

Απνοϊκή οξυγόνωση για θωρακοχειρουργική επέμβαση σε ασθενείς με προηγούμενη πνευμονεκτομή

*Λωλάκος Κ¹ MD, Φορούλης Χ² MD, PhD, Αλεξίου Γ² MD, Κυπαρισσά Μ¹ MD, PhD,
Κολέττας Α³ MD, PhD, Φυντανίδου Β¹ MD, PhD, Βερονίκη Φ¹ MD, PhD,
Γροσομανίδης Β¹ MD, PhD*

ABSTRACT

Apneic oxygenation in thoracic surgery in patients with previous pneumonectomy Lolakos K, Foroulis C, Alexiou I, Kyparissa M, Kolettas A, Fyntanidou B, Veroniki F, Grosomanidis V

Anesthetic management of patients undergoing thoracic surgical procedures for lung cancer poses unique challenges to the anesthesiologist, including patients' comorbidities, lateral decubitus position, the need for lung isolation, and the associated pathophysiology during and after these procedures. Anesthetic management is even more challenging in patients with previous pneumonectomy. In this case report we present two patients (patients A and B), who had a previous history of left pneumonectomy and were scheduled for surgical resection of a tumor in the remaining right lung. Apneic oxygenation was used in both patients intraoperatively, initially by oxygen insufflation via a thin catheter advanced to the level of the carina. For a significant period of time, oxygenation was preserved in both patients. Patients A and B showed time to oxygen desaturation of 30min and 25min respectively. Hypoxemia was recognized immediately by SpO₂ decline below 90% and was confirmed via blood gas samples. Apneic oxygenation via a Mapleson-C circuit was applied successfully for hypoxemia management in both patients. Oxygen levels improved immediately and remained stable until the end of apneic oxygenation. Total duration of apneic oxygenation was 90min and 50min in patients A and B, respectively. Increase of arterial

carbon dioxide tension (PaCO₂) and subsequent respiratory acidosis were predictable results of apneic oxygenation that were corrected quickly by mechanical ventilation (MV). After the end of surgery, both patients were admitted intubated to

¹Κλινική Αναισθησιολογίας και Εντατικής Θεραπείας ΑΠΘ, ΠΓΝΘ ΑΧΕΠΑ Θεσσαλονίκη.

²Καρδιοθωρακοχειρουργική Κλινική ΑΠΘ, ΠΓΝΘ ΑΧΕΠΑ Θεσσαλονίκη.

³Κλινική «Άγιος Λουκάς» Θεσσαλονίκη.

the ICU, where weaning from MV was successful after 2hrs. Patients A and B were discharged from the ICU on first postoperative day after an uncomplicated postoperative course.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βελτίωση των χειρουργικών τεχνικών αλλά κυρίως των χημειοθεραπευτικών σχημάτων αύξησε κατά πολύ την επιβίωση των ασθενών με κακοήγη νόσο των πνευμόνων¹. Οι ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε θωρακοχειρουργική επέμβαση για κακοήγη νόσο πνευμόνων, έχουν αυξημένη πιθανότητα να υποβληθούν σε μια νέα διαγνωστική ή θεραπευτική επέμβαση, λόγω υποτροπής της αρχικής νόσου, ή εμφάνιση ενός δεύτερου πρωτοπαθούς όγκου του πνεύμονα².

Ασθενείς που υποβάλλονται σε θωρακοχειρουργικές επεμβάσεις, για κακοήθεις νόσους των πνευμόνων, ανάλογα με το είδος της επέμβασης (λοβεκτομή ή πνευμονεκτομή) υπόκεινται σε απώλεια πνευμονικού παρεγχύματος, με ότι αυτό συνεπάγεται για την άμεση και απώτερη μετεγχειρητική αναπνευστική λειτουργία, ενώ οι συνυπάρχουσες καταστάσεις και παθήσεις (αναπνευστική ανεπάρκεια, καρδιακές παθήσεις, κάπνισμα) συνεχίζουν να υφίστανται και μετά την επέμβαση.

Η χορήγηση γενικής αναισθησίας, για τη διενέργεια οποιαδήποτε χειρουργικής επέμβασης, σε ασθενή με προηγηθείσα πνευμονεκτομή, αποτελεί πρόκληση για τον αναισθησιολόγο καθώς μπορεί να συνοδεύεται από προβλήματα τόσο διεγχειρητικά όσο και κατά την άμεση

μετεγχειρητική περίοδο. Οι προκλήσεις γίνονται ιδιαίτερα έντονες και ενίοτε επικίνδυνες, όταν η χειρουργική επέμβαση αφορά το μοναδικό εναπομείναντα πνεύμονα³.

Η εξασφάλιση επαρκούς οξυγόνωσης, η διατήρηση της αιμοδυναμικής σταθερότητας αλλά και η επίτευξη αποδεκτών συνθηκών, για την πραγματοποίηση της χειρουργικής επέμβασης, αποτελούν βασικούς στόχους. Ο αναισθησιολόγος καλείται να οξυγονώσει τον ασθενή χρησιμοποιώντας τον εναπομείναντα πνεύμονα, ο οποίος θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ακίνητος για τη διενέργεια της χειρουργικής επέμβασης, αλλά και λειτουργικά ικανός, για την κατά το δυνατόν ταχύτερη αποδέσμευση του ασθενούς από το μηχανικό αερισμό⁴.

Για την επίτευξη των ως άνω αναφερόμενων στόχων, ο αναισθησιολόγος δύναται να επιλέξει και να αποφασίσει, βάσει της υποκείμενης κατάστασης του ασθενούς, της συνυπάρχουσας παθολογίας, του είδους της χειρουργικής προσπέλασης (θωρακοτομή ή θωρακοσκοπική τεχνική), τις δυνατότητες του εκάστοτε κέντρου και την προσωπική του εμπειρία, κάποια από τις παρακάτω τεχνικές^{3,4}: 1. Διαλείπουσα άπνοια, 2. Συμβατικός αερισμός θετικών πιέσεων με μικρούς αναπνεόμενους όγκους, 3. Υψίσυχνος αερισμός, 4. Εκλεκτικός αποκλεισμός λο-

βού/λοβών ή βρογχοπνευμονικού τμήματος, 5. Εξωσωματική οξυγόνωση με τη χρήση κλασικής εξωσωματικής κυκλοφορίας ή τοποθέτησης συστήματος ECMO (Extra Corporeal Membrane Oxygenation) 6. Απνοϊκή οξυγόνωση. Η όποια απόφαση που θα ληφθεί για την τεχνική που θα ακολουθηθεί, θα πρέπει να λαμβάνεται, αξιολογώντας τα υπέρ και τα κατά της τεχνικής και πάντα σε συνεργασία χειρουργών και αναισθησιολόγων.

