΣ Ε., ΣΕΤΖΗΣ Δ.

ΜΕΘΑ - Τμήμα Αναισθησιολογίας Π.Γ.Ν.Θ. «ΑΧΕΠΑ»

Εισαγωγή

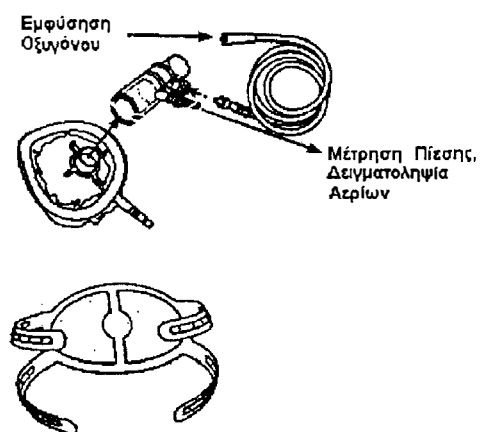
Η υποστήριξη της αναπνοής ασθενών με σύστημα συνεχούς θετικής πίεσης στις αεροφόρες οδούς (CPAP) είναι μία από χρόνια διαδεδομένη τεχνική στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας. Η χρήση συστημάτων CPAP και η αυτόματη αναπνοή σε υπερατμοσφαιρικά επίπεδα πίεσης βελτιώνει την ανταλλαγή των αερίων και ειδικότερα την οξυγόνωση των ασθενών αυξάνοντας την λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα και αποτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την σύγκλιση των κυψελίδων. Ο αερισμός υπό συνθήκες συνεχούς θετικής πίεσης μειώνει την κλίση πίεσης ανάμεσα στους ανώτερους αεραγωγούς και τις κυψελίδες και ελαττώνει πιθανώς το έργο της αναπνοής σε ασθενείς με δυναμική υπερδιάταση των πνευμόνων και ενδογενή θετική τελοεκπνευστική πίεση (auto-PEEP)¹.

Η μη επεμβατική εφαρμογή CPAP και η χρήση των αντίστοιχων συστημάτων στην καθημερινή κλινική πράξη αποτελεί αποτελεσματική και ασφαλή εναλλακτική λύση στο συμβατικό μηχανικό αερισμό των πνευμόνων σε ασθενείς με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια, στους οποίους μπορεί να επιχειρηθεί η αποφυγή της διασωλήνωσης^{2-5,7}. Η εφαρμογή συστημάτων CPAP στον τεχνητό αεραγωγό (προσωπίδα, στοματοτραχειακό σωλήνα ή σωλήνα τραχειοστομίας) αποτελεί επίσης μία δημοφιλή τεχνική σταδιακής αποδέσμευσης σε ασθενείς με δυσκολίες απεξάρτησης από το μηχανικό αερισμό.

Ειδικότερα, η εφαρμογή CPAP είναι μια αποτελεσματική μορφή μη επεμβατικής μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής σε ποικίλες κλινικές καταστάσεις, όπως το οξύ καρδιογενές πνευμονικό οίδημα, πρώιμα

στάδια του ARDS, την αποφρακτική πνευμονοπάθεια, το θωρακικό τραύμα και την πρόληψη των μετεγχειρητικών ατελεκτασιών. Σε μερικές μελέτες υποστηρίζεται ότι η χρήση των συστημάτων CPAP συνδυάζεται με μείωση του χρόνου παραμονής στη Μ.Ε.Θ. ή και της διάρκειας παραμονής στο νοσοκομείο ενώ η ενδονοσοκομειακή θνητότητα δεν φαίνεται να επηρεάζεται^{2,4,5}. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία συστημάτων και βαλβίδων που εξασφαλίζουν την διατήρηση της συνεχούς θετικής πίεσης στις αεροφόρες οδούς.

Το σύστημα CPAP-Boussignac (CPAP-B) αποτελεί μια εύχρηστη μικρή συσκευή μιας χρήσης, η οποία προσαρμοζόμενη στον τεχνητό αεραγωγό (προσωπίδα, στοματοτραχειακό σωλήνα ή σωλήνα τραχειοστομίας) παράγει και διατηρεί συνεχή θετική πίεση χωρίς την ανάγκη παρουσίας γεννήτριας ροής ή αποθεματικών ασκών σε αντίθεση με τα παραδοσιακά συστήματα CPAP (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Η συσκευή CPAP-Boussignac.

