



ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ ΣΕ ΑΕΡΙΣΜΟ
ΕΝΟΣ ΠΝΕΥΜΟΝΑ, ΣΕ ΘΩΡΑΚΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΕ
ΕΝΔΟΒΡΟΓΧΙΚΟ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΝΔΟΤΡΑΧΕΙΑΚΟ ΣΩΛΗΝΑ ΔΙΠΛΟΥ
ΑΥΛΟΥ»

ΚΥΡΙΑΚΗ ΜΠΕΖΕΡΙΑΝΟΥ

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2024

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- Πανταζόπουλος Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων
- Χαντζιάρα Βασιλική, Διδάσκουσα ΠΜΣ PhD
- Κονδύλη Ευμορφία, Επίκουρη Καθηγήτρια

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο χειρουργείο του νοσοκομείου «ΣΩΤΗΡΙΑ» και συγκεκριμένα στο αναισθησιολογικό τμήμα. Θέλω πολύ να ευχαριστήσω την διευθύντρια του αναισθησιολογικού τμήματος, κα Ανδρονάδη Β. καθώς και τον προϊστάμενο νοσηλευτή του τμήματος, κ. Κασσίτα Σ. για την κατανόηση και την βοήθειά του.

Η ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη βοήθεια και στήριξη των αναισθησιολόγων Παπαμιχαήλ Κ., Αναγνωστοπούλου Μ., Παπαδοπούλου Δ. και Σφήκα Ε..

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου, Γιάννη, και τα τρία μου παιδιά, τον Κωνσταντίνο, την Μαρία και τον Αριστείδη, για την συμπαράσταση, την υπομονή και την κατανόηση που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	12
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	14
ABSTRACT.....	16
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	18
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	20
1. ΑΝΑΤΟΜΙΑ – ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	21
1.1. Λειτουργική ανατομική του αναπνευστικού συστήματος.....	21
1.2. Αερισμός των πνευμόνων.....	23
1.2.1. Όγκοι και χωρητικότητες των πνευμόνων	23
1.2.2. Πιέσεις πνευμόνων, Ενδοτικότητα και Αντίσταση αεροφόρων οδών.....	25
2. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΝΕΥΜΟΝΑ	29
2.1. Ορισμός.....	29
2.2. Ενδείξεις και Αντενδείξεις.....	29
2.3. Τεχνικές Αερισμού ενός Πνεύμονα - Εξοπλισμός	31
2.3.1. Σωλήνες διπλού αυλού.....	32
2.3.2. Βρογχικοί αποκλειστές	40
2.3.3 Σύγκριση βρογχικών αποκλειστών και DLT.	43
2.4. Επιπλοκές	44
2.5. Παρακολούθηση και Διαχείριση Αερισμού ενός Πνεύμονα	46
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	50
3. ΣΚΟΠΟΣ.....	51

4. ΜΕΘΟΔΟΣ - ΥΛΙΚΟ	52
4.1. Ερευνητικός Σχεδιασμός.....	52
4.2. Δείγμα.....	52
4.3. Διαδικασία Αερισμού ενός Πνεύμονα	52
4.4. Μελετώμενες Εκβάσεις	53
4.4. Συλλογή Δεδομένων	53
4.5. Ηθική και Δεοντολογία	54
4.6. Στατιστική Ανάλυση.....	54
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	56
5.1. Δημογραφικά και Κλινικά Χαρακτηριστικά Ασθενών	56
5.2. Ζωτικά σημεία και δεδομένα σπιρομέτρησης	63
5.3. Σύγκριση Αναπνευστικών Παραμέτρων μεταξύ των ασθενών με αποκλεισμό πνεύμονα σωλήνα διπλού αυλού και εκείνων με αποκλεισμό πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή.....	73
5.3.1. Πίεση Peak	73
5.3.2. Πίεση Pmean	78
5.3.3. Πίεση Plateau	82
5.3.4. Αναπνεόμενος όγκος (Vt)	87
5.3.5. Αναπνευστικός ρυθμός.....	92
5.3.6. FiO ₂	97
5.3.7. PEEP	101
5.3.8. Ενδοτικότητα.....	105
5.3.9. Αντίσταση.....	109
5.3.10. Driving Pressure	113
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	118
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	119
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	120

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ARM: alveolar recruitment maneuver

BB: bronchial blocker

DLT: double lumen tube

DP: driving pressure

ERV: Expiratory Reserve Volume

FEV1: Forced expiratory volume

FRC: Functional Residual Capacity

IC: Inspiratory capacity

IRV: Inspiratory Reserve Volume

LD: lateral decubitus

LLLb: left lower lobe bronchus

LMB: left main bronchus

LULB: left upper lobe bronchus

PCV: Pressure-control ventilation

PEEP: Positive end-expiratory pressure

Ppl: pleural pressure

Ptp: transpulmonary pressure

PVC: Polyvinyl chloride

RMB: right main bronchus

RULB: right upper lobe bronchus

RV: Residual Volume

RV: residual volume

SLTs: single lumen tubes

TLC: Total lung capacity

VA: alveolar ventilation

VC: vital capacity

VC: Vital capacity

VCV: volume-control ventilation

VT: Tidal Volume

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ενδείξεις για χρήση DLT δεξιάς πλευράς (Ashok & Francis, 2018)	37
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά βρογχικών αποκλειστών (Ashok & Francis, 2018)	43
Πίνακας 3: Σύγκριση δημογραφικών χαρακτηριστικών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα	56
Πίνακας 4: Σύγκριση του ΔΜΣ ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα	58
Πίνακας 5: Σύγκριση του ΔΜΣ ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα	59
Πίνακας 6: Σύγκριση των συννοσηροτήτων ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα.....	60
Πίνακας 7: Σύγκριση της καπνιστικής συνήθειας ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα.....	61
Πίνακας 8: Σύγκριση του ιστορικού νόσησης από COVID-19 ανάλογα με τη μέθοδο του αποκλεισμού του πνεύμονα	62
Πίνακας 9: Σύγκριση των δεδομένων σπιρομέτρησης μεταξύ των 2 ομάδων ασθενών	63
Πίνακας 10: Σύγκριση των σφίξεων διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων...	65
Πίνακας 11: Σύγκριση του SpO ₂ διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων	66
Πίνακας 12: Σύγκριση της συστολικής αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων	68
Πίνακας 13: Σύγκριση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων	69
Πίνακας 14: Σύγκριση της μέσης αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων.....	70
Πίνακας 15: Σύγκριση του EtCO ₂ διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων	71
Πίνακας 16: Σύγκριση της P _{peak} μεταξύ των δύο ομάδων.....	75
Πίνακας 17: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού	76
Πίνακας 18: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή	76

Πίνακας 19: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.	77
Πίνακας 20: Σύγκριση της Pmean μεταξύ των δύο ομάδων	79
Πίνακας 21: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της Pmean στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού	80
Πίνακας 22: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή	80
Πίνακας 23: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Pmean μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.	81
Πίνακας 24: Σύγκριση της Pplat μεταξύ των δύο ομάδων.....	83
Πίνακας 25: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της Pplat στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού.....	84
Πίνακας 26: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή	85
Πίνακας 27: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Pplat μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.	86
Πίνακας 28: Σύγκριση του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των δύο ομάδων	88
Πίνακας 29: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνεόμενου όγκου στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού.....	89
Πίνακας 30: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνεόμενου όγκου στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή	90
Πίνακας 31: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.....	91
Πίνακας 32: Σύγκριση του αναπνευστικού ρυθμού μεταξύ των δύο ομάδων .	93
Πίνακας 33: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού	94

Πίνακας 34: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή	95
Πίνακας 35: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. ...	96
Πίνακας 36: Σύγκριση του FiO ₂ μεταξύ των δύο ομάδων.....	98
Πίνακας 37: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO ₂ στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού.....	99
Πίνακας 38: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO ₂ στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή.....	99
Πίνακας 39: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO ₂ μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.	100
Πίνακας 40: Σύγκριση της PEEP μεταξύ των δύο ομάδων.....	102
Πίνακας 41: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της PEEP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού	103
Πίνακας 42: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της PEEP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή.....	103
Πίνακας 43: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της PEEP μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.....	104
Πίνακας 44: Σύγκριση της ενδοτικότητας μεταξύ των δύο ομάδων	105
Πίνακας 45: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της ενδοτικότητας στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού.....	106
Πίνακας 46: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της ενδοτικότητας στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή	107
Πίνακας 47: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO ₂ μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.	108
Πίνακας 48: Σύγκριση της αντίστασης μεταξύ των δύο ομάδων	110

Πίνακας 49: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αντίστασης στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού	111
Πίνακας 50: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αντίστασης στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή	111
Πίνακας 51: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αντίστασης μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.....	112
Πίνακας 52: Σύγκριση του DP μεταξύ των δύο ομάδων.....	114
Πίνακας 53: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του DP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού.....	115
Πίνακας 54: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του DP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή.....	116
Πίνακας 55: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του DP μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.	117

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Πειράματα των Loewy και von Schrotter (Loewy & von Schrotter, 1905)	32
Εικόνα 2: Σωλήνας διπλού αυλού Carlens που δείχνει την αριστερή όψη του βρογχικού cuff και το carinal hook (Ashok & Francis, 2018)	33
Εικόνα 3: Κύρια χαρακτηριστικά ενός αριστερού σωλήνα διπλού αυλού (Ashok & Francis, 2018)	35
Εικόνα 4: Murphy's eye και λοξό βρογχικό cuff δεξιάς πλευράς διπλού αυλού (Ashok & Francis, 2018)	36
Εικόνα 5: Ο ενδοβρογχικός αναστολέας του Magill του 1936 (αριστερά) και ο αναστολέας μπαλονιού που καλύπτεται με γάζα του Vernon Thompson του 1943 (δεξιά) (McGrath et al., 2017)	41

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Θηκόγραμμα της ηλικίας βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα.....	57
Διάγραμμα 2: Ραβδόγραμμα του φύλου βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα.....	57
Διάγραμμα 3: Ραβδόγραμμα του Δείκτη Μάζας Σώματος βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα	58
Διάγραμμα 4: Ραβδόγραμμα του είδους επέμβασης βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα.....	59
Διάγραμμα 5: Ραβδόγραμμα της καπνιστικής συνήθειας ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα	62
Διάγραμμα 6: Θηκογράμματα των FEV1 (%), FVC(%) και FEV1/FVC(%) βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα.....	64
Διάγραμμα 7: Θηκογράμματα των σφύξεων προεγχειρητικά, μετά τη διασώληνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα.....	65
Διάγραμμα 8: Θηκογράμματα του SpO ₂ προεγχειρητικά, μετά τη διασώληνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα	67
Διάγραμμα 9: Θηκογράμματα της συστολικής πίεσης προεγχειρητικά, μετά τη διασώληνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα.....	68
Διάγραμμα 10: Θηκογράμματα της διαστολικής πίεσης προεγχειρητικά, μετά τη διασώληνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα.....	69
Διάγραμμα 11: Θηκογράμματα της μέσης αρτηριακής πίεσης προεγχειρητικά, μετά τη διασώληνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα.....	71
Διάγραμμα 12: Θηκογράμματα του EtCO ₂ μετά τη διασώληνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα.....	72
Διάγραμμα 13: Μέσα επίπεδα πίεσης Peak στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	77

Διάγραμμα 14: Μέσα επίπεδα P_{mean} στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	82
Διάγραμμα 15: Μέσα επίπεδα P_{plat} στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	86
Διάγραμμα 16: Μέσα επίπεδα αναπνεόμενου όγκου στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	91
Διάγραμμα 17: Μέσος αναπνευστικός ρυθμός στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	96
Διάγραμμα 18: Μέσο FiO_2 στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	100
Διάγραμμα 19: Μέσα επίπεδα PEEP στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	104
Διάγραμμα 20: Μέσα επίπεδα ενδοτικότητας στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	109
Διάγραμμα 21: Μέσα επίπεδα αντίστασης στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	113
Διάγραμμα 22: Μέσα επίπεδα DP στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού.....	117

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Ο αερισμός ενός πνεύμονα αποτελεί μία συχνή μέθοδο αερισμού κατά τη διάρκεια των θωρακοχειρουργικών επεμβάσεων. Ο αποκλεισμός του αερισμού ενός πνεύμονα επιτυγχάνεται με την χρήση ειδικών σωλήνων διπλού αυλού (double lumen tube, DLT) και με ενδοβρογχικούς αποκλειστές (bronchial blocker, BB).

Σκοπός: Η καταγραφή και η σύγκριση των μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος σε αερισμό ενός πνεύμονα, με ενδοβρογχικό αποκλειστή και με σωλήνα διπλού αυλού, σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε θωρακοχειρουργικές επεμβάσεις.

Μέθοδος: Πρόκειται για μία προοπτική μελέτη παρατήρησης, η οποία πραγματοποιήθηκε στο κεντρικό χειρουργείο του Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών «Η ΣΩΤΗΡΙΑ» από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο του 2023. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 40 ασθενείς, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε τακτικό χειρουργείο θώρακος. Από τους 40 ασθενείς, οι 20 έλαβαν αερισμό ενός πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή, και οι υπόλοιποι ασθενείς έλαβαν αερισμό ενός πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού. Κύριες μελετώμενες εκβάσεις ήταν η P_{peak}, η P_{plateau}, η P_{mean}, η driving pressure, η resistance και η compliance κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν και μετά τον αποκλεισμό σε ύπτια και πλάγια θέση και κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20 λεπτά και κάθε 1 ώρα μέχρι το τέλος του.