Η απνοϊκή οξυγόνωση αποτελεί μια εναλλακτική τεχνική οξυγόνωσης, η οποία συνίσταται στη συνεχή χορήγηση O₂, με ποικίλες ροές (2-10 lt/min), δια μέσου ενός καθετήρα που είναι τοποθετημένος πάνω από την καρίνα της τραχείας. Η απνοϊκή οξυγόνωση διατηρεί για σημαντικό χρονικό διάστημα την οξυγόνωση του αίματος σε συνθήκες άπνοιας, η διάρκεια της όμως περιορίζεται από την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα και την επακόλουθη αναπνευστική οξέωση⁵.

Σε αυτή την παρουσίαση γίνεται αναφορά δυο περιπτώσεων ασθενών, με ιστορικό αριστερής πνευμονεκτομής, στους οποίους εφαρμόστηκε απνοϊκή οξυγόωση, για την αφαίρεση μάζας από τον εναπομείναντα δεξιό πνεύμονα.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ

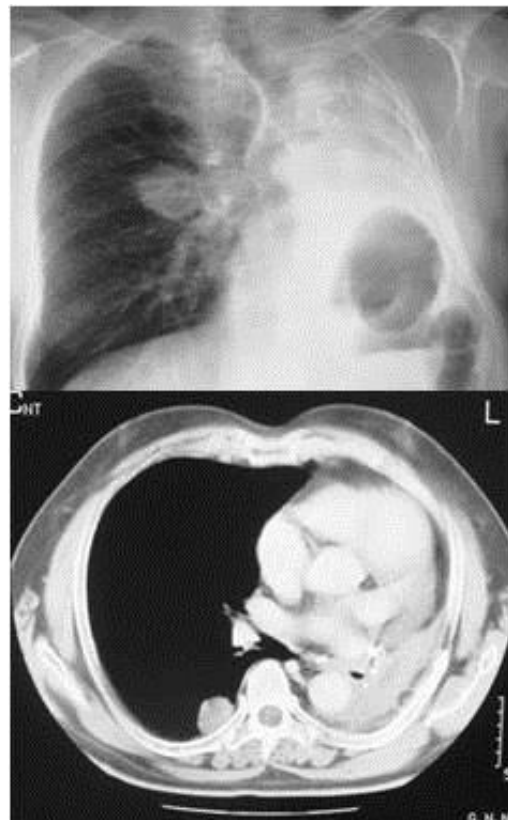
Ασθενής Πρώτος (Α)

Ανδρας ηλικίας 64ετών, σωματικού βάρους 83kg, BMI 29 και κατάταξης κατά ASA-PS 3 προγραμματίστηκε για αφαίρεση μορφώματος από τον κάτω λοβού του δεξιού πνεύμονα (εικ.

1). Ο ασθενής είχε ιστορικό προηγηθείσας αριστερής πνευμονεκτομής προ έτους, λόγω κακοήθους νεοπλασίας αριστερού πνεύμονα την οποία ανέχτηκε καλά χωρίς προβλήματα την άμεση και απώτερη μετεγχειρητική περίοδο.

Από το ιστορικό του ασθενούς αναφέρεται διακοπή καπνίσματος προ έτους, χωρίς άλλα συνοδά προβλήματα υγείας. Η λειτουργική του κατάσταση, όπως εκτιμήθηκε με βάση τα μεταβολικά ισοδύναμα (METS), ήταν καλή (>4-5METS).

Εικόνα 1. Προεγχειρητική ακτινογραφία και αξονική τομογραφία θώρακα του πρώτου ασθενή (Α).

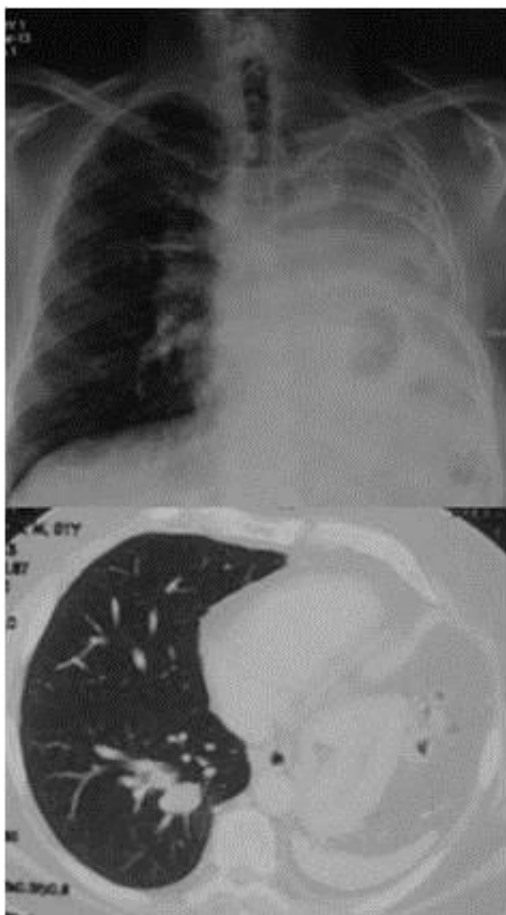


Παρατηρείται μετατόπιση των δομών του μεσοθωρακίου αριστερά, ελικοειδής πορεία της τραχείας και υπερδιάταση του δεξιού πνεύμονα.

Ασθενής Δεύτερος (B)

Ανδρας ηλικίας 51 ετών, σωματικού βάρους 132kg, BMI 35,8 και κατάταξης κατά ASA-PS 3, υποβλήθηκε σε προγραμματισμένη επέμβαση εκτομής μάζας του δεξιού πνεύμονα. Ο ασθενής είχε ιστορικό προηγηθείσας αριστερής πνευμονεκτομής προ πενταετίας (εικ. 2). Από το ιστορικό του ασθενούς αναφέρεται αρτηριακή υπέρταση και σακχαρώδης διαβήτης, για τα οποία βρισκόταν υπό αγωγή. Ο ίδιος περιγράφει καλή λειτουργική κατάσταση (>4-5METs).

Εικόνα 2. Προεγχειρητική ακτινογραφία και αξονική τομογραφία θώρακα του δεύτερου ασθενή (B).