Σκοπό της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η διερεύνηση της χρησιμότητας και της αποτελεσματικότητας του συστήματος CPAP-Boussignac σε ασθενείς της Μ.Ε.Θ. με ένδειξη υποστήριξης της αναπνοής με συνεχή θετική πίεση.

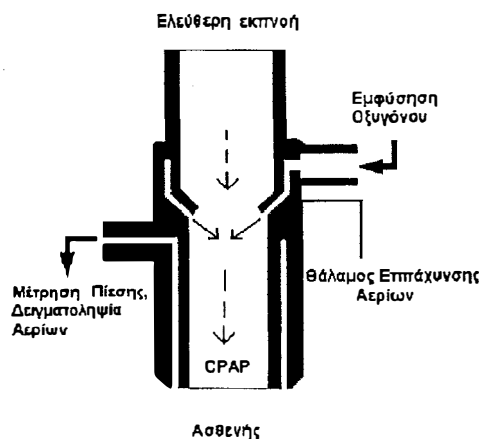
Υλικό, Μέθοδος

Το σύστημα CPAP-Boussignac (Vygon) χρησιμοποιήθηκε σε 16 ασθενείς με αυτόματη αναπνοή, ηλικίας $44 \pm 21,5$ (από 18 έως 80) ετών και κλίμακας APACHE II $12,4 \pm 4$ (από 6 έως 18). Οι παθολογικές καταστάσεις που επέβαλαν την εισαγωγή και νοσηλεία τους στη ΜΕΘ αναφέρονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1		
Αίτια εισαγωγής στη ΜΕΘ		
Αίτια	Αριθμός των ασθενών	%
Ενδοεγκεφαλική αιμορραγία	2	12.5
Εγκεφαλίτιδα	1	6.25
Πολυτραυματισμός	3	18.8
Καρδιοαναπνευστική ανεπάρκεια	2	12.5
Δηλητηρίαση	1	6.25
Μετεγχειρητική παρακολούθηση	4	25
Τραυματική βλάβη του εγκεφάλου	3	18.8

Σε 8 ασθενείς το σύστημα CPAP-B χρησιμοποιήθηκε με κλινικό στόχο την πρώιμη αποδέσμευση από το συμβατικό μηχανικό αερισμό (7 ασθενείς είχαν ήδη τραχειοστομία και σε έναν το σύστημα εφαρμόστηκε στον στοματοτραχειακό σωλήνα). Η διάρκεια της προηγηθείσας μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής με αναπνευστήρα ήταν 6 (mean) $\pm 3SD$ ημέρες. Στους υπολοίπους 8 ασθενείς το σύστημα CPAP-Boussignac εφαρμόστηκε με την βοήθεια ειδικής προσωπίδας CPAP με στόχο την κατά το δυνατόν αποφυγή της ενδοτραχειακής διασωλήνωσης και κλινική ένδειξη την αντιμετώπιση υποξυγοναιμικής οξείας αναπνευστικής ανεπάρκειας.

Το σύστημα Boussignac (Σχήμα 2) αποτελείται από δύο ομοαξονικά τοποθετημένους κυλίνδρους μήκους 20 mm και διατομής 14 και 22 mm αντίστοιχα. Ο εσωτερικός κύλινδρος είναι ανοικτός και στα δύο άκρα του και προσαρμοζόμενος στον τεχνητό αεραγωγό (προσωπίδα CPAP ή ενδοτραχειακό σωλήνα) χρησιμεύει στην εισπνοή και εκπνοή των αερίων από τον ασθενή. Ο δεύτερος κύλινδρος παραμένει κλειστός στο ένα άκρο του και μέσω ειδικής υποδοχής (τύπου Luer Lock)



Σχήμα 2. Λειτουργία της συσκευής.