Αποτελέσματα: Οι ασθενείς της ομάδας με σωλήνα διπλού αυλού είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη πίεση Peak ($p=0,039$) και DP ($p=0,032$) σε σχέση με τους ασθενείς της ομάδα με ενδοβρογχικό αποκλειστή 20min μετά την έναρξη του αποκλεισμού. Ακόμη, οι ασθενείς της ομάδας με σωλήνα διπλού αυλού είχαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη PEEP ($p=0,043$) και ενδοτικότητα ($p=0,043$) σε σχέση με τους ασθενείς της ομάδα με ενδοβρογχικό αποκλειστή 20min μετά την έναρξη του αποκλεισμού. Επιπρόσθετα, βρέθηκε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων της P_{peak} και των μεθόδων αερισμού [$F(2,99, 113,648)=5,846, p<0,001$], η αλληλεπίδραση των μετρήσεων της P_{mean} και των μεθόδων αερισμού [$F(3,429, 130,296)=4,608, p=0,003$], η αλληλεπίδραση των μετρήσεων της P_{plat} και των μεθόδων αερισμού [$F(3,201, 121,653)=4,055, p=0,007$], η αλληλεπίδραση των μετρήσεων του FiO₂ και των μεθόδων αερισμού [$F(3,74, 142,26)=3,233, p=0,016$], η αλληλεπίδραση των μετρήσεων της ενδοτικότητας και των μεθόδων αερισμού [$F(2,642, 100,401)=5,554, p=0,002$] και η αλληλεπίδραση των μετρήσεων του DP και

των μεθόδων αερισμού[F(2,986, 46,487)=4,411, p=0,006] ήταν στατιστικά σημαντικές.

Συμπεράσματα: Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι μηχανικές ιδιότητες του αναπνευστικού συστήματος διαφέρουν κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων και κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα. Ακόμη, υπάρχει διαφοροποίηση των επιπέδων της πίεσης Peak, της DP, της PEEP και της ενδοτικότητας μεταξύ των ασθενών με ενδοβρογχικό αποκλειστή και εκείνων με σωλήνα διπλού αυλού 20min μετά την έναρξη του αερισμού ενός πνεύμονα.

Λέξεις – κλειδιά:

Αερισμός ενός πνεύμονα

Αναπνευστικό σύστημα

Ενδοβρογχικός αποκλειστής,

Σωλήνας διπλού αυλού

ABSTRACT

Introduction: One-lung ventilation is a common method of ventilation during thoracic surgery. Blocking the ventilation of one lung is achieved with the use of special double lumen tubes (DLT) and with bronchial blockers (BB).

Purpose: To record and compare the mechanical properties of the respiratory system in one-lung ventilation, with an endobronchial blocker and with a double-lumen tube, in patients who underwent thoracic surgery.

Method: This is a prospective observational study, which was carried out in the central operating room of the General Hospital of Thoracic Diseases of Athens "SOTIRIA" from May to September 2023. The study sample consisted of 40 patients who underwent regular thoracic surgery. Of the 40 patients, 20 received one-lung ventilation with an endobronchial blocker, and the remaining patients received one-lung ventilation with a double-lumen tube. Main outcomes studied were P_{peak}, P_{plateau}, P_{mean}, driving pressure, resistance, and compliance during ventilation of both lungs before and after block in supine and lateral position and during ventilation of one lung at 20 minutes and every 1 hour until its end.

Results: Patients in the double-lumen tube group had statistically significantly higher Peak pressure ($p=0.039$) and DP ($p=0.032$) than patients in the endobronchial blocker group 20min after the start of the one lung ventilation. Furthermore, patients in the double-lumen tube group had statistically significantly lower PEEP ($p=0.043$) and compliance ($p=0.043$) than patients in the endobronchial blocker group 20 min after the start of the one lung ventilation. Additionally, it was found that the interaction between Peak pressure measurements and ventilation methods [$F(2.99, 113.648)=5.846, p<0.001$], the interaction between P_{mean} measurements and ventilation methods [$F(3.429, 130.296) =4.608, p=0.003$], the interaction of P_{plat} measurements and ventilation methods [$F(3.201, 121.653)=4.055, p=0.007$], the interaction of FiO₂ measurements and ventilation methods [$F(3.74, 142, 26)=3.233, p=0.016$], the interaction of compliance measurements and ventilation methods [$F(2,642, 100,401)=5.554, p=0.002$] and the interaction of DP measurements and ventilation methods [$F(2.986, 46.487)=4.411, p=0.006$] were statistically significant.

Conclusion: It appears, therefore, that the mechanical properties of the respiratory system differ during two-lung ventilation and during one-lung ventilation. Furthermore, there is a difference in the levels of Peak pressure, DP, PEEP and

compliance between patients with an endobronchial blocker and those with a double-lumen tube 20min after the start of one-lung ventilation.

Keywords:

One-lung ventilation

Respiratory system

Endobronchial blocker

Double-lumen tube

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αερισμός ενός πνεύμονα (one lung ventilation) αναφέρεται στον μηχανικό διαχωρισμό των πνευμόνων, ώστε να επιτρέπεται ο αερισμός μόνο του ενός. Περιλαμβάνει τον αερισμό του ενός πνεύμονα και την κατάρρευση του άλλου για την πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων στη θωρακική κοιλότητα, καθώς και τον προστατευτικό αερισμό του ενός, από τις αρνητικές επιπτώσεις του άλλου πνεύμονα (Mehrotra & Jain, 2023).

Ο αποκλεισμός του αερισμού ενός πνεύμονα επιτυγχάνεται με την χρήση ειδικών σωλήνων διπλού αυλού (double lumen tube, DLT) και με ενδοβρογχικούς αποκλειστές (bronchial blocker, BB), που κατευθύνουν επιλεκτικά τη ροή του αέρα σε έναν πνεύμονα και αποκλείουν τον άλλο (Ashok & Francis, 2018) . Οι σωλήνες διπλού αυλού διαχωρίζονται σε αριστερόστροφους και δεξιόστροφους, ανάλογα με τον κύριο βρόγχο στον οποίο εισάγεται το βρογχικό άκρο του σωλήνα. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται οι αριστερόστροφοι. Για το κατάλληλο μέγεθος του DLT χρησιμοποιείται το ύψος και το βάρος του ασθενούς, με το ύψος να έχει τον καθοριστικό ρόλο. Τα μεγέθη που διατίθενται είναι από 26Fr έως 41Fr. Οι DLT διαθέτουν 2 αεροθαλάμους (cuff), ένα περιφερικό cuff (βρογχικό), που απομονώνει τους πνεύμονες μεταξύ τους και ένα κεντρικό cuff (τραχειακό) που τους απομονώνει από το περιβάλλον (Ashok & Francis, 2018 ; McGrath et al., 2017). Σωστή τοποθέτηση του DLT έχουμε όταν το ενδοβρογχικό cuff βρίσκεται ακριβώς κάτω από τον διχασμό της τρόπιδας. Οι ενδοβρογχικοί αποκλειστές είναι λεπτοί σωλήνες με αεροθάλαμο στην άκρη τους, που τοποθετούνται μέσα στον απλό ενδοτραχειακό σωλήνα και μέσω του ινοπτικού βρογχοσκοπίου προωθούνται στο σωστό σημείο, ώστε να γίνει ο αποκλεισμός του ενός πνεύμονα (Mehrotra & Jain, 2023).

Κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα ενώ η αιμάτωση εξακολουθεί να υπάρχει και στους δύο πνεύμονες, ο αερισμός διακόπτεται σε ένα από τους δύο με αποτέλεσμα την υποξία. Προστατευτικοί μηχανισμοί όπως η υποξική πνευμονική αγγειοσύσπασση μπορούν να μειώσουν την υποξία. Τέλος η πλάγια θέση σε συνδυασμό με το ανοιχτό ημιθωράκιο, επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην κατανομή της αιμάτωσης (Q), του αερισμού (V) και της σχέσης αερισμού αιμάτωσης (V/Q) (Dobson et al., 2023) .

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας μελέτης ήταν η καταγραφή και η σύγκριση των μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος σε αερισμό ενός πνεύμονα, με

ενδοβρογχικό αποκλειστή και με σωλήνα διπλού αυλού, σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε θωρακοχειρουργικές επεμβάσεις.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΑΝΑΤΟΜΙΑ – ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1.1. Λειτουργική ανατομική του αναπνευστικού συστήματος

Η καλή κατανόηση της ανατομίας των αεραγωγών και του τραχειοβρογχικού δέντρου είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση ασφαλούς αερισμού ενός πνεύμονα, που είναι η προτιμώμενη μέθοδος κατά τη διάρκεια θωρακοχειρουργικών επεμβάσεων (Mehrotra & Jain, 2023) . Το αναπνευστικό σύστημα αποτελείται από τη μύτη, τον στοματοφάρυγγα, τον λάρυγγα, την τραχεία, τους βρόγχους, τα βρογχιόλια και τους πνεύμονες (Haddad & Sharma, 2023) . Οι πνεύμονες αποτελούν κύρια όργανα του αναπνευστικού συστήματος, των οποίων βασική λειτουργία είναι η ανταλλαγή αερίων μεταξύ του κυψελιδικού αέρα και του αίματος της πνευμονικής κυκλοφορίας (Mehrotra & Jain, 2023) .

Πιο συγκεκριμένα, η ανταλλαγή των αερίων γίνεται στις πνευμονικές κυψελίδες, οι οποίες περιβάλλονται από ένα δίκτυο τριχοειδών αγγείων. Το οξυγόνο (O_2) μεταφέρεται από τις πνευμονικές κυψελίδες προς το αίμα των πνευμονικών τριχοειδών λόγω της διαφοράς των μερικών πιέσεων του οξυγόνου στις δύο πλευρές της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης (διάχυση). Πιο συγκεκριμένα, η συνεχής πρόσληψη O_2 από την ατμόσφαιρα, διατηρεί την μερική πίεση στις κυψελίδες περίπου 107 mmHg, ενώ η συνεχής κατανάλωση στους ιστούς τη χαμηλώνει στο φλεβικό αίμα σε περίπου 40 mmHg. Αυτή η διαφορά της μερικής πίεσης προκαλεί καθαρή διάχυση του O_2 από τις κυψελίδες στο αρτηριακό αίμα (Haddad & Sharma, 2023) .

Η βρογχοσκόπηση με οπτικές ίνες επιτρέπει την καλή απεικόνιση της ανατομίας των αεραγωγών. Το πρώτο σημείο διακλάδωσης στον αεραγωγό είναι η αυλάκωση που αντιστοιχεί στη διχοτόμηση της τραχείας στους 2 κύριους βρόγχους στο επίπεδο της γωνίας του στέρνου, τον αριστερό και τον δεξιό κύριο βρόγχο. Η τραχεία έχει μήκος περίπου 10 έως 13 cm και αποτελείται από 12 ομόκεντρους χόνδρινους δακτυλίους. Αυτοί οι δακτύλιοι μπροστά και πλάγια είναι πεταλοειδείς χόνδρινοι κρίκοι και στο πίσω μέρος κλείνουν με επίπεδο υμενώδες τοίχωμα. Η τραχεία διαιρείται σε μια περιοχή γνωστή ως τρόπιδα, η οποία σηματοδοτεί τη διαίρεση σε αριστερό και δεξιό κύριο βρόγχο (Mehrotra & Jain, 2023) .

Ο αριστερός κύριος βρόγχος (left main bronchus, LMB) συνεχίζει για περίπου 5 cm και διακλαδίζεται στον αριστερό κάτω λοβαίο βρόγχο (left lower lobe bronchus, LLLB) και στον αριστερό άνω λοβαίο βρόγχο (left upper lobe bronchus, LULB). Ο δεξιός κύριος βρόγχος (right main bronchus, RMB) είναι κοντύτερος από τον αριστερό, αλλά είναι πιο φαρδύς και κατακόρυφος. Από τον δεξιό κύριο βρόγχο εκφύεται ο δεξιός άνω λοβαίος βρόγχος (right upper lobe bronchus, RULB) και συνεχίζει περαιτέρω ως ο ενδιάμεσος βρόγχος, ο οποίος διαιρείται σε δεξιό μεσαίο λοβό και σε κατώτερο λοβαίο βρόγχο. Η έκφυση του βρόγχου του δεξιού άνω λοβού είναι περίπου 2,0 cm στους ενήλικες άνδρες και περίπου 1,6 cm στις ενήλικες γυναίκες (Mehrotra & Jain, 2023) . Οι λοβιακοί βρόγχοι, εν συνεχεία, υποδιαιρούνται σε όλο και μικρότερους βρόγχους, και καταλήγουν (στη 12η υποδιαίρεσή τους) στα βρογχιόλια. Τα βρογχιόλια της 16^{ης} υποδιαίρεση καταλήγουν στα τελικά βρογχιόλια, τα οποία συμμετέχουν στην ανταλλαγή των αερίων και ονομάζονται αναπνευστικά βρογχιόλια. Κάθε αναπνευστικό βρογχιόλιο δίνει 2 – 11 κυψελιδικούς πόρους, οι οποίοι καταλήγουν στους αναπνευστικούς σάκους. Κάθε αναπνευστικός σάκος αποτελείται από 2 ή περισσότερες κυψελίδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα τοιχώματα των κυψελίδων αντιστοιχούν στην κύρια αναπνευστική επιφάνεια και κάθε πνεύμονας αποτελείται από περίπου 300 εκατομμύρια κυψελίδες (Κάτσικας, 2012) . Η γνώση της ανατομίας της τραχείας βοηθά τον αναισθησιολόγο να τοποθετήσει τον σωλήνα διπλού αυλού για την επιλεκτική απομόνωση ενός πνεύμονα για αερισμό. Μόλις τοποθετηθεί ο σωλήνας διπλού αυλού εισάγεται το βρογχοσκόπιο και με προσεκτική παρατήρηση ελέγχεται η θέση του cuff και επαληθεύεται η σωστή τοποθέτηση του σωλήνα (Mehrotra & Jain, 2023).

Κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής αναπνοής, και οι δύο πνεύμονες λαμβάνουν ίση ποσότητα αέρα για αερισμό και ροή αίματος για αιμάτωση (με βάση τις δυνάμεις βαρύτητας). Ωστόσο, μετά την έναρξη του αερισμού ενός πνεύμονα, όλος ο αερισμός πηγαίνει μόνο σε έναν πνεύμονα, γεγονός που δημιουργεί σημαντική υποξία. Επίσης, η θέση των ασθενών κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων μπορεί να επηρεάσει τον αερισμό και την αιμάτωση καθώς εξαρτώνται από τη βαρύτητα. Επομένως, ο αεριζόμενος πνεύμονας επηρεάζεται και περιορίζεται από το βάρος του ετερόπλευρου ημιθωράκιου από τη μία πλευρά και τον περιορισμό του θωρακικού τοιχώματος από την άλλη πλευρά. Συγχρόνως, η ελαστικότητα του πνεύμονα αυξάνεται στην πλάγια θέση με αερισμό ενός πνεύμονα

κατά τη διάρκεια επεμβάσεων, γεγονός που μπορεί να προδιαθέτει σε τραυματισμό του πνεύμονα που σχετίζεται με τον αναπνευστήρα (Chiumello et al., 2020) .

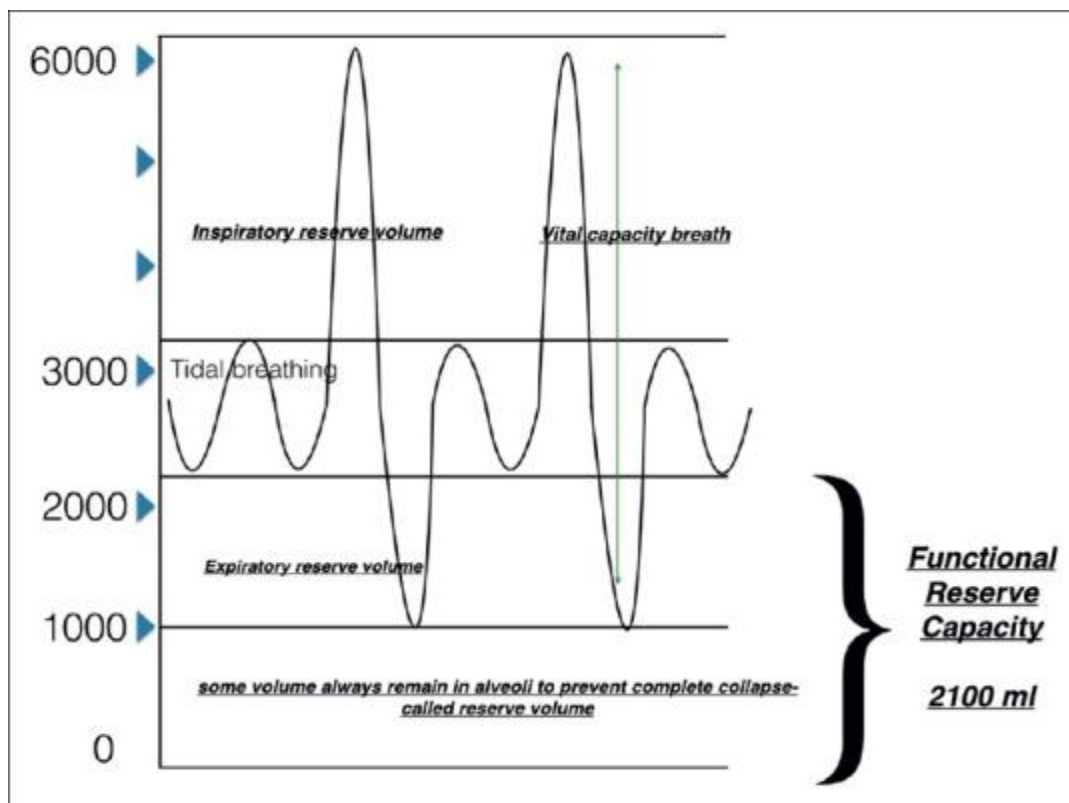
1.2. Αερισμός των πνευμόνων

1.2.1. Όγκοι και χωρητικότητες των πνευμόνων

Ως πνευμονικός αερισμός ορίζεται η ροή του όγκου του αέρα μέσα και έξω από τους πνεύμονες. Η κατανόηση του όγκου των πνευμόνων, της ενδοτικότητας των πνευμόνων, του αερισμού-αιμάτωσης και του βρογχοκινητικού τόνου είναι απαραίτητα για την κλινική εφαρμογή της αναπνευστικής φυσιολογίας στην αναισθησία και την εντατική φροντίδα (Patwa & Shah, 2015) .

Οι φυσιολογικές απαιτήσεις του σώματος μπορούν εύκολα να καλυφθούν με αναπνεόμενο όγκο που είναι περίπου 4–8 ml/kg (Patwa & Shah, 2015). Ως αναπνεόμενος όγκος αέρα (Tidal Volume, V_T) ορίζεται ο όγκος του αέρα που εισπνέεται στους πνεύμονες ή εκπνέεται από αυτούς στην ηρεμία (Κάτσικας, 2012) . Το σώμα έχει την ικανότητα να παρέχει επιπλέον αερισμό με τη μορφή εισπνευστικού εφεδρικού όγκου αέρα (Inspiratory Reserve Volume, IRV) και εκπνευστικού εφεδρικού όγκου (Expiratory Reserve Volume, ERV), όποτε απαιτείται (π.χ. άσκηση) (Patwa & Shah, 2015) . Ως εισπνευστικός εφεδρικός όγκος αέρα ορίζεται ο όγκος του αέρα που μπορεί να εισπνευσθεί με μία μέγιστη εισπνευστική προσπάθεια μετά το τέλος μιας ήρεμης εισπνοής, ενώ ως εκπνευστικός εφεδρικός όγκος αέρα ορίζεται ο όγκος του αέρα που μπορεί να εκπνευσθεί σε μία μέγιστη εκπνευστική προσπάθεια στο τέλος μιας ήρεμης εκπνοής (Κάτσικας, 2012) .

Όταν ένα άτομο, μετά την εκπνοή (tidal expiration), παίρνει μέγιστη εισπνοή ακολουθούμενη από εκπνοή στον εφεδρικό όγκο, ονομάζεται αναπνοή ζωτικής χωρητικότητας και είναι 4–5 λίτρα σε ένα μέσο άτομο 70 κιλών (Patwa & Shah, 2015). Η ζωτική χωρητικότητα (vital capacity, VC) αντιστοιχεί στο άθροισμα των 3 όγκων του αέρα (αναπνεόμενου, εισπνευστικού εφεδρικού και εκπνευστικού εφεδρικού όγκου αέρα) (Κάτσικας, 2012) . Υπάρχει πάντα κάποια ποσότητα αέρα που παραμένει στις κυψελίδες που τις εμποδίζει να καταρρεύσουν. Ο όγκος που παραμένει στους πνεύμονες μετά την αναπνοή της ζωτικής ικανότητας ονομάζεται υπολειπόμενος όγκος αέρα (Residual Volume, RV) (Patwa & Shah, 2015) .



Εικόνα 1: Αναπνεόμενοι όγκοι (Patwa & Shah, 2015)

Ο υπολειπόμενος όγκος με τον εκπνευστικό εφεδρικό όγκο αποτελούν τη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (Functional Residual Capacity, FRC). Η FRC αντιστοιχεί στη ποσότητα αέρα που παραμένει στους πνεύμονες μετά από μια ήρεμη εκπνοή (Patwa & Shah, 2015). Ο αέρας που παραμένει στους πνεύμονες στο τέλος της εκπνοής όχι μόνο εμποδίζει την κυψελιδική κατάρρευση, αλλά βοηθά στη συνέχιση της οξυγόνωσης του αίματος στα πνευμονικά τριχοειδή κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου. Οι αναφερόμενες τιμές FRC ποικίλλουν, αλλά κατά μέσο όρο είναι μεταξύ 2,8 και 3,1 L σε όρθια θέση (Roca et al., 1998). Η FRC ποικίλλει ανάλογα με τη θέση του σώματος, την αναισθησία και το σωματικό βάρος (Patwa & Shah, 2015).

Ακόμη, ο κυψελιδικός αερισμός (V_A , alveolar ventilation) αναφέρεται στο μέρος του εισπνεόμενου όγκου αέρα που παίρνει μέρος στην ανταλλαγή αερίων, στους πνεύμονες σε 1 min. Η φυσιολογική τιμή του κυψελιδικού αερισμού είναι περίπου 5 L/min που είναι παρόμοια με τον όγκο του αίματος που ρέει μέσω του πνεύμονα (καρδιακή παροχή 5 L/min). Αυτό καθιστά την αναλογία κυψελιδικού αερισμού προς αιμάτωση ίση περίπου 1 (Patwa & Shah, 2015).

Οι σημαντικοί όγκοι/χωρητικότητα των πνευμόνων και οι ορισμοί τους παρατίθενται παρακάτω (Haddad & Sharma, 2023) :

- **Αναπνεόμενος όγκος (Tidal volume, TV):** Όγκος που εισπνέεται και εκπνέεται με κάθε αναπνοή.
- **Εισπνευστικός εφεδρικός όγκος (Inspiratory reserve volume, IRV):** Όγκος που εισπνέεται μετά από μια κανονική εισπνοή.
- **Εκπνευστικός εφεδρικός όγκος (Expiratory reserve volume, ERV):** Όγκος που εκπνέεται μετά από μια κανονική αναπνοή.
- **Υπολειπόμενος όγκος (Residual volume, RV):** Όγκος που παραμένει στον πνεύμονα μετά τη μέγιστη εκπνοή (δεν μπορεί να μετρηθεί με σπιρομέτρηση).
- **Εισπνευστική ικανότητα (Inspiratory capacity, IC):** Όγκος που εισπνέεται μετά από κανονική εκπνοή.
- **Λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (Functional residual capacity, FRC):** Όγκος που παραμένει στους πνεύμονες μετά την κανονική εκπνοή
- **Ζωτική χωρητικότητα (Vital capacity, VC):** Μέγιστος όγκος που εκπνέεται μετά τη μέγιστη εισπνοή
- **Ολική χωρητικότητα πνευμόνων (Total lung capacity, TLC):** Όγκος αέρα στους πνεύμονες μετά τη μέγιστη εισπνοή
- **Όγκος αναγκαστικής εκπνοής (Forced expiratory volume, FEV₁):** Όγκος που εκπνέεται σε 1 δευτερόλεπτο της μέγιστης αναγκαστικής εκπνοής

1.2.2. Πίεσεις πνευμόνων, Ενδοτικότητα και Αντίσταση αεροφόρων οδών

Οι πνεύμονες είναι σαν ένα μπαλόνι που διαστέλλονται ενεργά από θετική πίεση στο εσωτερικό ή/και αρνητική πίεση που δημιουργείται στον υπεζωκοτικό χώρο. Σε μία κανονική αναπνοή, η αρνητική υπεζωκοτική πίεση (pleural pressure, P_{pl}) είναι αρκετή για να διαταθούν οι πνεύμονες κατά τη φάση της εισπνοής (Patwa & Shah, 2015). Η διατατική πίεση (distending pressure) ή εναλλακτικά η διαπνευμονική πίεση (transpulmonary pressure, P_{tp}), αντιστοιχεί στη διαφορά μεταξύ της κυψελιδικής πίεσης και της υπεζωκοτικής πίεσης, η οποία εκφράζεται από την ακόλουθη εξίσωση (Patwa & Shah, 2015) :

$$P_{tp} = P_{aw} - P_{pl},$$

όπου P_{tp} = διαπνευμονική πίεση, P_{aw} = κυψελιδική πίεση, P_{pl} = υπεζωκοτική πίεση.

Η ενδοτικότητα (Compliance) εκφράζεται ως η ευκολία με την οποία μπορεί να επανέλθει ο πνεύμονας σε θέση ισορροπίας μετά τη διάτασή του για ένα δεδομένο επίπεδο P_{tp} . Συνήθως είναι 0,2–0,3 L/cm H₂O. Η ενδοτικότητα στους διασωληνωμένους ασθενείς υπό μηχανική υποστήριξη της αναπνοής με φυσιολογικούς πνεύμονες κυμαίνεται από 40 έως 50 ml/cmH₂O στους άνδρες και από 35 έως 45 ml/cmH₂O στις γυναίκες και μπορεί να φτάσει μέχρι και 100 ml/cmH₂O και στους δύο (Κάτσικας, 2012).