Και στους δύο ασθενείς, ο απεικονιστικός προεγχειρητικός έλεγχος ήταν ελεύθερος μεταστάσεων λεμφαδένων του μεσοθωρακίου καθώς και απομακρυσμένων μεταστατικών εστιών. Η προεγχειρητική τους σπιρομέτρηση έδειξε ότι οι τιμές των παραμέτρων (Forced Vital Capacity – FVC και Forced Expiratory Volume in one second- FEV1) ήταν εντός των προβλεπόμενων ορίων, λαμβάνοντας πάντα υπόψη το αφαιρεθέν τμήμα του πνεύμονα. Τα ευρήματα στο διαθωρακικό υπερηχογράφημα καρδιάς και για τους δύο ασθενείς, έδειξαν φυσιολογική συσταλτικότητα αριστερής κοιλίας με κλάσμα εξωθήσεως (EF) 65%, φυσιολογική λειτουργικότητα της δεξιάς κοιλίας και την μη ύπαρξη βαλβιδοπαθειών. Να σημειωθεί ότι η προεγχειρητική αναισθησιολογική επίσκεψη των ασθενών έγινε προηγούμενη της επέμβασης και λήφθηκε ενυπόγραφη συγκατάθεσή τους.

Λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των ασθενών, το είδος της επέμβασης, τις δυνατότητες του νοσοκομείου μας και την υπάρχουσα εμπειρία, αποφασίστηκε η εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης για τη διενέργεια της χειρουργικής επέμβασης.

Για προνάρκωση και στους δύο ασθενείς χορηγήθηκε βρωμαζεπάμη δύο ώρες πριν την προγραμματισμένη ώρα επέμβασης. Μετά την άφιξη των ασθενών στη χειρουργική αίθουσα και την τοποθέτησή τους στο χειρουργικό τραπέζι τους χορηγήθηκε οξυγόνο με μάσκα και τοποθετήθηκε περιφερικός φλεβικός καθετήρας.

Στους ασθενείς εκτός από το βασικό monitoring έγινε καθετηριασμός της αριστερής κερκιδικής αρτηρίας για την άμεση μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και τη λήψη δείγματος αερίων αίματος.

Η εισαγωγή στην αναισθησία έγινε με ενδοφλέβιο χορήγηση φεντανύλης (3μg/kg), λιδοκαΐνης (1mg/kg), θειοπεντάλης (3mg/kg) και ροκουρονίου (0,8mg/kg). Μετά την εγκατάσταση της μυοχάλασης, πραγματοποιήθηκε στοματοτραχειακή διασωλήνωση με κοινό ενδοτραχειακό σωλήνα Νο 8,5 και εγκατάσταση μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής. Οι παράμετροι που επιλέχθηκαν για τον μηχανικό αερισμό ήταν (Tidal Volume-Vt: 6ml/kg, Respiratory Rate-RR: 12/min, Fraction of inspired oxygen-FiO₂: 1 και Positive end-expiratory pressure-PEEP: 5 cmH₂O).

Στη συνέχεια έγινε τοποθέτηση κεντρικού φλεβικού καθετήρα (με δυνατότητα συνεχούς μέτρησης του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο στο αίμα του δεξιού κόλπου) στην αριστερή υποκλείδιο φλέβα καθώς και ουροκαθετήρα με δυνατότητα θερμομέτρησης και ωριαίας μέτρησης της παραγωγής ούρων.

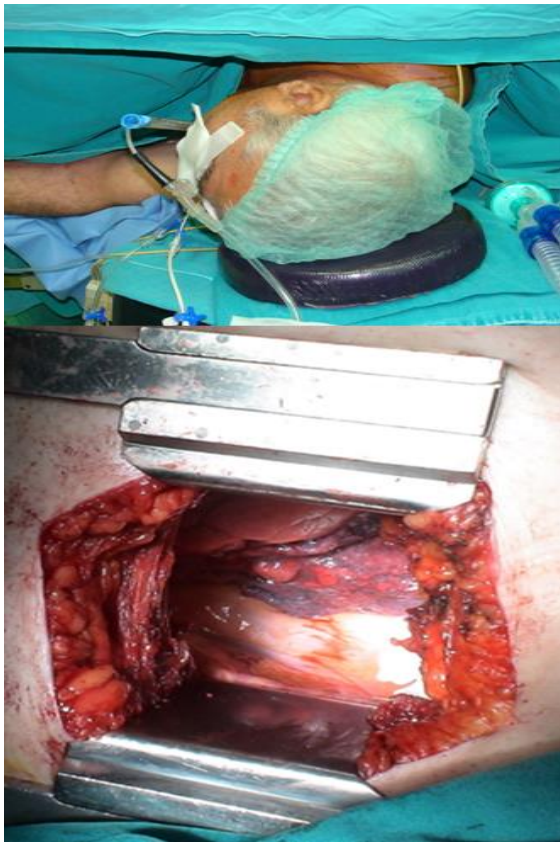
Η διατήρηση της αναισθησίας έγινε με συνεχή ενδοφλέβιο χορήγηση προποφόλης, η διατήρηση της μυοχάλασης με συνεχή ενδοφλέβιο χορήγηση ροκουρονίου, ενώ με την έναρξη της χειρουργικής επέμβασης χορηγήθηκε επιπλέον φεντανύλη 10μg/kg.

Πριν τη διάνοιξη του ημιθωρακίου έγινε διακοπή του μηχανικού αερισμού και ξεκίνησε η εμφύσηση οξυγόνου στο ύψος της τρόπιδας, μέσω ενός καθετήρα 10CH με ροή 10L/min (εικ.3). Τριάντα λεπτά μετά την εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης στον ασθενή Α και είκοσι πέντε λεπτά στον ασθενή Β, λόγω χειρουργικών χειρισμών καταγράφηκε πτώση του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο στο περιφερικό αίμα (SPO₂<90%). Άμεσα λήφθηκε δείγμα αερίων αίματος για την επιβεβαίωση της υποξυγοναιμίας, αφαιρέθηκε ο καθετήρας (δια μέσου του οποίου γινόταν εμφύσηση οξυγόνου) και η απνοϊκή οξυγόνωση συνεχίστηκε (μέχρι το τέλος της επέμβασης) με την χρήση ενός συστήματος Mapleson C, με τις κατάλληλες ρυθμίσεις ώστε η έκπτυξη του πνεύμονα να μην εμποδίζει στη διενέργεια της επέμβασης (εικ.4).