συνδέεται στην επιτοίχια ή άλλη πηγή οξυγόνου. Το παρεχόμενο οξυγόνο διοχετεύεται στο μεταξύ των δύο κυλίνδρων περιορισμένο χώρο και προωθείται ακολούθως μέσω πολλαπλών οπών στο εσωτερικό του πρώτου κυλίνδρου. Κατά την έξοδο τους τα μόρια του οξυγόνου (σύμφωνα με το φαινόμενο Venturi) αφού συμπαρασύρουν μόρια ατμοσφαιρικού αέρα επιταχύνονται συγκεντρικά στο εσωτερικό του πρώτου κυλίνδρου («jet effect») δημιουργώντας μια ιδεατή πνευματική βαλβίδα. Η κινητική ενέργεια των μορίων αερίου μετατρέπεται σε πίεση και με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται συνθήκες συνεχούς θετικής πίεσης, το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από τη ροή του οξυγόνου στην παροχή και οι όποιες διακυμάνσεις της από το μέγεθος της αυτόματης αναπνευστικής δραστηριότητας του ασθενούς.

Το ανοικτό σύστημα επιτρέπει την συνεχή και ελεύθερη είσοδο και έξοδο αερίων προς εισπνοή και εκπνοή από τον ασθενή από και προς την ατμόσφαιρα και χαρακτηρίζεται από μηδαμινό νεκρό χώρο (κατάταξη E κατά Mapleson: Ayre's T-piece).

Η εισπνευστική συγκέντρωση των αερίων εξαρτάται αφενός από την προεπιλεγμένη ροή οξυγόνου στην πηγή και την αντίστοιχη πρόσμιξη αέρα (α' μηχανισμός Venturi) και αφετέρου από την εισπνευστική ροή του ασθενούς και την αντίστοιχη πρόσμιξη αέρα (β' μηχανισμός Venturi). Έτσι το τελικό εισπνεόμενο μείγμα αερίων υποβιβάζεται, όσον αφορά τη συγκέντρωση οξυγόνου, όταν η συσκευή λειτουργεί με οξυγόνο και εμπλουτίζεται, όταν η συσκευή λειτουργεί εναλλακτικά με ιατρικό πεπιεσμένο αέρα.

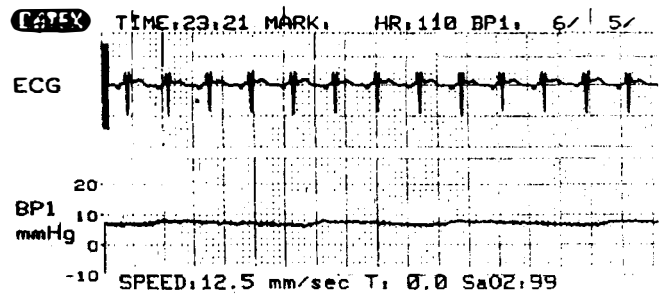
Η συσκευή Boussignac διαθέτει πλέον της υποδοχής του αερίου λειτουργίας και κοινή υποδοχή (επίσης τύπου Luer Lock) μέτρησης της πίεσης (π.χ. με μανό-

μετρο) στον εγγύς αεραγωγό και δειγματοληψίας των διακινούμενων με την αναπνοή αερίων (χρήση καπνογράφου, οξυγονογράφου). Στη μελέτη μας χρησιμοποιήθηκε μορφομετατροπέας ενέργειας (transducer) για την μέτρηση και συνεχή καταγραφή της πίεσης αεραγωγών και συσκευή καπνογράφου-οξυγονογράφου για την παρακολούθηση και καταγραφή των διακινούμενων αερίων (O_2 , CO_2) κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου (Carnomac-Oxy, Datex). Η συσκευή αυτή (Carnomac-Oxy) εξασφαλίζει τον συνεχή έλεγχο της εισπνευστικής και εκπνευστικής συγκέντρωσης οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα και επιτρέπει τον υπολογισμό της εισπνευστικής-τελοεκπνευστικής διαφοράς οξυγόνου, έναν ευαίσθητο δείκτη του αερισμού.