Η ενδοτικότητα εξαρτάται και από τον όγκο του πνεύμονα. Για παράδειγμα, στην όρθια στάση, η ενδοϋπεζωκοτική πίεση (intra- P_{pl}) ποικίλλει από την κορυφή έως τη βάση των πνευμόνων. Η Intra- P_{pl} γίνεται 0,2 cm H₂O θετική για κάθε εκατοστό απόσταση από την κορυφή στη βάση του πνεύμονα. Το μέσο ύψος του πνεύμονα είναι περίπου 35 cm. Σε βαθιά αναπνοή, η Intra- P_{pl} στην κορυφή είναι περίπου - 8 cm H₂O, ενώ στη βάση είναι - 1,5 cm H₂O. Αυτό σημαίνει ότι οι κυψελίδες στην κορυφή εκτίθενται σε μεγαλύτερη πίεση διαστολής [$P_A - P_{pl} = 0 - (-8) = 8$ cm H₂O] σε σύγκριση με εκείνες στη βάση [$P_A - P_{pl} = 0 - (-1,5) = 1,5$ cm H₂O]. Η κατανομή του αερισμού αλλάζει με τη θέση του ατόμου λόγω της αλλαγής του P_{pl} με τη βαρύτητα (Patwa & Shah, 2015). Στην κλινική πράξη, μετράμε την ολική ενδοτικότητα, η οποία αντιστοιχεί στην ενδοτικότητα των πνευμόνων (lung compliance, C_L) και στην ενδοτικότητα του θωρακικού κλωβού (chest wall compliance, C_{cw}), όπου συνδέονται με την εξίσωση $\frac{1}{C_{TOT}} = \frac{1}{C_L} + \frac{1}{C_{CW}}$. Ακόμη, η ενδοτικότητα διακρίνεται σε στατική, όπου υπολογίζεται με την εξίσωση $C_{ST} = \text{εκπνεόμενος όγκος} / (\text{plateau pressure} - \text{endexpiratory pressure})$ και σε δυναμική, όπου υπολογίζεται με την εξίσωση $C_{DYN} = \text{εκπνεόμενος όγκος} / (PIP - EPP)$ (Κάτσικας, 2012).

Επιπρόσθετα, η αντίσταση των αεροφόρων οδών στη ροή (Resistance, R) είναι η επίδραση της τριβής μεταξύ των μορίων του αέρα, καθώς και μεταξύ των μορίων του αέρα και των τοιχωμάτων των αεραγωγών. Με τον όρο αντίσταση εκφράζονται οι μη ελαστικές ιδιότητες του συστήματος. Μερικοί από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αντίσταση των αεραγωγών είναι η διάμετρος του αεραγωγού, η ταχύτητα ροής και το είδος της ροής (στροβιλώδης ή γραμμική ροή) (Κάτσικας, 2012). Η ροή του αέρα είναι κυρίως γραμμική, δηλαδή παρατηρείται παρουσία ομόκεντρων κυλίνδρων αερίων που ρέουν με διαφορετικές

ταχύτητες. Για την εκτίμηση της ταχύτητας της γραμμικής ροής του αέρα χρησιμοποιείται η εξίσωση του Poiseuille,

$$Q = \frac{P \times \pi \times r^4}{8 \times \eta \times l}, \text{ όπου}$$

P = η πίεση, r = η ακτίνα του αγωγού, η = το ιξώδες του αερίου, l = το μήκος του αγωγού.

Με βάση την προηγούμενη εξίσωση γίνεται εύκολα κατανοητό ότι η διάμετρος του αεραγωγού μπορεί να επηρεάσει την ροή του αέρα. Παράλληλα, ισχύει ότι η ροή του αέρα σχετίζεται με τη διαφορά πιέσεων (ΔP) μεταξύ του ατμοσφαιρικού αέρα και των κυψελίδων, καθώς με τις αντιστάσεις των αεραγωγών, δηλαδή:

$$Q = \Delta P / R.$$

Συνδυάζοντας τις δύο προηγούμενες εξισώσεις προκύπτει ότι η αντίσταση των αεραγωγών είναι αντιστρόφως ανάλογη της τέταρτης δύναμης της ακτίνας του αγωγού:

$$R = \frac{8 \times \eta \times l}{\pi \times r^4} \text{ (Campbell \& Sapra, 2023) .}$$

Κατά τη στροβιλώδη ροή παρατηρείται τυχαία κίνηση των μορίων αέρα μέσα στους αεραγωγούς. Αυτή η ροή συνήθως εμφανίζεται όταν υπάρχει υψηλή ροή αερίων, σε οξείες γωνίες, σε σημεία διακλαδώσεων ή σε αλλαγές στη διάμετρο των αεραγωγών. Για την πρόβλεψη στροβιλώδους ή γραμμικής ροής χρησιμοποιείται ο αριθμός Reynolds:

$$R = \frac{\rho \times D \times U}{\mu},$$

όπου ρ = η πυκνότητα, D = η διάμετρος, U = μέση ταχύτητα του αερίου και μ = το δυναμικό ιξώδες.

Όταν ο αριθμός Reynolds λαμβάνει χαμηλές τιμές (<1000) αντιστοιχεί σε γραμμική ροή, ενώ όταν λαμβάνει υψηλές τιμές (>1500) αντιστοιχεί σε στροβιλώδη ροή (Παυλέρου, 2014) .

Παράλληλα, η μέγιστη πίεση των αεραγωγών (peak airway pressure) είναι η πίεση που απαιτείται για να κινηθεί ο αέρας μέσω των πνευμόνων κατά την εισπνοή κατά τη διάρκεια του μηχανικού αερισμού. Όσο μεγαλύτερη είναι η πίεση που απαιτείται για την κίνηση του αέρα, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση των αεραγωγών. Όταν ένας ασθενής χρειάζεται μηχανική υποστήριξη της αναπνοής, οι

πιέσεις Peak και Plateau μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση αντίστασης των αεραγωγών (αντίσταση αεραγωγών = peak pressure – plateau pressure) (Vicario et al., 2016). Συνήθως, μια διαφορά μεταξύ των πιέσεων peak και plateau < 5 cm HO/L/sec θεωρείται αποδεκτή. Η αύξηση της αντίστασης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διαφοράς μεταξύ των peak και plateau (Campbell & Sapra, 2023).

Ο όγκος των πνευμόνων έχει μια μη γραμμική σχέση με την αντίσταση των αεραγωγών. Όταν ο όγκος των πνευμόνων αυξάνεται πάνω από τη FRC, η αντίσταση των αεραγωγών αυξάνεται ελάχιστα. Όμως, όταν η FRC μειώνεται, η αντίσταση των αεραγωγών θα αυξηθεί γρήγορα και θα πλησιάσει το άπειρο στον υπολειπόμενο όγκο (residual volume, RV). Κύριος παράγοντας για της ταχείας αύξησης της αντίστασης ροής αέρα είναι η απώλεια της ελαστικής επαναφοράς των πνευμόνων. Κατά την εισπνοή, η αντίσταση των αεραγωγών μειώνεται, διότι οι πνεύμονες και οι αεραγωγοί διαστέλλονται. Από την άλλη, κατά την εκπνοή (ανάλογα με τη μειωμένη FRC), η αντίσταση των αεραγωγών αυξάνεται, γιατί ο πνεύμονας και οι αεραγωγοί επανέρχονται στην αρχική τους θέση και η διάμετρος των αεραγωγών μικραίνει (Campbell & Sapra, 2023) .

2. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΝΕΥΜΟΝΑ

2.1. Ορισμός

Ο αερισμός ενός πνεύμονα (one-lung ventilation ή single-lung ventilation) αναφέρεται στην τεχνική που έχει ως στόχο τον μηχανικό διαχωρισμό των πνευμόνων, ώστε να επιτρέπεται ο αερισμός μόνο του ενός. Περιλαμβάνει τον μηχανικό αερισμό του ενός πνεύμονα και την ταυτόχρονη σύμπτυξη του άλλου, με σκοπό τη διεξαγωγή χειρουργικών επεμβάσεων στη θωρακική κοιλότητα ή/ και τον προστατευτικό αερισμό τους ενός πνεύμονα από τις αρνητικές επιπτώσεις του υγρού από τον άλλο πνεύμονα, όπως αίμα, υγρό έκπλυσης ή κακοήθεις ή πυώδεις εκκρίσεις. Κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα είναι απαραίτητη η σωστή τοποθέτηση του σωλήνα, καθώς η λανθασμένη τοποθέτηση ακυρώνει τον στόχο της απομόνωσης των πνευμόνων ή του διαφοροποιημένου αερισμού. Η βρογχοσκόπηση μετά την τοποθέτηση του σωλήνα διασφαλίζει τη σωστή τοποθέτηση (Mehrotra & Jain, 2023) .

2.2. Ενδείξεις και Αντενδείξεις

Οι ενδείξεις του αερισμού ενός πνεύμονα αφορούν στη διευκόλυνση των χειρουργικών χειρισμών σε επεμβάσεις απομονώνοντας τον πνεύμονα μακριά από το χειρουργικό πεδίο ή στην αποφυγή περαιτέρω τραύματος του πνεύμονα παρέχοντας επιλεκτικό αερισμό και αποτρέποντας την μετάδοση μολυσματικού υλικού στον υγιή πνεύμονα ή στον έλεγχο κατανομής του αερισμού (Mehrotra & Jain, 2023). Οι ενδείξεις για αερισμό ενός πνεύμονα διακρίνονται σε απόλυτες και σχετικές. Οι απόλυτες ενδείξεις είναι (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023):

- Πρόληψη βλάβης ή μόλυνσης του υγιούς πνεύμονα (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023) :
 - Πνευμονικό απόστημα.
 - Λοίμωξη/πυώδεις εκκρίσεις.
 - Πνευμονική αιμορραγία.
- Έλεγχος κατανομή του αερισμού (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023) :
 - Βρογχο-υπεζωκοτικό/ βρογχοδερματικό συρίγγιο.
 - Μείζονα κύστη ή bulla.

— Τραχειοβρογχικό τραύμα.

- Διευκόλυνση της έκπλυσης του ενός πνεύμονα (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023) :

— Κυστική ίνωση.

— Πνευμονική κυψελιδική πρωτεΐνωση.

Οι σχετικές ενδείξεις του αερισμού ενός πνεύμονα (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023) :

- Βελτίωση της χειρουργικής πρόσβασης (ισχυρή ένδειξη) (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023) :

— Ανεύρυσμα θωρακικής αορτής.

— Πνευμονεκτομή.

— Χειρουργική μείωση όγκου πνεύμονα.

— Ελάχιστα επεμβατική καρδιοχειρουργική, όπως αντικατάστασης αορτικής ή μιτροειδούς βαλβίδας.

— Άνω λοβεκτομή.

— Θωρακοσκοπική χειρουργική (VATS, *Video Assisted Thoracic Surgery*).

- Βελτίωση της χειρουργικής πρόσβασης (ασθενής ένδειξη) (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023) :

— Χειρουργικές επεμβάσεις οισοφάγου.

— Μέση και κάτω λοβεκτομή.

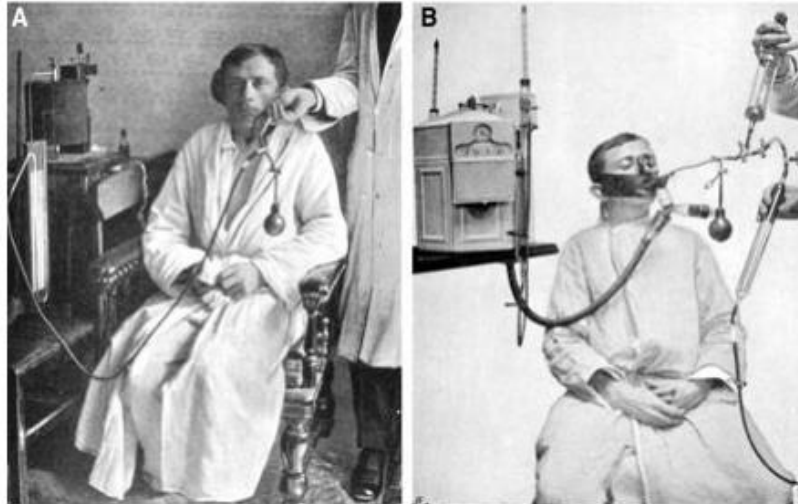
— Μείωση μάζας μεσοθωρακίου.

Οι σχετικές αντενδείξεις για αερισμό ενός πνεύμονα είναι οι εξής (Cheung et al., 2017; Mehrotra & Jain, 2023) :

- Ασθενής που δεν μπορεί να ανεχθεί τον αερισμό ενός πνεύμονα ή εξαρτάται από αμφίπλευρο αερισμό.
- Μάζες ενδοαυλικών αεραγωγών, που καθιστούν δύσκολη την τοποθέτηση DLT.
- Αιμοδυναμική αστάθεια.
- Σοβαρή υποξία.
- Σοβαρή ΧΑΠ.
- Σοβαρή πνευμονική υπέρταση.
- Γνωστή ή πιθανή δύσκολη διασωλήνωση.