Και στους δύο ασθενείς λήφθηκαν δείγματα αρτηριακού και φλεβικού αίματος για τη μέτρηση αερίων αίματος στις παρακάτω χρονικές στιγμές: μέτρηση 1: μετά την εισαγωγή στην αναισθησία, την εγκατάσταση μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής και την τοποθέτηση του ασθενούς σε πλάγια θέση, μέτρηση 2: 20min εφαρμογής απνοϊκής οξυγόνωσης με την εμφύσηση οξυγόνου, μέτρηση 3: Εμφάνιση υποξυγοναιμίας, μέτρηση 4: 15min μετά την εφαρμογή του συστήματος Mapleson C, μέτρηση 5: Τέλος της απνοϊκής οξυγόνωσης, μέτρηση 6: 20min μηχανικός αερισμός, μέτρηση 7: Αφίξη στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, μέτρηση 8:

Μετά την αποδιασωλήνωση, μέτρηση 9: Δύο ώρες μετά την αποδιασωλήνωση, μέτρηση 10: Κατά την έξοδο από τη ΜΕΘ. Στις αντίστοιχες χρονικές στιγμές καταγράφηκε η καρδιακή συχνότητα, η συστηματική αρτηριακή πίεση, η κεντρική φλεβική πίεση, ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο στο περιφερικό αίμα (SPO₂) και στο αίμα του δεξιού κόλπου (ScVO₂) και το τελοεκπνευστικό διοξείδιο του άνθρακα (ETCO₂). Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των δειγμάτων αερίων αρτηριακού αίματος, φαίνονται στον πίν. 1.

Εικόνα 3. Εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης με εμφύσηση οξυγόνου και χειρουργικό πεδίο από τον ασθενή Α.



Εικόνα 4. Εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης με σύστημα mapleson C και χειρουργικό πεδίο από τον ασθενή Β.



Μετά την αφαίρεση του μορφώματος, τη συρραφή του πνεύμονα και την αιμόσταση, έγινε έλεγχος διαφυγών, τοποθέτηση σωλήνα θωρακικής παροχέτευσης, σύγκλιση του θωρακικού τοιχώματος και τελικά επανασύνδεση των ασθενών στον αναπνευστήρα και μεταφορά στη ΜΕΘ. Η αναλγησία αντιμετωπίστηκε μετεγχειρητικά με iv στάγδην χορήγηση μορφίνης (2mg/h), παρακεταμόλης 1gr/6h και λορνοξι-

κάμης 8mg/12h. Και οι δύο ασθενείς αποδια-
σωληνώθηκαν δύο ώρες μετά την άφιξη τους
στην ΜΕΘ, και μεταφέρθηκαν σε θάλαμο νο-

σηλείας το επόμενο πρωί. Η μετεγχειρητική
τους πορεία ήταν ομαλή.

Πίνακας 1. Μετρήσεις Αερίων Αρτηριακού Αίματος για τους ασθενείς Α και Β.

	Μέτρηση 1		Μέτρηση 2	
	Ασθενής Α	Ασθενής Β	Ασθενής Α	Ασθενής Β
pH	7,35	7,41	7,19	7,2
PaO ₂ (mmHg)	482	418	251	189
PaCO ₂ (mmHg)	44,2	41	70,7	68
SPO ₂ (%)	100	100	99,2	99
Μέτρηση 3		Μέτρηση 4		
pH	7,15	7,2	7,04	7,14
PaO ₂ (mmHg)	50,2	74	116	382
PaCO ₂ (mmHg)	82,7	80	105	92
SPO ₂ (%)	89,9	90	95,4	100
Μέτρηση 5		Μέτρηση 6		
pH	6,9	7,1	7,2	7,34
PaO ₂ (mmHg)	233	345	398	528
PaCO ₂ (mmHg)	151	135	60,4	49,8
SPO ₂ (%)	98,4	100	99,6	100
Μέτρηση 7		Μέτρηση 8		
pH	7,36	7,46	7,34	7,31
PaO ₂ (mmHg)	390	461	253	177
PaCO ₂ (mmHg)	40,2	33,2	44	53,6
SPO ₂ (%)	100	100	100	99
Μέτρηση 9		Μέτρηση 10		
pH	7,38	7,34	7,38	7,33
PaO ₂ (mmHg)	185	173	230	150
PaCO ₂ (mmHg)	44	50	45	50
SPO ₂ (%)	99,7	99	99,8	99

PaO₂: μερική πίεση του O₂ στο αρτηριακό αίμα, PaCO₂:μερική πίεση του CO₂ στο αρτηριακό αίμα, SpO₂:ποσοστό κορεσμού O₂ στο αίμα.

Η εισπνεόμενη συγκέντρωση οξυγόνου στις μετρήσεις 1,6&7 ήταν 100%. Στις μετρήσεις 8–10 χορηγούνταν οξυγόνο με μάσκα και ροή 10l/min. Η χορήγηση οξυγόνου κατά την εφαρμογή της απνοϊκής οξυγόνωσης πραγματοποιήθηκε με επιτόχιο ροόμετρο. Οι μετρήσεις 3,4,5 αντιστοιχούν σε κλινικά γεγονότα και δεν έχουν την ίδια χρονική απόσταση από την έναρξη της απνοϊκής οξυγόνωσης.

Ο συνολικός χρόνος εφαρμογής απνοϊκής οξυγόνωσης ήταν 90 min και 50 min στον ασθενή Α και Β αντίστοιχα. Οι αντίστοιχοι χειρουργικοί χρόνοι ήταν 130 και 90min.

Οι ασθενείς σε όλη τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, αλλά και κατά την παραμονή τους στην ΜΕΘ, ήταν αιμοδυναμικά σταθεροί και δεν χρειάστηκαν υποστήριξη με ινότροπα και αγγειοδραστικά φάρμακα. Η αναμενόμενη μέτρια αύξηση της συστηματικής αρτηριακής πίεσης και της καρδιακής συχνότητας, κατά την διάρκεια της υπερκαπνίας, αντιμετωπίστηκε με αύξηση του βάθους αναισθησίας. Να σημειωθεί ότι ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο στο κεντρικό φλεβικό αίμα, ακόμα και κατά την διάρκεια της υποξυγοναιμίας διατηρήθηκε σε επίπεδα μεγαλύτερα του 70%.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι ασθενείς με προηγούμενο ιστορικό λοβεκτομής ή πνευμονεκτομής, εξαιτίας κακοήθειας πνεύμονα που έχουν θεραπευτεί επιτυχώς, εξακολουθούν να διατρέχουν τον κίνδυνο επανεμφάνισης της νόσου. Η πνευμονεκτομή, αν και αποτελεί μια ακρωτηριαστική θεραπευτική αντιμετώπιση, για τον καρκίνο του πνεύμονα, σε αρκετές περιπτώσεις αποτελεί τη χειρουργική επέμβαση εκλογής. Έχει διαπιστωθεί ότι αυξάνει κατά πολύ την επιβίωση με αποδεκτή λειτουργική κατάσταση και ποιότητα ζωής, εφόσον οι ενδείξεις που αφορούν στον ασθενή και στη νόσο είναι σωστές. Οι ασθενείς αυτοί είναι δυνατόν να υποβληθούν εκ νέου σε μια χει-

ρουργική επέμβαση για μεταστατικό ή δεύτερο πρωτοπαθή όγκο στον εναπομείναντα πνεύμονα ή επίσης σε μια μη θωρακοχειρουργική επέμβαση^{1,2,6-10}.