Η παρακολούθηση των ασθενών περιελάμβανε πέραν της κλινικής παρατήρησης και μετρήσεις του αριθμού των αναπνοών, της συστηματικής αρτηριακής πίεσης (SAP), της καρδιακής συχνότητας (HR), του ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ECG), του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο με σφυγμικό οξυγονόμετρο (SpO_2) και των αερίων αίματος στο αρτηριακό αίμα (μερική πίεση οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα PaO_2 , $PaCO_2$ και pH). Επίσης υπολογίστηκε ο λόγος PaO_2 / FiO_2 για κάθε δειγματοληψία αερίων αίματος. Κατά τη διάρκεια εφαρμογής του CPAP-Boussignac οι ασθενείς παρακολουθούνταν συνεχώς για την τυχόν εμφάνιση ανεπιθύμητων ενεργειών, επιπλοκών ή υποκειμενικών ενοχλημάτων. Τα στοιχεία, που συγκεντρώθηκαν, αναφέρθηκαν ως mean \pm SD. Η στατιστική ανάλυση έγινε με την χρήση του Student t-test, όπου $p < 0,05$ αξιολογήθηκε ως στατιστικά σημαντική παράμετρος.

Αποτελέσματα

Η διάρκεια εφαρμογής του συστήματος CPAP-Boussignac κυμάνθηκε από 5 έως 96 ώρες (μέση τιμή mean: 24,3 ώρες). Χρησιμοποιήθηκε η ελάχιστη ροή οξυγόνου στο επιτοίχιο ροόμετρο, ώστε να επιτευχθεί συνεχής θετική πίεση της τάξης των $7 \pm 2,5$ cm H_2O . Η πίεση στους αεραγωγούς (PAW) δεν παρουσίασε διακυμάνσεις μεγαλύτερες από 0,5-1,0 cm H_2O καθόλη τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου (Σχήμα 3). Η επιτευχθείσα εισπνευστική τάση του οξυγόνου κυμάνθηκε από 0,5 έως 0,75 και η εισπνευστική-τελοεκπνευστική διαφορά οξυγόνου από 3,5% έως 5,0% (Σχήμα 4). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές πριν και μία ώρα μετά την εφαρμογή του



Σχήμα 3. Καταγραφή της πίεσης αεραγωγών κατά την εφαρμογή CPAP Boussignac.



Σχήμα 4. Καταγραφή της διακίνησης των αερίων όπως αυτή αποτυπώνεται στο οξυγονογράφημα-καπνογράφημα CPAP Boussignac.

Πίνακας 2

Πίνακας 2			
Μέση τιμή (\pm standard deviation) των παραμέτρων που αξιολογήθηκαν κατά τη διάρκεια της υποστήριξης με το σύστημα CPAP-Boussignac.			
	πριν το CPAP	μετά 1 ώρα	p
Αριθμός αναπνοών (αναπνοές/min)	26 \pm 9	24.4 \pm 5	ns
PaO_2/FiO_2 (mmHg)	217 \pm 71	354 \pm 117	<0.002
$PaCO_2$ (mmHg)	37.7 \pm 6	37.6 \pm 6.6	ns
Sat Hb (%)	94.7 \pm 3	98.8 \pm 0.6	=0.0001
pH	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.07	ns
Καρδιακή συχνότητα (σφύξεις/min)	85 \pm 12	82 \pm 15	ns
Μέση αρτηριακή πίεση (mmHg)	75 \pm 10	78 \pm 11	ns

CPAP σε όλες τις μετρηθείσες παραμέτρους, με εξαίρεση τη σχέση PaO_2/FiO_2 και τον κορεσμό της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο Sat O_2 (Πίνακας 2). Σε κανέναν ασθενή δεν απαιτήθηκε τροποποίηση ή διακοπή του αρχικού σχεδιασμού εφαρμογής του συστήματος CPAP-Boussignac. Δεν αναφέρθηκαν υποκειμενικά ενοχλήματα (π.χ. δύσπνοια, δυσφορία), όπως και δεν παρατηρήθηκε καμία επιπλοκή κατά τη διάρκεια εφαρμογής του CPAP. Η αναπνευστική υποστήριξη με το σύστημα CPAP-Boussignac αποδείχθηκε αποτελεσματική, όσον αφορά τη βελτίωση της οξυγόνωσης στην υπό μελέτη ομάδα ασθενών.