2.3. Τεχνικές Αερισμού ενός Πνεύμονα - Εξοπλισμός

Ο αερισμός ενός πνεύμονα παρουσιάζει πολλές πρακτικές, ανατομικές και φυσιολογικές προκλήσεις για τον αναισθησιολόγο στη σύγχρονη πρακτική. Οι τεχνικές και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιούνται σήμερα αναπτύχθηκαν αργά κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα. Η ιδέα του απομονωμένου αερισμού των πνευμόνων προήλθε από μελέτες βρογχοσπιρομέτρησης από πρωτοπόρους φυσιολόγους ήδη από το 1871 (McGrath et al., 2017) . Αναλυτικότερα, η μέθοδος του αερισμού ενός πνεύμονα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Eduard Pflüger και Claude Bernard, οι οποίοι μελέτησαν την ανταλλαγή αερίων σε σκύλους χρησιμοποιώντας έναν καθετήρα απομόνωσης πνευμόνων (McGrath et al., 2017) . Ο Wolffberg, το 1871, απομόνωσε τους 2 πνεύμονες χρησιμοποιώντας τον καθετήρα που είχε σχεδιάσει ο Pflüger, και ουσιαστικά αποτέλεσε την πρώτη αναφερόμενη ιδέα ενός ενδοβρογχικού σωλήνα μονού αυλού (Wolffberg, 1871). Οι Loewy και von Schrotter ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν τον καθετήρα σε ανθρώπους με σκοπό να μετρήσουν την καρδιακή παροχή σε 35 εθελοντές. Οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε καθετηριασμό του βρόγχου του κάτω λοβού υπό ακτινοσκοπικό έλεγχο, ενώ ήταν ξύπνιοι (Εικόνα 1) (Loewy & von Schrotter, 1905). Το 1889, ο Head σχεδίασε τον πρώτο σωλήνα διπλού αυλού (double-lumen tube), ο οποίος είχε 2 τραχειακές κάνουλες, μία κοντή τραχειακή και μία μακρύτερη ενδοβρογχική. Ο Gale και ο Walters, το 1932, προχώρησαν στη σχεδίαση του σωλήνα διπλού αυλού του Head και δημιούργησαν το πρωτότυπο για τους σύγχρονους σωλήνες διπλού αυλού (McGrath et al., 2017). Οι σωλήνες διπλού αυλού άνοιξαν το δρόμο για αερισμό ενός πνεύμονα, προσφέροντας καλύτερο έλεγχο αερισμού και πιο αποτελεσματικό διαχωρισμό των 2 πνευμόνων (Mehrotra & Jain, 2023) .



Εικόνα 2: Πειράματα των Loewy και von Schrotter (Loewy & von Schrotter, 1905

Σήμερα, υπάρχουν 3 διαφορετικές μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απομόνωση ενός πνεύμονα και τον αερισμό του άλλου (Ashok & Francis, 2018) :

- οι σωλήνες διπλού αυλού (Double-lumen tubes, DLTs),
- οι βρογχικοί αποκλειστές (bronchial blockers, BBs), και
- οι σωλήνες μονού αυλού (single lumen tubes, SLTs) που προωθούνται είτε στον δεξιό είτε στον αριστερό βρόγχο κύριου στελέχους.

Η επιλογή και ο τύπος της συσκευής για την επίτευξη του διαχωρισμού των πνευμόνων εξαρτώνται από την ανατομία του ασθενούς, τη διαδικασία και την προτίμηση του χειριστή (Mehrotra & Jain, 2023). Κάθε μία από αυτές τις συσκευές έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Ashok & Francis, 2018) .

2.3.1. Σωλήνες διπλού αυλού

Ο σχεδιασμός του DLT του Carlen (Εικόνα 2), τη δεκαετία του 1950, αποτελεί ένα γεγονός ορόσημο στην πρακτική της θωρακικής αναισθησίας παγκοσμίως, καθώς επέτρεψε στους αναισθησιολόγους, για πρώτη φορά, να επιτύχουν αξιόπιστα την απομόνωση των πνευμόνων (Ashok & Francis, 2018) . Ο σωλήνας Carlen ήταν αρχικά κατασκευασμένος από κόκκινο καουτσούκ και επέτρεπε τον αερισμό του αριστερού πνεύμονα. Το τραχειακό τμήμα του σωλήνα ήταν στρογγυλό εξωτερικά και τόσο ο τραχειακός, όσο και ο βρογχικός σωλήνας, που βρίσκονται δίπλα-δίπλα, είχαν

διατομή σε σχήμα «D». Ο σωλήνας Carlens διαμορφώθηκε ανατομικά ώστε να προχωρά προς τα κάτω στον αριστερό κύριο βρόγχο και το περιφερικό άκρο είχε ένα cuff για να απομονώνει τον αριστερό πνεύμονα. Κοντά πάνω από το carinal hook, υπήρχε ένα άνοιγμα για αερισμό του δεξιού κύριου βρόγχου και πάνω από αυτό ήταν το τραχειακό cuff (Εικόνα 2) (Carlens, 1949) .



Εικόνα 3: Σωλήνας διπλού αυλού Carlens που δείχνει την αριστερή όψη του βρογχικού cuff και το carinal hook (Ashok & Francis, 2018)

Τα κύρια πλεονεκτήματα του σωλήνα Carlens ήταν το μέτρια άκαμπτο σχήμα του, η βέλτιστη γωνία της άπω λοξομημένης άκρης (distal bevel) που επιτρέπει την είσοδο στον αριστερό κύριο βρόγχο και το carinal hook για την αποφυγή της τοποθέτησης του σωλήνα πολύ απομακρυσμένα. Το hook πιθανότατα πίεζε πάνω στο δεξί τοίχωμα της τραχείας, καθώς πλησίαζε την καρίνα, και βοηθούσε στην καθοδήγηση της άκρης του σωλήνα προς τα αριστερά. Ο αριστερός κύριος βρόγχος μπορούσε να εισαχθεί αξιόπιστα χωρίς την ανάγκη ακτινογραφίας, ενώ οι αυλοί ήταν μεγαλύτεροι έχοντας χαμηλότερη αντίσταση από τους προηγούμενους σωλήνες των Zavod και Gebauer. Ο σωλήνας Carlens ήταν διαθέσιμος στο εμπόριο σε τρία μεγέθη για ενήλικες (Ashok & Francis, 2018; McGrath et al., 2017) .

Ο σωλήνας Carlens δεν έγινε παγκοσμίως αποδεκτός στη θωρακική αναισθησία, καθώς το carinal hook θα μπορούσε να είναι πρόβλημα κατά το κλείσιμο μιας δεξιάς πνευμονεκτομής. Επιπλέον, αν και η αυξημένη διάμετρος αυλού ήταν μια

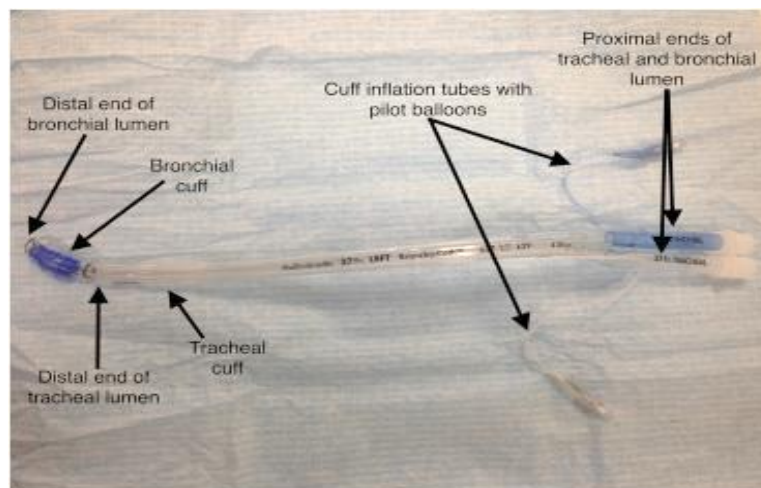
σημαντική βελτίωση σε σχέση με τα προηγούμενα σχέδια, δεν υπήρχε ακόμα πολύς χώρος για επαρκή αναρρόφηση μέσω καθετήρα και η αντίσταση στη ροή αέρα με πρώιμους αναπνευστήρες ήταν υψηλή. Αυτοί οι περιορισμοί οδήγησαν άλλους αναισθησιολόγους να προσπαθήσουν να βελτιώσουν τον βασικό σχεδιασμό του σωλήνα Carlens (McGrath et al., 2017). Αρκετές δεκαετίες αργότερα από το σχεδιασμό του σωλήνα Carlens και μετά από πολλαπλές τροποποιήσεις του, οι DLT εξακολουθούν να είναι οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες συσκευές για την επίτευξη ασφαλούς αερισμού ενός πνεύμονα (Brodsky & Lemmens, 2003) .

Η επόμενη, και αναμφισβήτητη η πιο σημαντική εξέλιξη στην ανάπτυξη των DLT, ήταν η ανάπτυξη των σωλήνων Robertshaw, που έχουν καθιερωθεί ως το χρυσό πρότυπο. Ο Robertshaw ήταν ένας πολύ πρακτικός άνθρωπος και γρήγορα έγινε επιδέξιος στη χρήση του σωλήνα Carlens στην πνευμονική αναισθησία. Γρήγορα όμως συνειδητοποίησε ότι είχε πολλές ελλείψεις, κυρίως ανατομικές, αλλά και στο κόστος και την κατασκευή του. Ένωθε ότι ο σωλήνας Carlens προκαλούσε τραυματισμό, λόγω του σχήματός του, και ειδικότερα λόγω της παρουσίας του hook. Το hook προκάλεσε σημαντικό πρόβλημα σε μια περίπτωση ασθενούς, όταν κατά τη διάρκεια μιας δεξιάς πνευμονεκτομής, το hook πιάστηκε σε βρογχικό ράμμα και ο σωλήνας δεν μπορούσε να αφαιρεθεί στο τέλος της διαδικασίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ο ασθενής να υποβληθεί σε νέα ανοιχτή στερνοτομή και να γίνουν εκ νέου ράμματα στο βρογχικό κολόβωμα για να απελευθερωθεί το hook (Lee, 2005) .

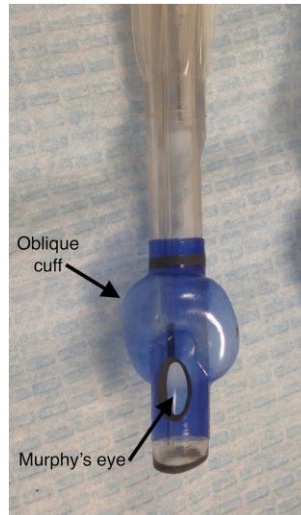
Ο Robertshaw θεωρούσε ότι ο σωλήνας Carlens είχε πολύ στενούς αυλούς. Αυτό δημιούργουσε δύο προβλήματα. Πρώτον, κάποιος για να διαπεράσει το σωλήνα Carlens έπρεπε να χρησιμοποιεί καθετήρες αναρρόφησης με μικρή οπή, το οποίο δημιουργούσε πρόβλημα στην απομάκρυνση των παχύρρευστων εκκρίσεων. Το δεύτερο πρόβλημα ήταν η αντίσταση στην ροή των αερίων. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αντίστασης μπορούσε να ξεπεραστεί με τη χρήση ελεγχόμενης αναπνοής, αλλά οι Jenkins και Clarke είχαν προτείνει ότι ο σωλήνας Carlens αντενδείκνυται σε ασθενείς με εμφύσημα λόγω της αντίστασης στη ροή του εκπνεόμενου αερίου. Ο Robertshaw έστρεψε την προσοχή του στο σχεδιασμό του δικό του DLT (εικόνα 15) για να προσπαθήσει να αντιμετωπίσει ορισμένες από αυτές τις ελλείψεις. Το 1962, δημοσίευσε στο *British Journal of Anesthesia* ένα άρθρο με τίτλο «Χαμηλή αντίσταση διπλού αυλού ενδοβρογχικοί σωλήνες», όπου περιέγραφε τους σωλήνες DLT που είχε σχεδιάσει (Ashok & Francis, 2018) .

Γενικότερα, ο DLT είναι ένας διχαλωτός σωλήνας με ξεχωριστούς αυλούς, τον αυλό της τραχείας και τον ενδοβρογχικό αυλό. Ο DLT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον αερισμό οποιουδήποτε πνεύμονα ανεξάρτητα. Ο αυλός της τραχείας είναι σχεδιασμένος να καταλήγει πάνω από την καρίνα, ενώ ο βρογχικός αυλός είναι υπό γωνία ώστε να χωράει στον κατάλληλο βρόγχο του κύριου στελέχους. Το βρογχικό cuff και το pilot balloon inflation line είναι συνήθως μπλε για εύκολη αναγνώριση (Εικόνα 3) (Ashok & Francis, 2018).