Οι πρώτες χειρουργικές επεμβάσεις για καρκίνο πνεύμονα σε ασθενείς με προηγηθείσα πνευμονεκτομή τοποθετούνται χρονικά στο 1950. Μέχρι και τις προηγούμενες δεκαετίες η πραγματοποίηση ανάλογης επέμβασης θεωρούνταν απόλυτη αντένδειξη εξαιτίας των μειωμένων εφεδρειών των ασθενών, των τεχνικών χαρακτηριστικών σχετικά με την εντόπιση του όγκου και των ογκολογικών κριτηρίων σχετικά με το μέγεθος του όγκου, την παρουσία πολλαπλών όγκων, την μετάσταση σε λεμφαδένες του μεσοθωρακίου και την παρουσία απομακρυσμένων μεταστάσεων. Άξιο αναφοράς είναι ωστόσο το γεγονός ότι η χειρουργική θεραπεία δεν προσφερόταν ακόμα και σε ασθενείς με επαρκείς λειτουργικές εφεδρείες και χωρίς μεταστάσεις εξαιτίας της λανθασμένης αντίληψης, περί εξ ορισμού αδυνάτου πραγματοποίησης ενός τέτοιου χειρουργείου. Μικρές σειρές περιστατικών ήρθαν να ανατρέψουν το ως άνω δόγμα υποστηρίζοντας ότι η περιορισμένης έκτασης εκτομή πνεύμονα, σε κατάλληλα επιλεγμένους ασθενείς, σχετίζεται με αποδεκτή θνητότητα και θνησιμότητα, και δύναται να προσφέρει μακρόχρονη επιβίωση με καλή ποιότητα ζωής ιδίως σε αυτούς που εμφάνισαν έναν δεύτερο πρωτοπαθή όγκο και όχι υποτροπή του προηγούμενου¹¹⁻¹⁷.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα διαχείρισης σε αυτές τις επεμβάσεις είναι η ανεύρεση τρόπου οξυγόνωσης του ασθενούς κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Οι πρώτες χειρουργικές επεμβάσεις έγιναν με τη χρήση εξωσωματικής κυκλοφορίας. Η εξωσωματική κυκλοφορία με την χρήση ECMO ή μιας κλασικής εξωσωματικής κυκλοφορίας, εξασφαλίζει καλές χειρουργικές συνθήκες, αλλά απαιτεί τον ηπαρινισμό του ασθενούς και ενοχοποιείται για διασπορά καρκινικών κυττάρων. Η χρήση φλεβοφλεβικού ECMO αποτελεί περισσότερο ελκυστική λύση, καθώς εξασφαλίζει καλές συνθήκες οξυγόνωσης, αποβολής του διοξειδίου του άνθρακα, συνοδεύεται με πολύ λιγότερες ανεπιθύμητες ενέργειες και η υποστήριξη του ασθενούς μπορεί να συνεχιστεί και στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας¹⁸⁻³².

Η διαλείπουσα άπνοια μέσω ενός κοινού ενδοτραχειακού σωλήνα, είναι μια απλή τεχνική, κατά την οποία εφαρμόζεται αερισμός του ασθενούς σε συνδυασμό με σύντομες περιόδους άπνοιας. Σε αυτές τις σύντομες περιόδους άπνοιας, κατά τις οποίες πραγματοποιούνται οι χειρισμοί, οι οποίοι περιορίζονται χρονικά, ενώ οι επαναλαμβανόμενοι κύκλοι ατελεκτασίας-επανάπτυξης του πνεύμονα αυξάνουν τον κίνδυνο πνευμονικής βλάβης^{4,33,34}.

Ο συμβατικός αερισμός θετικών πιέσεων με μικρούς αναπνεόμενους όγκους και αναπνευστική συχνότητα, ενώ υπόσχεται καλά επίπεδα οξυγόνωσης δεν εξασφαλίζει καλές χειρουργι-

κές συνθήκες καθώς παρεμβαίνει στο χειρουργικό πεδίο³⁵.

Ο υψίσυχνος αερισμός HFV (High frequency ventilation) διακρίνεται στον υψίσυχο αερισμό θετικών πιέσεων HFPPV (High Frequency Positive Pressure Ventilation), στον υψίσυχο jet αερισμό HFJV (High Frequency Jet Ventilation) και στον υψίσυχο αερισμό ταλάντωσης HFOV (High Frequency Oscillatory Ventilation). Όλοι οι ανωτέρω αναφερόμενοι τύποι HFV έχουν εφαρμοστεί σε χειρουργία ασθενών, μετά από προηγηθείσα πνευμονεκτομή, υπόσχονται καλή οξυγόνωση και αποβολή CO₂ και καλές χειρουργικές συνθήκες, απαιτούν όμως την ύπαρξη εξειδικευμένου μηχανήματος. Low Frequency Jet Ventilation μπορεί να πραγματοποιηθεί και χειροκίνητα³⁶⁻⁴³.

Η απνοϊκή οξυγόνωση (Apeic Oxygenation) αποτελεί μια εναλλακτική μορφή οξυγόνωσης, γνωστή εδώ και πολλά χρόνια, και για την εφαρμογή της δεν απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός. Στην κλασική της μορφή εφαρμόζεται με συνεχή χορήγηση οξυγόνου με ποικίλες ροές (2-10 lt/min) διαμέσου ενός καθετήρα το άκρο του οποίου βρίσκεται πάνω από την καρίνα της τραχείας⁵.