Συζήτηση, Συμπεράσματα

Μόνο ελάχιστες αναφορές υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με την χρήση του συστήματος CPAP-Boussignac στη προνοσοκομειακή αντιμετώπιση των ασθενών όπως και στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας. Όλες οι μελέτες περιλαμβάνουν μικρό αριθμό περιστατικών^{3,6}. Το σύστημα CPAP-Boussignac αποτελεί μια αποτελεσματική και ασφαλή μέθοδο υποστήριξης του αναπνευστικού στην ανομοιόμορφη κατηγορία ασθενών με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια που μπορεί να αποτρέψει την διασωλήνωση και την εγκατάσταση συμβατικού μηχανικού αερισμού των πνευμόνων. Η τεχνική αυτή φαίνεται να είναι χρήσιμη κατά τη διάρκεια της αποδέσμευσης από τον μηχανικό αερισμό, ιδιαίτερα σε ασθενείς με μακροχρόνια μηχανική υποστήριξη, όπου επιβάλλεται σταδιακή αποδέσμευση από αυτή.

Στη μελέτη μας παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση της οξυγόνωσης των ασθενών μετά μία ώρα χρήσης του CPAP-Boussignac, η οποία παρέμεινε μετρούμενη σε όλη τη διάρκεια της εφαρμογής του. Μετά από μία ώρα η σχέση PaO₂/FiO₂ αυξήθηκε από 217(μέση τιμή) μέχρι 354 (p < 0.002) και ο Sat O₂ από 94.7% έως 98.8% (p < 0.0001). Τα αποτελέσματα μας είναι σύμφωνα με τα αντίστοιχα των άλλων μελετών, όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του συστήματος στην βελτίωση της ανταλλαγής των αερίων αίματος και την αποφυγή της διασωλήνωσης σε ασθενείς με οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια^{3,6}. Στη μελέτη μας εφαρμόστηκε η συνεχής καταγραφή των συγκεντρώσεων του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακος με στόχο την ακριβέστερη αξιολόγηση της λειτουργίας της συσκευής και δόθηκε έμφαση στο λεπτομερή έλεγχο της πρόσληψης και αποβολής των αερίων κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου. Η μέτρηση της τελοεκπνευστικής συγκέντρωσης οξυγόνου (αντικατοπτρίζει την παροχή οξυγόνου στις κυψελίδες), της εισπνευστικής - εκπνευστικής διαφοράς οξυγόνου (αντικατοπτρίζει την επάρκεια αερισμού), και η δυνατότητα καταγραφής των ανωτέρω παραμέτρων με τη μορφή trends εξασφάλισαν πολύτιμες πληροφορίες για την κατάσταση των ασθενών και τη λειτουργία της συσκευής. Σε περίπτωση υποαερισμού παρατηρήθηκε πρόωμη και πιο έκδηλη πτώση του τελοεκπνευστικού O₂ σε σχέση με την αύξηση του τελοεκπνευστικού διοξειδίου του άνθρακος (σχήμα 4).

Για τη λειτουργία του συστήματος CPAP απαιτήθη-

καν σχετικά χαμηλές ροές οξυγόνου (15-20 l/min) και δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις της πίεσης των αεραγωγών κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου. Η απουσία μηχανικής βαλβίδας δεν επιτρέπει την επανεισπνοή του εκπνεόμενου διοξειδίου του άνθρακος ακόμα και στην περίπτωση βλάβης ή διακοπής της παροχής οξυγόνου και συμβάλλει στην περαιτέρω μείωση του έργου αναπνοής των ασθενών. Το ανοιχτό αυτό σύστημα επιτρέπει την αναρρόφηση των εκκρίσεων και πιθανώς τη βρογχοσκόπηση, εάν αυτό απαιτηθεί, χωρίς την ανάγκη αποσύνδεσης του ασθενούς και χωρίς τον κίνδυνο υποξυγοναιμίας. Το σύστημα CPAP-Boussignac είναι απλό στην εφαρμογή και στην παρακολούθηση. Το κόστος του σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα CPAP είναι χαμηλό. Το σύστημα είναι ελαφρύ και απαιτεί μηδαμινό χώρο για την τοποθέτησή του. Δεν απαιτείται ενεργητική θέρμανση και ύγρανση των εισπνεομένων αερίων, σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα CPAP. Επίσης κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του CPAP-Boussignac (με προσωπίδα) είναι δυνατή η επικοινωνία με τον ασθενή, γεγονός που περαιτέρω βελτιώνει την ανοχή του.