Οι DLT δεξιάς και αριστερής πλευράς διαφέρουν στο βασικό τους σχεδιασμό λόγω των κρίσιμων ανατομικών διαφορών μεταξύ του δεξιού και του αριστερού βρόγχου κύριου στελέχους. Ο δεξιός κύριος βρόγχος είναι πιο κοντός, πιο ευθύς και πιο φαρδύς από τον αριστερό κύριο βρόγχο. Επιπλέον, η έκφυση του δεξιού άνω λοβού βρόγχου είναι πολύ κοντά στη ρίζα του δεξιού βρόγχου κύριου στελέχους. Γι' αυτό τα DLT δεξιάς πλευράς έχουν τροποποιημένο cuff και πλευρικό άνοιγμα (Murphy's eye) στον ενδοβρογχικό σωλήνα για να επιτρέπεται ο αερισμός του δεξιού άνω λοβού (Εικόνα 4) (Zhang et al., 2022) .



Εικόνα 4: Κύρια χαρακτηριστικά ενός αριστερού σωλήνα διπλού αυλού (Ashok & Francis, 2018) .



Εικόνα 5: Murphy's eye και λοξό βρογχικό cuff δεξιάς πλευράς διπλού αυλού (Ashok & Francis, 2018) .

Αν και οι περισσότερες προγραμματισμένες θωρακικές επεμβάσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με επιτυχία με αριστερόστροφο DLT, υπάρχουν ορισμένες συγκεκριμένες ενδείξεις για τη χρήση ενός DLT δεξιάς πλευράς. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι ενδείξεις για χρήση σωλήνα διπλού αυλού δεξιάς πλευράς (Ashok & Francis, 2018) . Η θωρακοσκοπική χειρουργική περιλαμβάνει τη χρήση μακρών οργάνων και η παρουσία ενός αριστερού σωλήνα στην επέμβαση του αριστερού πνεύμονα μπορεί να καταστήσει δύσκολο τον χειρουργικό χειρισμό του βρόγχου. Ορισμένοι χειρουργοί, επομένως, προτιμούν ο χειρουργικός (δηλαδή ο αριστερός) πνεύμονας να είναι ελεύθερος σωλήνα. Επιπλέον, σ' έναν ασθενή στην πλάγια θέση και πλάγια κάμψη, μπορεί να υπάρξει μερική απόφραξη της περιφερικής τραχείας. Επομένως, ο αερισμός του εξαρτώμενου πνεύμονα μέσω του αυλού της τραχείας μπορεί να είναι δύσκολος, απαιτώντας υψηλότερες πιέσεις. Ακόμη, υπάρχει κίνδυνος παγίδευσης αέρα σε αυτόν τον πνεύμονα (Ashok & Francis, 2018) .

Πίνακας 1: Ενδείξεις για χρήση DLT δεξιάς πλευράς

Ενδείξεις για σωλήνα διπλού αυλού δεξιάς πλευράς	
Χειρουργική επέμβαση που αφορά τον αριστερό κύριο βρόγχο	• Αριστερή πνευμονεκτομή
	• Μεταμόσχευση αριστερού πνεύμονα
	• Αριστερή τραχειοβρογχική διαταραχή
	• Αριστερή θωρακοσκοπική χειρουργική
Παραμορφωμένη ανατομία του αριστερού κύριου βρόγχου	• Ανεύρυσμα κατιούσας θωρακικής αορτής
	• Συμπύεση όγκου του αριστερού κύριου βρόγχου

Υπάρχουν διάφοροι τύποι σωλήνων διπλού αυλού. Ωστόσο, όλοι είναι παρόμοια σχεδιασμένοι και κατασκευασμένοι από χλωριούχο πολυβινύλιο (Polyvinyl chloride, PVC). Οι περισσότεροι DLT έχουν χρωματικά κωδικοποιημένα cuff και pilot balloons. Το βρογχικό cuff, το οποίο είναι συνήθως ένα cuff υψηλής πίεσης χαμηλού όγκου, και το pilot balloon του είναι μπλε, ενώ το τραχειακό cuff που είναι μια περιχειρίδα χαμηλής πίεσης υψηλού όγκου και το pilot balloon του είναι διαυγές. Οι τροποποιημένοι σωλήνες Robertshaw με βάση το πολυβινυλοχλωρίδιο είναι οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι DLT, αν και διατίθενται ακόμη ελαστικά DLT μιας χρήσης που βασίζονται στον αρχικό σχεδιασμό του Robertshaw (Bora et al., 2023) .

Όσον αφορά το μέγεθος του DLT, στους ενήλικες συνήθη χρησιμοποιούμενα μεγέθη είναι τα 35, 37, 39 και 41 Fr. Η γαλλική κλίμακα είναι η εξωτερική διάμετρος του τμήματος της τραχείας (σε mm) πολλαπλασιαζόμενη επί τρία. Ένα κοινό πρόβλημα με τη χρήση των DLT είναι η έλλειψη αντικειμενικών οδηγιών για την σωστή επιλογή του κατάλληλου μεγέθους του DLT. Ένα σωστό μέγεθος DLT είναι αυτό που διέρχεται εύκολα μέσω της γλωττίδας και προχωρά χωρίς αντίσταση εντός της τραχείας, με το βρογχικό συστατικό να περνά στον επιδιωκόμενο βρόγχο χωρίς δυσκολία. Η πιο ακριβής μέθοδος επιλογής του μεγέθους του DLT χρησιμοποιεί μετρήσεις της διαμέτρου του αριστερού κύριου στελέχους από μια αξονική τομογραφία (Eberle et al., 1999) .

Μια παραδοσιακή προσέγγιση θα ήταν η χρήση 37 και 39 Fr DLT για γυναίκες και άνδρες ασθενείς μέσου μεγέθους, αντίστοιχα. Ένα μέγεθος πάνω ή κάτω χρησιμοποιείται για μεγαλύτερους και μικρότερους ασθενείς, αντίστοιχα. Ωστόσο, δεδομένου ότι ο τύπος των DLTs είναι πολύ μεγαλύτερος από ό,τι απαιτείται,

ορισμένοι αναισθησιολόγοι υποστηρίζουν τη χρήση μικρότερου μεγέθους DLT για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος τραυματισμού των αεραγωγών και χρησιμοποιούν ένα βρογχοσκόπιο οπτικών ινών (fiberoptic bronchoscope, FOB) για να επιβεβαιώνουν τη θέση του σωλήνα κάθε φορά (Ashok & Francis, 2018) .

Υπάρχουν 2 τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή ενός DLT: η τυφλή εισαγωγή και η τοποθέτηση καθοδηγούμενη από οπτικές ίνες (Bora et al., 2023) . Κατά την εισαγωγή του DLT θα πρέπει να πραγματοποιούνται τα ακόλουθα:

- Έλεγχος της ακεραιότητας της τραχείας και των βρογχικών cuff.
- Λίπανση του DLT εξωτερικά.
- Λίπανση και εισαγωγή ενός στυλεού διασωλήνωσης (συνήθως παρέχεται στη συσκευασία) στον ενδοβρογχικό αυλό πριν από την εισαγωγή.
- Το στυλεό θα πρέπει να διαμορφωθεί εκ των προτέρων για να διευκολύνει την τοποθέτηση του DLT.
- Εκτέλεση απευθείας λαρυγγοσκόπησης και οπτικοποίηση της γλωττίδας.
- Προώθηση του DLT έως ότου το βρογχικό cuff περάσει πέρα από τις φωνητικές χορδές και στη συνέχεια αφαίρεση του στυλεού.
- Περιστροφή του DLT 90° δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα (ανάλογα με την πλευρά της τοποθέτησης του DLT).
- Πέρασμα του τραχειακού cuff πέρα από τη γλωττίδα μέχρι την παρατήρηση αντίστασης.
- Το βάθος εισαγωγής του DLT συσχετίζεται με το ύψος ενός ασθενούς μέσω μεγέθους και δίνεται από τον τύπο: $12 + (\text{ύψος ασθενούς})/10 \text{ cm}$, μετρημένο στα δόντια (Yasumoto et al., 2006) .

Ειδικότερα, κατά την τυφλή εισαγωγή ενός DLT, πρώτα πρέπει να γίνεται άμεση λαρυγγοσκόπηση και οπτικοποίηση των φωνητικών χορδών. Η οπτικοποίηση των φωνητικών χορδών είναι σημαντική καθώς αυτοί οι σωλήνες είναι μεγάλοι και η τοποθέτηση είναι πιο δύσκολη από την τοποθέτηση ενός SLT. Μόλις οπτικοποιηθούν οι φωνητικές χορδές, ο DLT προωθείται με την άκρη της βρογχικής κοίλης καμπύλης στραμμένη προς τα εμπρός μέσα από τις φωνητικές χορδές μέχρι το βρογχικό cuff να περάσει μέσα από τις χορδές. Στη συνέχεια, ο σωλήνας στρέφεται κατά 90 μοίρες προς τα αριστερά όταν χρησιμοποιείται DLT αριστερής όψης, και προς τα δεξιά όταν χρησιμοποιείται DLT δεξιάς όψης, και προωθείται μέχρι να συναντήσει αντίσταση. Μόλις ο DLT τοποθετηθεί καλά, φουσκώνεται το τραχειακό cuff και γίνεται αερισμός

και των δύο πνευμόνων τόσο με επισκόπηση όσο και με ακρόαση. Η σωστή τοποθέτηση επαληθεύεται ελέγχοντας τον αερισμό και μέσω του βρογχικού αυλού (Bora et al., 2023) .

Ο DLT μπορεί επίσης να τοποθετηθεί χρησιμοποιώντας βρογχοσκόπιο οπτικών ινών. Η χρήση ενός βρογχοσκοπίου με οπτικές ίνες μέσω του βρογχικού αυλού και η καθοδήγηση του DLT πάνω από το οπτικό πεδίο της ίνας αυξάνει την ακρίβεια της τοποθέτησης (Bora et al., 2023) .

Για την επιβεβαίωση της επιτυχούς τοποθέτησης του DLT πραγματοποιείται διαδοχική σύσφιξη και ακρόαση, γνωστή ως μέθοδος των τριών βημάτων. Ειδικότερα,

- Βήμα 1: Το τραχειακό cuff φουσκώνεται με τον ελάχιστο όγκο για να σφραγίσει τη διαρροή αέρα από γλωττίδα. Εκτελείται αερισμός θετικής πίεσης και ακρόαση για επιβεβαίωση της αμφίπλευρης εισόδου αέρα. Λήψη ενός αποδεκτού ίχνους καπνογραφίας.
- Βήμα 2: Το τραχειακό άκρο του συνδετήρα του αναπνευστικού κυκλώματος σφίγγεται και αποσυνδέεται από τον αυλό της τραχείας του DLT. Το βρογχικό cuff φουσκώνεται με 1–3 ml και γίνεται αερισμός μέσω του βρογχικού αυλού. Γίνεται ακρόαση για την επιβεβαίωση του μονόπλευρου αερισμού και την απουσία ακουστικής διαρροής αέρα.
- Βήμα 3: Απελευθέρωση του σφιγκτήρα του αυλού της τραχείας και κλείσιμο της θύρας. Ακρόαση για την επιβεβαίωση της επανέναρξης της αμφίπλευρης εισόδου αέρα (Ashok & Francis, 2018) .

Η τεχνική διαδοχικής σύσφιξης και ακρόασης που περιγράφεται παραπάνω είναι συνήθως επαρκής για την επιβεβαίωση της κατάλληλης θέσης των αριστερών DLT. Αυτό μπορεί να επιβεβαιωθεί με το FOB. Για DLT δεξιάς πλευρά, η χρήση FOB είναι απαραίτητη για την ακριβή τοποθέτηση. Πιο συγκεκριμένα, για τους αριστερούς DLT:

- Το FOB εισάγεται μέσω του αυλού της τραχείας και γίνεται οπτικοποίηση της καρίνας.
- Το μπλε ενδοβρογχικό cuff αναγνωρίζεται ως μια λεπτή ακρολοφία μέσα στον αριστερό κύριο βρόγχο, αλλά χωρίς να εμφανίζει κήλη πάνω από την καρίνα μετά το φούσκωμα.

Για DLT δεξιάς όψης:

- Εκτός από τα παραπάνω βήματα, το FOB εισάγεται μέσω του βρογχικού αυλού και επιβεβαιώνεται ότι το Murphy's eye είναι ευθυγραμμισμένο με τον βρόγχο του δεξιού άνω λοβού (Ashok & Francis, 2018) .

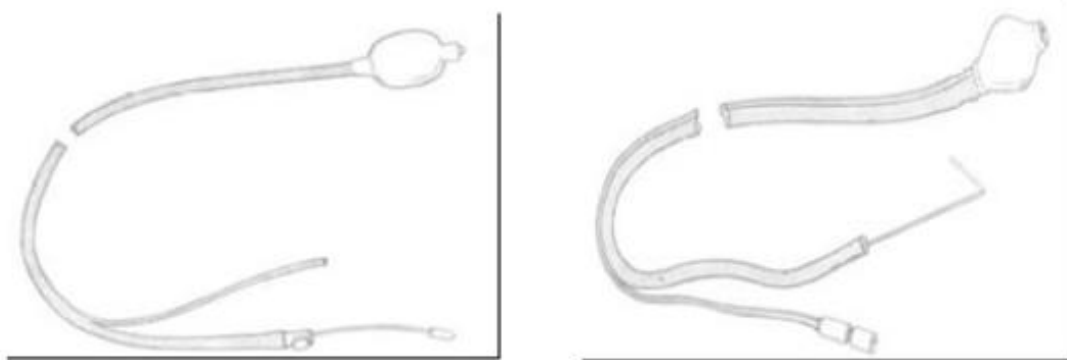
2.3.2. Βρογχικοί αποκλειστές

Μια εναλλακτική τεχνική για την επίτευξη απομόνωσης του πνεύμονα περιλαμβάνει τη χρήση των βρογχικών αποκλειστών για την απόφραξη του βρόγχου του κύριου στελέχους, αποτρέποντας έτσι τον αερισμό μακριά από την απόφραξη. Επιπλέον, οι βρογχικοί αποκλειστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή επιλεκτικής λοβιακής κατάρρευσης (Campos, 2005) .