Εκτός από αυτήν την εκδοχή που αποτελεί την ενδοτραχειακή απνοϊκή οξυγόνωση, υπάρχει και η ενδοβρογχική απνοϊκή οξυγόνωση, που πραγματοποιείται με καθετήρα τοποθετημένο μέσα σε έναν από τους δύο κύριους βρόγχους ή με δύο καθετήρες τοποθετημένους στον καθένα

από τους δυο κύριους βρόγχους. Η εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τους Draper, Whitehead και Spencer το 1947 και δεν έχει λάβει μέχρι σήμερα ευρεία αποδοχή αν και έχει μελετηθεί και από άλλους ερευνητές.

Η τεχνική αυτή μπορεί να διατηρήσει την οξυγόνωση του αίματος, σε συνθήκες άπνοιας, για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο χρόνος εφαρμογής της περιορίζεται από την αύξηση του PaCO₂ και την επακόλουθη αναπνευστική οξέωση. Ο μηχανισμός δράσης της απνοϊκής οξυγόνωσης μας παραπέμπει στους μηχανισμούς ανταλλαγής αερίων στο επίπεδο της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης 1959 οι Frumin, Epstein και Cohen χρησιμοποίησαν τον όρο απνοϊκή οξυγόνωση αντί του μέχρι τότε χρησιμοποιούμενου όρου οξυγόνωση διάχυσης, θέλοντας με αυτόν τον τρόπο να τονίσουν ότι η διάχυση δεν είναι ο μόνος μηχανισμός διατήρησης της οξυγόνωσης κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, καθώς οι αποστάσεις που πρέπει να διανύσει το οξυγόνο μέχρι να φθάσει στις κυψελίδες είναι απαγορευτικά μεγάλες.

Η απνοϊκή οξυγόνωση εφαρμόζεται (κατά τη δοκιμασίας άπνοιας) στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας, στις δοκιμασίες εγκεφαλικού θανάτου, σε θωρακοχειρουργικές επεμβάσεις, σε καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις (κατά τη φάση παρασκευής της έσω μαστικής αρτηρίας), ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες αδύνατης διασωλήνωσης και αδύνατου αερισμού⁴⁴⁻⁵³.

Στους ασθενείς που αναφέραμε επιλέξαμε την εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης για την πραγματοποίηση της επέμβασης. Πέραν της εφαρμογής ηψίσυχνου αερισμού, υπήρχε η δυνατότητα εφαρμογής όλων των άλλων τεχνικών. Προτιμήθηκε όμως η εφαρμογή της απνοϊκής οξυγόνωσης γιατί εξασφαλίζει καλές συνθήκες οξυγόνωσης, άριστες χειρουργικές συνθήκες για τη διενέργεια της επέμβασης ενώ υπήρχε η ανάλογη εμπειρία και ο αναμενόμενος χειρουργικός χρόνος ήταν μικρός.

Αρχικά η εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης έγινε με την εμφύσηση οξυγόνου δια μέσου ενός λεπτού καθετήρα, το άκρο του οποίου υπολογίστηκε να είναι στο ύψος της τρόπιδας. Ιδανικά το άκρο του καθετήρα θα πρέπει να είναι όσο γίνεται κοντύτερα στην αναπνευστική μεμβράνη. Στις παρούσες περιπτώσεις ασθενών θα έπρεπε να είναι αμέσως μετά τον διχασμό της τραχείας (καθώς ο βρόγχος του δεξιού άνω λοβού εκφύεται αμέσως μετά) μέσα στον δεξιό κύριο βρόγχο, γεγονός το οποίο δεν είχαμε τη δυνατότητα να επιβεβαιώσουμε με τη χρήση εύκαμπτου βρογχοσκοπίου^{5,44,53}.

Η οξυγόνωση διατηρήθηκε σε αποδεκτά επίπεδα για σημαντικό χρονικό διάστημα, όπως αποδεικνύεται από το δείγμα αερίων αίματος που πάρθηκε στα πρώτα είκοσι λεπτά εφαρμογής της απνοϊκής οξυγόνωσης. Επιδείνωση υπήρξε στα 30 και στα 25min στον πρώτο και στο δεύτερο ασθενή αντίστοιχα. Ο σημαντικότερος λόγος επιδείνωσης κατά την εφαρμογή απνοϊκής

οξυγόνωσης είναι η δημιουργία ατελεκτασιών, γεγονός στο οποίο συνεισφέρουν και οι χειρουργικοί χειρισμοί. Η αντιμετώπιση της υποξυγοναιμίας μπορεί να γίνει με αύξηση των ροών, με διαλείπουσα έκπτυξη των πνευμόνων και συνέχιση της εμφύσησης διά μέσου καθετήρα, με έκπτυξη των πνευμόνων και εφαρμογή συστήματος CPAP (επιλέγοντας την κατάλληλη πίεση που να μην εμποδίζει τη χειρουργική επέμβαση), διακοπή της απνοϊκής οξυγόνωσης και εφαρμογή μηχανικού αερισμού μέχρι τη βελτίωση της οξυγόνωσης. Η εφαρμογή CPAP αποτελεί τη βέλτιστη τεχνική καθώς αποκαθιστά την οξυγόνωση χωρίς να χρειάζεται εφαρμογή μηχανικού αερισμού και να επιβάλλει διακοπή της επέμβασης. Η χρήση του συστήματος Mapleson C (το οποίο χρησιμοποιήθηκε στους δικούς μας ασθενείς) για την εφαρμογή CPAP αποτελεί μια άμεσα διαθέσιμη λύση με καλά αποτελέσματα. Μοναδικό πρόβλημα κατά την τεχνική αυτή αποτελεί ο ταχύτερος ρυθμός αύξησης του CO₂. Υπερδιάταση των πνευμόνων μπορεί να υπάρξει σε μεγαλύτερο ποσοστό από την εφαρμογή CPAP από ότι με την εμφύσηση, αλλά καθώς το όποιο αποτέλεσμα των παρεμβάσεων είναι άμεσα ορατό, είναι εύκολα διαχειρίσιμο με μείωση των ροών και της εφαρμοζόμενης πίεσης^{34,54}.

Η εφαρμογή CPAP στους ασθενείς που αναφέραμε ήταν αποτελεσματική και διατήρησε την οξυγόνωση σε καλά επίπεδα μέχρι το τέλος της απνοϊκής οξυγόνωσης.

Η υπερκαπνία από την εφαρμογή απνοϊκής οξυγόνωσης και η επακόλουθη αναπνευστική οξέωση ήταν αναμενόμενη, αλλά καθώς δεν υπήρχε υποκείμενη παθολογία υποχώρησε σε μικρό χρονικό διάστημα με την εφαρμογή μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής^{5,44,45,55-59}.