Συμπερασματικά, το σύστημα CPAP-Boussignac ανταποκρίνεται πλήρως στις προδιαγραφές ενός συστήματος CPAP ως προς τη διατήρηση σταθερής της κατά περίπτωση απαιτούμενης θετικής πίεσης των αεραγωγών και τη διατήρηση των συγκεντρώσεων των διακινούμενων αερίων. Στα πλαίσια της μελέτης μας η εφαρμογή CPAP με τη συγκεκριμένη μέθοδο βελτίωσε σημαντικά την οξυγόνωση των ασθενών ασχέτως του τρόπου εφαρμογής της συσκευής στον αεραγωγό.

Η υποστήριξη της αναπνοής αποδείχτηκε αποτελεσματική σε κάθε περίπτωση, έγινε καλά ανεκτή από τους ασθενείς, ακόμη και για μεγάλο χρονικό διάστημα και πιθανώς απέτρεψε κατά περίπτωση τη διασωλήνωση. Το σύστημα CPAP-Boussignac είναι ασφαλές, εύχρηστο και οικονομικό και αποτελεί κατά τη γνώμη μας μια καλή εναλλακτική επιλογή σε μεγάλη κατηγορία ασθενών στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας και πιθανώς και σε άλλους χώρους (όπως οι χειρουργικές αίθουσες, οι χώροι ανάληψης, τα Τ.Ε.Π., οι θάλαμοι νοσηλείας και αλλού), όπου είναι επιθυμητή η εφαρμογή CPAP.

Summary

The purpose of this prospective study was to evaluate the potential clinical effectiveness and usefulness of the CPAP Boussignac system in ICU patients with acute

respiratory failure, requiring a certain form of ventilatory support. We applied the aforementioned device in sixteen patients; seven of them with tracheostomy tube, one patient with orotracheal tube and eight with ordinary CPAP face mask. Standard ICU monitoring regarding respiratory and haemodynamic parameters was applied. CPAP Boussignac support was applied using a positive pressure of 7 ± 2.5 cm HzO and FiO_2 $0.6 \pm 0.15\%$. Improvement of arterial blood gases was observed, with a statistically significant difference

in SaO_2 and PaO_2/FiO_2 after an one hour application of the CPAP Boussignac device. Mean duration of CPAP treatment was 24.3 hours (range 5hs to 96 hs). No side effects or complications were observed. The device, compared with conventional CPAP systems, seems to be more easily acceptable by patients, requires no special training, it is not bulky and inexpensive.

Keywords: Continuous Positive Airway Pressure, CPAP Boussignac; Acute Respiratory Failure; Monitoring, oxymetry, capnography.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Banner MJ, Lamprotang S, Blanch PB et al. Mechanical ventilation. In: Civetta JM, Taylor RW, Kirby RR, eds, Critical Care Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997: Chap.48, 711-744.
 2. Meduri GU, Turner RE, Abou-Shala N et al. Noninvasive positive pressure ventilation via face mask. First-line intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. Chest 1996; 109: 179-193.
 3. Wysocki M. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: better than continuous positive airway pressure? Intensive Care Med 1999; 25: 1-2.
 4. Bersten AD, Holt AW, Vedig AE et al. Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. N Engl J Med 1991; 325: 1825-1830.
 5. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. N Engl J Med 1995; 333: 817-822.
 6. L' Her E, Counturaud F, Mouline A et al. An alternative ventilatory device for difficult to wean patients with cardiac failure. Intensive Care Med 1998; 325-33
 7. Boussignac G.: Prehospital Management of Pulmonary Edema by Means of the Boussignac-Vygonô CPAP System CRITICAL CARE MEDICINE, SUPP(12):A74 2000, 118-21.
-