Στη δεκαετία του 1920, τα προβλήματα της κατάρρευσης του πνεύμονα κατά τη διάρκεια του χειρουργικού πνευμοθώρακα είχαν λυθεί εν μέρει με την εισαγωγή του αερισμού θετικής πίεσης: οι ασθενείς με βαθιά εισπνευστική αναισθησία ανέπνεαν αυθόρμητα, αλλά με χειροκίνητο υποβοηθούμενο αυτόματο αερισμό. Ωστόσο, άλλα ζητήματα, όπως η προστασία του υγιούς παρεγχύματος από φλεγμονές του πάσχοντα πνεύμονα και ο αερισμός παρουσία βρογχοπλευριτικού συριγγίου παρέμειναν. Η θεραπεία για τις υπερβολικές βρογχικές εκκρίσεις ήταν κυρίως η ορθολογική παροχέτευση, η χρήση αναρρόφησης και η αυστηρή περιεγχειρητική φυσιοθεραπεία. Ενώ η ενδοβρογχική διασωλήνωση επέτρεψε τον αερισμό ενός πνεύμονα, τα προβλήματα όμως ελέγχου της έκκρισης και της εφαρμογής επαρκούς αναρρόφησης οδήγησαν στην αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων (McGrath et al.,2017).

Το 1936, ο Magill ανέπτυξε την αρχική τεχνική του βρογχικού αποκλειστή (Εικόνα 6), σύμφωνα με την οποία ο αναστολέας του ήταν ουσιαστικά ένας καθετήρας αναρρόφησης με ένα λείο ελαστικό μπαλόνι στο άκρο, το οποίο μπορούσε να σκληρυνθεί με ένα συρμάτινο στέλεχος. Περνούσε τον αναστολέα του στον βρόγχο υπό άμεση όραση χρησιμοποιώντας είτε ένα άκαμπτο βρογχοσκόπιο είτε ένα split-sided straight (channeled) λαρυγγοσκόπιο και στη συνέχεια ο τραχειακός σωλήνας με cuff εισαγόταν στην τραχεία παράλληλα με τον αποκλειστή. Ωστόσο, ο αυλός ήταν μικρός και η αναρρόφηση παρέμενε κακή, με το cuff με λεία τοιχώματα να μετατοπίζεται συχνά από τη θέση στόχο της. Σε αυτήν την εποχή πριν από την ευρεία διαθεσιμότητα των αντιβιοτικών, οι ασθενείς είχαν συχνά πνεύμονες γεμάτους πύον που επιδεινώναν αυτά τα προβλήματα. Αυτό οδήγησε τον Vernon

Thompson να αναπτύξει ένα μπαλόνι αποκλεισμού καλυμμένο με γάζα το 1943, το οποίο θεώρησε ότι του επέτρεπε ένα πιο ασφαλές κράτημα στο βρογχικό τοίχωμα (Εικόνα 6) (McGrath et al.,2017).



Εικόνα 6: Ο ενδοβρογχικός αναστολέας του Magill του 1936 (αριστερά) και ο αναστολέας μπαλονιού που καλύπτεται με γάζα του Vernon Thompson του 1943 (δεξιά) (McGrath et al.,2017)

Ο Stürtzbecher το 1953 δημιούργησε έναν σωλήνα που ήταν ουσιαστικά ένας τυπικός ενδοτραχειακός σωλήνας, αλλά με προέκταση είτε 7 είτε 9 εκατοστών και κατευθυνόταν σε κάθε βρόγχο χρησιμοποιώντας ένα συρμάτινο στυλεό, το οποίο λειτουργούσε ως βρογχικός αποκλειστής όταν φουσκωνόταν και επέτρεπε την αναρρόφηση περιφερικά. Η έκδοση 7 cm χρησιμοποιήθηκε για την απόφραξη ενός κύριου βρόγχου και η μακρύτερη για την απόφραξη ενός λοβιακού βρόγχου (McGrath et al.,2017) .

Μια επεξεργασία αυτού του σχεδίου πραγματοποιήθηκε από το ζεύγος Macintosh της Οξφόρδης (17 Οκτωβρίου 1897, – 28 Αυγούστου 1989) και Leatherdale (πέθανε στις 6 Αυγούστου 2009) το 1955, οι οποίοι περιέγραψαν δύο σωλήνες. Αυτοί σχεδιάστηκαν για την ενδοβρογχική διασωλήνωση του αριστερού κύριου βρόγχου. Ο ένας σωλήνας περιλάμβανε ένα τυπικό τμήμα της τραχείας και έναν αποκλειστή ενδοβρογχικής αναρρόφησης για να εισαχθεί στον αριστερό κύριο βρόγχο για επεμβάσεις αριστερού πνεύμονα. Ο σωλήνας για επεμβάσεις δεξιού πνεύμονα ήταν ένας αριστερός ενδοβρογχικός σωλήνας με cuff με αποκλειστή αναρρόφησης τραχείας. Οι σύγχρονοι βρογχικοί αποκλειστές είναι είδη μιας χρήσης και ενσωματώνουν cuff με μπαλόνι μεγάλου όγκου και χαμηλής πίεσης. Τοποθετούνται υπό άμεση όραση με οπτικές ίνες, συνήθως σε ασθενείς στους

οποίους η τοποθέτηση DLT δεν είναι επιθυμητή ή στους οποίους δεν απαιτείται διαφορικός αερισμός των πνευμόνων. Ωστόσο, τα θεμελιώδη μειονεκτήματα παραμένουν στις πολύ μικρές θυρίδες αναρρόφησης, στην τάση κίνησης κατά τη διάρκεια της επέμβασης και στην αδυναμία αερισμού φραγμένων τμημάτων του πνεύμονα (McGrath et al., 2017) .

Η κατάρρευση του δεξιού άνω λοβού μπορεί να είναι δύσκολη λόγω της εγγύς έκφυσης του βρόγχου του δεξιού άνω λοβού, ο οποίος αποφράσσεται εύκολα από το cuff του ενδοβρογχικού αποκλειστή. Οι βρογχικοί αποκλειστές τοποθετούνται είτε ενδοαυλικά μέσα σε ένα SLT (δηλαδή ομοαξονικά) είτε τοποθετούνται χωριστά δίπλα και έξω από το SLT (δηλαδή ανεξάρτητα). Γενικά, είναι πιο επιρρεπείς σε κίνηση και μετατόπιση από τους DLT (Ashok & Francis, 2018) .

Μερικοί από τους βρογχικούς αποκλειστούς που είναι διαθέσιμοι αυτήν τη στιγμή είναι (Ashok & Francis, 2018) :

- Μονάδα αποκλεισμού ελέγχου ροπής (Torque control blocker univent)
- Arndt σύρμα καθοδηγούμενος ενδοβροχιακός αποκλειστής (Arndt wire-guided endobronchial blocker)
- Ενδοβρογχικός αποκλειστής που εκτρέπει το άκρο Cohen (Cohen tip-deflecting endobronchial blocker)
- Fuji Uniblocker
- Rusch Bifid EZ-blocker.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των διάφορων βρογχικών αποκλειστών (Ashok & Francis, 2018) .

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά βρογχικών αποκλειστών (Ashok & Francis, 2018)

	Cohen blocker	Fuji uniblocker	Arndt blocker
Size (Fr)	9	5, 9	5, 7, 9
Guidance mechanism	Wheel device	None, preshaped	Nylon wire loop
Smallest recommended tracheal tube (for coaxial use) (mm)	9 Fr (8.0 ETT)	9 Fr (8.0 ETT)	5 Fr (4.5 ETT), 7 Fr (7.0 ETT), 8 Fr (8.0 ETT)
Central channel (mm ID)	1,6	2,0	1,4

Οι βρογχικοί αποκλειστές που αναφέρονται παραπάνω έχουν παρόμοια αρχή χρήσης, αλλά διαφέρουν ελαφρώς μεταξύ τους ως προς την τεχνική εισαγωγής τους. Οι αναισθησιολόγοι που δεν είναι εξοικειωμένοι με τη συνήθη χρήση των βρογχικών αποκλειστών συνιστάται να ανατρέξουν στο εγχειρίδιο κατασκευαστή για λεπτομέρειες σχετικά με την επιλογή μεγέθους και την τεχνική εισαγωγής. Ανεξάρτητα από το σχεδιασμό τους, όλα οι βρογχικοί αποκλειστές απαιτούν τη χρήση FOB για την επιβεβαίωση της θέσης (Ashok & Francis, 2018) .

2.3.3 Σύγκριση βρογχικών αποκλειστών και DLT.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των DLT είναι (Ashok & Francis, 2018) :

1. Γρήγορη τοποθέτηση
2. Αναρρόφηση και βρογχοσκόπηση στον απομονωμένο πνεύμονα
3. CPAP στον χειρουργημένο πνεύμονα
4. Μπορεί να αντικαταστήσει το OLV σε οποιοδήποτε πνεύμονα
5. Δυνατότητα εισαγωγής ακόμα και αν το FOB δεν είναι διαθέσιμο.

Από την άλλη, τα κύρια μειονεκτήματα των DLT είναι (Ashok & Francis, 2018) :

1. Διαθέσιμα περιορισμένα μεγέθη
2. Δύσκολη τοποθέτηση σε μη φυσιολογικούς/παραμορφωμένους αεραγωγούς
3. Δεν είναι ιδανικό για μετεγχειρητικό αερισμό
4. Πιθανός κίνδυνος τραύματος αεραγωγού
5. Διεγχειρητική μετατόπιση.

Όσον αφορά τους βρογχικούς αποκλειστές, τα κύρια πλεονεκτήματα τους είναι (Ashok & Francis, 2018) :

1. Εύκολη επιλογή μεγέθους
2. Εύκολη χρήση με τυπικό τραχειακό σωλήνα
3. Ευκολότερη τοποθέτηση σε δύσκολους αεραγωγούς
4. Δυνατότητα επιλεκτικής λοβιακής απομόνωσης του πνεύμονα
5. Μετεγχειρητικός αερισμός διπλού πνεύμονα με απλή απόσυρση του αναστολέα.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των βρογχικών αποκλειστών είναι (Ashok & Francis, 2018) :

1. Περισσότερος χρόνος για εισαγωγή και ακριβής τοποθέτηση
2. Απαραίτητη η χρήση FOB

3. Αργή και ατελής κατάρρευση του πνεύμονα
4. Δεν είναι δυνατή η αναρρόφηση
5. Αδύνατη η βρογχοσκόπηση απομονωμένου πνεύμονα
6. Δύσκολη η εναλλαγή του OLV σε έναν από τους δύο πνεύμονες (πιθανή με αναστολέα Rusch EZ-Bifid).

2.4. Επιπλοκές

Η πιο θανατηφόρα επιπλοκή που προκύπτει από τη χρήση ενός DLT είναι η ρήξη των αεραγωγών από τραυματική τοποθέτηση. Επίσης, είναι πιθανό να συμβεί τραυματισμός της γλώσσας, των χειλιών και των δοντιών κατά τη λαρυγγοσκόπηση. Η πλειονότητα των τραυματισμών των αεραγωγών έχουν συσχετιστεί με DLT μικρού μεγέθους, ιδιαίτερα σε γυναίκες που έλαβαν DLT 35-Fr ή 37-Fr. Τα μικρού μεγέθους DLT τείνουν να τοποθετούνται πολύ μακριά από τον κύριο βρόγχο του στελέχους του. Επίσης, το ενδοτραχειακό cuff απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα αέρα όταν χρησιμοποιούνται μικρότεροι σωλήνες προδιαθέτοντας για ισχαιμία του βλεννογόνου (Bora et al., 2023) .

Άλλες επιπλοκές περιλαμβάνουν υποξαιμία λόγω κακής τοποθέτησης του σωλήνα, μετατόπισης, απόφραξης του σωλήνα από εκκρίσεις ή αίμα. Η κακή τοποθέτηση του DLT μπορεί να οδηγήσει σε απειλητικές για τη ζωή συνέπειες. Μπορεί να υπάρξει σημαντική διαταραχή του αερισμού, οδηγώντας σε υποξία, παγίδευση αερίων, πνευμοθώρακα υπό τάση, διασταυρούμενη μόλυνση του περιεχομένου των πνευμόνων (Bora et al., 2023). Οι παράγοντες που προδιαθέτουν για τραυματισμό των αεραγωγών περιλαμβάνουν: (1) εισαγωγή DLT με μεγάλη δύναμη, (2) τοποθέτηση μικρού μεγέθους DLT, (3) υπερδιάταση του ενδοβρογχικού cuff(4) επανατοποθέτηση του DLT με τα cuff φουσκωμένα, και (5) προϋπάρχουσα παθολογία του αεραγωγού συμπεριλαμβανομένων των όγκων (Bora et al., 2023) .