Η επιδείνωση της οξυγόνωσης που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια εφαρμογής της απνοϊκής οξυγόνωσης αντιμετωπίστηκε άμεσα και αποτελεσματικά με τις κατάλληλες παρεμβάσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η περιορισμένης έκτασης εκτομή πνευμονικού παρεγχύματος, σε ασθενείς με προηγηθείσα πνευμονεκτομή, μπορεί να πραγματοποιηθεί με ασφάλεια σε ασθενείς με τις κατάλληλες καρδιοαναπνευστικές εφεδρείες. Η απνοϊκή οξυγόνωση αποτελεί έναν αποδεκτό τρόπο οξυγόνωσης κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης και μπορεί να διατηρήσει επαρκή οξυγόνωση για σημαντικό χρονικό διάστημα.

Η υπερκαπνία που προκαλείται και η αναπνευστική οξέωση είναι αναμενόμενες, περιορίζουν όμως την χρονική εφαρμογή της τεχνικής. Οι τιμές της μερικής πίεσης του διοξειδίου του άνθρακα σχετίζονται κατά κύριο λόγο με τη χρονική διάρκεια εφαρμογής της απνοϊκής οξυγόνωσης και ο μόνος αποτελεσματικός τρόπος μείωσης τους είναι ο μηχανικός αερισμός του ασθενούς.

Σε απουσία προϋπάρχουσας παθολογίας των πνευμόνων, η εφαρμογή μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής ομαλοποιεί σε μικρό χρονικό

διάστημα το PaCO₂ και υποστρέφει την αναπνευστική οξείωση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Newington D, Ismail S. Laparoscopic Cholecystectomy in a Patient with Previous Pneumonectomy: A Case Report and Discussion of Anaesthetic Considerations. *Case Reports in Anesthesiology* Vol 2014, ID 582078.
2. Toufektzian L, Patris V, Potaris K, et al. Is it safe and worthwhile to perform pulmonary resection after contralateral pneumonectomy? *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 2015; 20:265–9.
3. Kozian A, Schilling T, Strang c, et al. Anesthetic considerations in patients with previous thoracic surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2006; 19:26–33.
4. Durkin C, Lohser J. Oxygenation and Ventilation Strategies for Patients Undergoing Lung Resection Surgery After Prior Lobectomy or Pneumonectomy *Curr Anesthesiol Rep* 2016; 6:135–4.
5. Kolettas A, Grosomanidis V, Kolettas V, et al. Influence of apnoeic oxygenation in respiratory and circulatory system under general anaesthesia. *Journal of Thoracic Disease* 2014; 6:116-45.
6. Liu Y, Cui P, Yang Z, et al. Right lower lobectomy eight years after left pneumonectomy for a second primary lung cancer. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2013, 8:46.
7. Bertoglio P, Lyberis P, Viti A, et al. Surgery after pneumonectomy: it is all a matter of balance. *AME Med J* 2017; 2:166.
8. Tsitsias T, Gupta P, Lau K, et al. Pulmonary Resection for Metachronous Lung Cancer Following Contralateral Pneumonectomy. *Open Journal of Thoracic Surgery* 2013; 3:15-18.
9. Brunelli A, Socci L, Refai M, et al. Quality of Life Before and After Major Lung Resection for Lung Cancer: A Prospective Follow-Up Analysis. *Ann Thorac Surg* 2007; 84:410–6.
10. Algar F, Alvarez A, Salvatierra A, et al. Predicting pulmonary complications after pneumonectomy for lung cancer. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2003; 23:201–8.
11. Barker J, Year W, Krieger B. Right Upper Lobectomy Twenty After Left Pneumonectomy. Preoperative Evaluation and Follow-up. *Chest* 1990; 97:248-50.
12. Grodzki T, Alchimowicz J, Kozak A, et al. Additional pulmonary resections after pneumonectomy: actual long-term survival and functional results. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2008; 34:493-8.
13. Spaggiari L, Grunenwald D, Girard P, et al. Cancer Resection on the Residual Lung

- After Pneumonectomy for Bronchogenic Carcinoma. *Ann Thorac Surg* 1996; 62:1598-602.
14. Terzi A, Lonardon A, Scanagatta P, et al. Lung resection for bronchogenic carcinoma after pneumonectomy: a safe and worthwhile procedure. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2004; 25:456-59.
15. Donington J, Miller D, Rowland C, et al. Subsequent Pulmonary Resection for Bronchogenic Carcinoma After Pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 2002; 74:154-9.
16. Ayub A, Rehmani S, Al-Ayoubi A, et al. Pulmonary Resection for Second Lung Cancer After Pneumonectomy: A Population-Based Study. *Ann Thorac Surg* 2017;104:1131-7.
17. Gupta P, Lau K, Rathinam S. Lung cancer resection can be performed safely following previous contralateral pneumonectomy. Posters, 10th Annual British Thoracic Oncology Group Conference, *Surgery* 2012:S63.
18. Chung J, Cha S, Hwang J, et al. Anesthetic experience in patient for single lung transplantation with previous contralateral pneumonectomy - A case report. *Korean J Anesthesiol* 2012; 62:479-83.
19. Ghotkar S, Aerra V, Mediratta N. Cardiac surgery in patients with previous pneumonectomy. Case report: *Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2008, 3:11.
20. Le Pimpec-Barthes F, Thomas P, Bonnette P, et al. Single-lung transplantation in patients with previous contralateral pneumonectomy: technical aspects and results. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2009; 36:927-32.
21. Spaggiari L, Rusca M, Carbognani P, et al. Segmentectomy on a Single Lung by Femorofemoral Cardiopulmonary Bypass. To the Editor. *Ann Thorac Surg* 1997 ;64:1517-28.
22. Kotsovolis G, Aidoni Z, Pourzitaki C, et al. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support of a severe ARDs in a 15 year old multiple trauma patient. *Acta Anaesthesiol Hell* 2012; 45:45-9.
23. Heward E, Hayes T, Evison M, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation Assisted Segmentectomy for Metachronous Lung Cancer After Pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 2016;102:187-9.
24. Lang G, Taghavi S, Aigner C, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation Support for Resection of Locally Advanced Thoracic Tumors. *Ann Thorac Surg* 2011; 92:264-71.
25. Ishikawa N, Sato H, Hiranuma C, et al. A Surgical Intervention Using Percutaneous Cardiopulmonary Support for Contralateral Pneumothorax following Pneumo-

- nectomy. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 7:235-6.
26. Redwan B, Ziegeler S, Freermann S, et al. Intraoperative veno-venous extracorporeal lung support in thoracic surgery: a single-centre experience. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 2015; 21:766–72.
27. Gillon S, Toufektzian L, Harrison-Phipps K et al. Perioperative Extracorporeal Membrane Oxygenation to Facilitate Lung Resection After Contralateral Pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 2016; 101:71–3.
28. Oey I, Peek G, Firmin R, Waller D. Post-pneumonectomy video-assisted thoracoscopic bullectomy using extra-corporeal membrane oxygenation. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2001; 20:874–6.
29. Iacovazzi M, Oreste N, Sardelli P, et al. Extracorporeal carbon dioxide removal for additional pulmonary resection after pneumonectomy. *Minerva Anesthesiol* 2012; 78:381-4.
30. Schiff J, Königer J, Teschner J, et al. Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support during anaesthesia for oesophagectomy. *Anaesthesia* 2013; 68:527–30.
31. Collins N, Ellard L, Licari E, et al. Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation and apnoeic oxygenation for tracheo-oesophageal fistula repair in a previously pneumonectomised patient. *Anaesth Intensive Care* 2014; 42: 789–92.
32. Fierro M, Daneshmand M, Bartz R, et al. Perioperative Management of the Adult Patient on Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation Requiring Non-cardiac Surgery. *Anesthesiology* 2018; 128:181-201.
33. Lohser J, Slinger P. Lung injury after one-lung ventilation: a review of the pathophysiologic mechanisms affecting the ventilated and the collapsed lung. *Anesth Analg*. 2015;121:302–18.
34. Lohser J. Managing Hypoxemia During Minimally Invasive Thoracic Surgery. *Anesthesiology Clin* 2012; 30:683–97.
35. Shechtam M, Ziser A, Barak M, et al. Mini-ventilation for improved oxygenation during lung resection surgery. *Anaesth Intensive Care* 2011; 39: 456-9.
36. Glenski J, Crawford M, Rehder K. High-frequency, Small-volume Ventilation during Thoracic Surgery. *Anesthesiology* 1986; 64:211-4.
37. Spiess B, Wong C, Tuman K, et al. High Frequency Positive-Pressure Ventilation for Anterior Thoracic Spine Fusion after a Previous Pneumonectomy. *Anesth Analg* 1988; 67:411-4.

38. Evans E, Biro P, Bedforth N. Jet Ventilation. Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain 2007; 7.
39. King B, Gross K. Right Upper Lobe Resection after Left Pneumonectomy. Anaesthesiology 1994; 81:771-3.
40. Knüttgen D, Zeidler D, Doehn M. Sekundäre Lungeneingriffenach vorausgegangener kontralateraler Pneumonektomie. Anästhesiologische Aspekte. Anaesthesist 2003; 52:42-6.
41. Lohser J, McLean S. Thoracoscopic Wedge Resection of the Lung Using High-Frequency Jet Ventilation in a Postpneumonectomy Patient. A & A CASE REPORTS 2013; 1 :39-41.
42. Wang H, Liu J, Jiang C, et al. Transthoracic Esophagectomy Using Endobronchial Blocker After Previous Pneumonectomy. Ann Thorac Surg 2014;97:723-5.
43. Misiolek H, Knapik P, Swanevelter J, et al. Comparison of double-lung jet ventilation and one-lung ventilation for thoracotomy. European Journal of Anaesthesiology 2008; 25: 15-21.
44. Kolettas A, Grosomanidis V, Fyntanidou B, et al. Apneic oxygenation; pulmonary and cardiovascular effects. The Greek E-Journal of Perioperative Medicine 2010; 8:70-83.
45. Kolettas A, Tsaousi G, Grosomanidis V, et al. Influence of apneic oxygenation on cardiorespiratory system homeostasis. J Anesth. 2014 ; 28:172-9.
46. Pratt M. A Practical Approach to Apneic Oxygenation during Endotracheal Intubation. J Anesth Clin Res 2017; 8.
47. Pratt M, Miller A. Apneic Oxygenation: A Method to Prolong the Period of Safe Apnea. AANA Journal October 2016; 84:322-28.
48. Wong D, Yee A, Leong S, et al. The effectiveness of apneic oxygenation during tracheal intubation in various clinical settings: a narrative review. Can J Anesth 2017; 64.
49. Meltzer S, Auer J. Continuous respiration without respiratory movements. J Exp Med 1909; 11:622-25.
50. Frumin J, Epstein R, Cohen G. Apneic oxygenation in man. Anesthesiology. 1959;20:789-98.
51. Draper W, Whitehead R. Diffusion respiration in the dog anesthetized by pentothal sodium. Anesthesiology. 1944;5: 262-73.
52. Enghoff H, Holmdahl M, Risholm L. Diffusion respiration in man. Nature. 1951;168:830
53. Buneging L, Bell C, Gelineau J, et al. Continuous-flow apneic ventilation with small endobronchial catheters. Acta Anaesthesiol Scand 1988; 32: 603-6.

54. Lumb A, Pearl R. Nunn's applied respiratory physiology (7th edition). Churchill Livingstone 2012
55. Babinski M, Smith R, Bunegin L. Normocapnia after five hours of continuous flow apneic ventilation in dogs. *Anesthesiology* 1984; 61.
56. Babinski M, Smith R, Bunegin L. Continuous-flow Apneic Ventilation during Thoracotomy. *Anesthesiology* 1986; 65:399-404.
57. Fraioli R, Sheffer L, Steffenson J. Pulmonary and cardiovascular effects of apneic oxygenation in man. *Anesthesiology*. 1973;39:588-96.
58. Morisaki H, Serita R, Innami Y, et al. Permissive hypercapnia during thoracic anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 845-49.
59. Crystal George J. Carbon Dioxide and the Heart: Physiology and Clinical Implications. *Anesthesia & Analgesia*. 2015; 121:610-23.

Λέξεις κλειδιά: απνοϊκή οξυγόνωση, πνευμονεκτομή, θωρακοχειρουργική αναισθησία

Author Disclosures:

Authors Lolakos K, Foroulis C, Alexiou I, Kyparissa M, Kolettas A, Fyntanidou B, Veroniki F, Grosomanidis V have no conflicts of interest or financial ties to disclose.

Corresponding author:

Lolakos Konstantinos

Anesthesia and ICU Clinic AHEPA University Hospital, Thessaloniki, Greece

Venizelou Papatsehilidi 1, Agios Ioannis Kalamaria, 55132/55134 Thessaloniki

Tel: 0030 6981781640

e-mail: konlolak@hotmail.com