Οι πιο συχνές επιπλοκές από τη χρήση των DLTs είναι:

- Κακή θέση: Αυτό είναι το πιο κοινό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται με τη χρήση των DLTs. Ένας DLT με λανθασμένη τοποθέτηση μπορεί να έχει ως αποτελέσματα την μερική κατάρρευση του αεριζόμενου πνεύμονα ή να εμποδίσει την κατάρρευση του επιδιωκόμενου πνεύμονα, προκαλώντας υποξαιμία και ανεπαρκή χειρουργική πρόσβαση (Inoue et al., 2004) .
Συνήθεις αιτίες κακής τοποθέτησης είναι: η απομάκρυνση του ενδοβρογχικού

cuff λόγω υπερβολικού φουσκώματος, έκτασης ή κάμψης της κεφαλής και του λαιμού κατά τη διάρκεια ή μετά την τοποθέτηση του ασθενούς, και ο χειρουργικός χειρισμός του βρόγχου (Ashok & Francis, 2018) .

- Τραύμα αεραγωγού: Ένας υπερμεγεθής DLT ή ένας μικρού μεγέθους DLT που έχει μετακινηθεί περιφερικά, μπορεί να προκαλέσει ρήξη του μεμβρανώδους τμήματος της τραχείας ή του βρόγχου. Το ιατρογενές τραύμα των αεραγωγών μπορεί να παρουσιαστεί ως ανεξήγητη διαρροή αέρα, υποδόριο εμφύσημα, μαζική αιμορραγία στον αυλό DLT ή προεξοχή του ενδοβρογχικού ή ενδοτραχειακού cuff στο χειρουργικό πεδίο (Yuceyar et al., 2023) .
- Πνευμοθώρακα στον εξαρτημένο πνεύμονα κατά τη διάρκεια του OLV που προκαλείται από υψηλές πιέσεις αερισμού ή μεγάλους αναπνευόμενους όγκους (tidal volume), ειδικά σε ασθενείς με προϋπάρχουσα εμφυσηματική πνευμονοπάθεια (Weng et al., 2002) .

2.5. Παρακολούθηση και Διαχείριση Αερισμού ενός Πνεύμονα

Η πρόκληση αναισθησίας και μυϊκής παράλυσης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας και δευτερογενώς λόγω της απώλειας του μυϊκού τόνου στο θωρακικό τοίχωμα και στο διάφραγμα. Με την πλάγια θέση (lateral decubitus, LD), η εξαρτημένη ενδοτικότητα του πνεύμονα μειώνεται, μετατοπίζοντας το μεγαλύτερο μέρος του Vt προς τον άνω πνεύμονα κατά τη διάρκεια του αμφίπλευρου αερισμού. Η πνευμονική αιμάτωση πηγαίνει κατά προτίμηση στον εξαρτημένο πνεύμονα λόγω της βαρύτητας. Μόλις καθιερωθεί η απομόνωση του πνεύμονα, ο αερισμός περιορίζεται στον εξαρτώμενο πνεύμονα και οποιαδήποτε υπολειπόμενη αιμάτωση στον μη εξαρτημένο πνεύμονα γίνεται true shunt flow (Brassard et al., 2014).

Κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα (OLV), η ανάλυση αερίων του αρτηριακού αίματος είναι εξαιρετικά χρήσιμη για την αξιολόγηση της οξυγόνωσης και της επάρκειας του αερισμού υπό το φως των αυξημένων τελικών αναπνεόμενων όγκων (end-tidal) και της μερικής πίεσης διοξειδίου του άνθρακα (arterial pressure carbon dioxide, $ETCO_2$ - $PaCO_2$) (Dobson et al., 2023) . Πέρα από τις αναλύσεις αερίων αίματος, η πρόσβαση στην αρτηριακή γραμμή επιτρέπει την αιμοδυναμική παρακολούθηση σε πιο περίπλοκες χειρουργικές επεμβάσεις με σημαντικό κίνδυνο

για αιμοδυναμική αστάθεια, αιμορραγία ή μετατοπίσεις υγρών (Dobson et all., 2023). Η συνεχής σπιρομέτρηση είναι ένα πολύτιμο συμπλήρωμα για την αξιολόγηση των αλλαγών στην ενδοτικότητα των πνευμόνων λόγω recruitment/derecruitment και για τη διάγνωση διαρροών αέρα και παγίδευσης αέρα (Brinkman et all., 2013) . Επίσης, η διοισοφαγική ηχοκαρδιογραφία μπορεί να βοηθήσει στην περιεγχειρητική εκτίμηση της δυσλειτουργίας της δεξιάς καρδιάς, η οποία μπορεί να επιδεινωθεί λόγω της αυξημένης πνευμονικής αγγειακής αντίστασης που προκαλείται από την έναρξη της OLV ή/ και η σύσφιξη των κλάδων της πνευμονικής αρτηρίας C

Σύμφωνα με διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες κατά μίας χειρουργικής επέμβασης με OLV συνιστάται:

- **Αναπνεόμενος όγκος (Tidal volume):** Για την αποφυγή της ατελεκτασίας και της υποξαιμίας συνιστάται μεγάλο Vt. Ωστόσο, αυτό είναι πλέον γνωστό ότι σχετίζεται με οξεία πνευμονική βλάβη (Acute Lung Injury, ALI). Γι' αυτό το Vt κατά τη διάρκεια της OLV θα πρέπει να είναι 4-6 mL ανά kg ιδανικού σωματικού βάρους (Dobson et all., 2023) .
- **Θετική τελοεκπνευστική πίεση (Positive end-expiratory pressure, PEEP):** Ενώ η βέλτιστη PEEP παραμένει αμφιλεγόμενη από την άποψη της οξυγόνωσης, υπάρχει συναίνεση σχετικά με το ρόλο της στον προστατευτικό αερισμό για την πρόληψη τραυματισμού των πνευμόνων (Yang et all., 2011). Η οξυγόνωση μπορεί να επιδεινωθεί με την PEEP κατά τη διάρκεια της OLV λόγω της αυξημένης πνευμονικής αγγειακής αντίστασης και της εκτροπής της ροής του αίματος στον εγχειρητικό πνεύμονα, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται μεγάλο Vt. Αντίθετα, με χαμηλό Vt, η ανεπαρκής PEEP μπορεί να προάγει την μη συστράτευση των κυψελίδων (derecruitment) και να αυξήσει το shunt (κυκλοφορική διαφυγή) στον αεριζόμενο πνεύμονα. Οι ασθενείς είναι πιο πιθανό να ωφεληθούν από την PEEP, εάν η πνευμονική τους λειτουργία είναι φυσιολογική, καθώς η εξωτερική PEEP τείνει να αυξάνει την τελική εκπνευστική πίεση προς το χαμηλότερο σημείο καμπής της καμπύλης πίεσης-όγκου. Από την άλλη πλευρά, σε ασθενείς με αποφρακτική πνευμονοπάθεια και μειωμένο αναγκαστικό εκπνευστικό όγκο μετά από ένα δευτερόλεπτο, η εξωτερική PEEP είναι πιο πιθανό να αυξήσει την τελική εκπνευστική πίεση πάνω από το κατώτερο σημείο καμπής και να δημιουργήσει ή να ενισχύσει την εσωτερική PEEP κατά τη διάρκεια της OLV. Η ανάπτυξη ενδογενούς PEEP μπορεί να ανιχνευθεί με την

παρουσία μιας διακοπτόμενης εκπνευστικής ροής σε μια καμπύλη ροής-όγκου, με την επιδείνωση της ενδοτικότητας των πνευμόνων στη σπιρομέτρηση ή με αυξανόμενες πιέσεις plateau (Valenza et al., 2004). Συνεπώς, η PEEP θα πρέπει να ρυθμίζεται στα 3-10 cm H₂O κατά τη διάρκεια του OLV, τιλοδοτημένο στην υψηλότερη πνευμονική ενδοτικότητα. Παράλληλα, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στην αυτόματη PEEP (Dobson et al., 2023) .

- **Εισπνεόμενο κλάσμα οξυγόνου (Inspired oxygen fraction):** Το υψηλό FiO₂ μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (reactive oxygen species, ROS) και προφλεγμονωδών κυτοκινών. Η τοξικότητα οξυγόνου εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της OLV από τραυματισμό ισχαιμίας-επαναιμάτωσης, καθώς ο χειρουργικός χειρισμός και η κατάρρευση του πνεύμονα μπορεί να ξεκινήσουν την υποαιμάτωση των ιστών (Jordan et al., 2000) . Ο παρατεταμένος OLV (> 120 λεπτά) και η δημιουργία οξειδωτικού στρες έχουν συσχετιστεί με αυξημένα ποσοστά αναπνευστικής ανεπάρκειας, καρδιακές αρρυθμίες και πνευμονική υπέρταση (Misthos et al., 2006) . Ένα FiO₂ ίσο με 0,4 μπορεί να παρέχει επαρκή οξυγόνωση στη πλάγια θέση κατά τη διάρκεια του OLV. Ένα FiO₂ ίσο με 0,5-0,8 θα πρέπει να είναι επαρκές κατά την έναρξη της OLV στην πλειονότητα των περιπτώσεων και μετά θα πρέπει να τιλοδοτείται στο ελάχιστο που απαιτείται για επιτυγχάνεται κορεσμός οξυγόνου (SpO₂) 92-96% (Dobson et al., 2023) .
- **Χειρισμοί έκπτυξης κυψελίδων (alveolar recruitment maneuver, ARM):** Η στράτευση-έκπτυξη του πνεύμονα αναφέρεται στη δυναμική διαδικασία διάνοιξης ασταθών και κλειστών κυψελίδων, διαμέσου σκόπιμης εφαρμογής μίας παροδικής αύξησης της διαπνευμονικής πίεσης. Ένας κύριος χειρισμός στράτευσης (ή έκπτυξης) των κυψελίδων είναι η εφαρμογή υψηλών τελοεισπνευστικών πιέσεων ή μεγάλων αναπνεόμενων όγκων για σύντομο χρονικό διάστημα με στόχο τη διάταση των πνευμόνων (Κατσιάρη, 2013) . Ένα ARM (alveolar recruitment maneuver) στην αρχή ή αμέσως πριν την εφαρμογή του OLV μπορεί να βελτιώσει την οξυγόνωση (Tusman et al., 2004) . Το βέλτιστο επίπεδο και διάρκεια των ARM δεν έχει καθοριστεί (Dobson et al., 2023) .
- **Πίεση Peak/plateau:** Η πίεση peak > 40 cm H₂O, καθώς και η πίεση plateau > 29 cm H₂O έχει βρεθεί ότι σχετίζονται με το ALI. Ωστόσο, δεν φαίνεται να υπάρχει μία κρίσιμη πίεση plateau κάτω από την οποία δεν συμβαίνει τραυματισμός. Ο

προστατευτικός αερισμός έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τις πιέσεις peak και plateau και μειώνει τον σχετικό τραυματισμό των πνευμόνων. Γι' αυτό συνιστάται η ελαχιστοποίηση της εισπνευστικής πίεση peak και plateau κατά τη διάρκεια της OLV (δηλαδή, πίεση peak < 30 cm H₂O και πίεση plateau < 20 cm H₂O) (Dobson et al., 2023) .

- **Αναπνευστικός ρυθμός / επιτρεπτή υπερκαπνία:** Η επιτρεπτή υπερκαπνία είναι αναπόσπαστο μέρος της προστασίας των πνευμόνων, καθώς επιτρέπει μειωμένες αναπνευστικές πιέσεις και μηχανική καταπόνηση. Εκτός από συγκεκριμένες αντενδείξεις (π.χ., αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση), η μέτρια υπερκαπνία είναι καλά ανεκτή. Οι μέτριες αυξήσεις του CO₂ αυξάνουν την πνευμονική αγγειακή αντίσταση και την πίεση της πνευμονικής αρτηρίας, καθώς και την απόδοση της δεξιάς κοιλίας και τον καρδιακό δείκτη από τη συμπαθητική διέγερση. Απαιτείται προσοχή σε ασθενείς με σημαντική δυσλειτουργία της δεξιάς κοιλίας, ιδιαίτερα σε καταστάσεις με υψηλή υπερκαπνία (PaCO₂ > 70 mmHg). Επίπεδα PaCO₂ 70-135 mmHg έχουν παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια της OLV και έχουν συσχετιστεί με κοιλιακές αρρυθμίες, δυσκολίες οξυγόνωσης και συχνά την ανάγκη για ινότροπη υποστήριξη. Ο αναπνευστικός ρυθμός (Respiratory Rate, RR) πρέπει να αυξηθεί ελαφρώς κατά την έναρξη της OLV για να αποφευχθεί η υπερβολική υπερκαπνία με προστατευτικό Vt. Ο υψηλός RR, ωστόσο, θα μειώσει τον χρόνο εισπνοής και εκπνοής. Ο σύντομος χρόνος εισπνοής έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των μέγιστων πιέσεων εισπνοής, ενώ ο σύντομος χρόνος εκπνοής, ιδιαίτερα σε ασθενείς με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, μπορεί να αυξήσει την εγγενή PEEP και να οδηγήσει σε αυξημένες πιέσεις Plateau. Επομένως, σημαντικές αυξήσεις του RR, για την ομαλοποίηση της αποβολής του CO₂, μπορεί να αναιρέσουν οποιοδήποτε προστατευτικό όφελος του αερισμού με χρήση χαμηλού Vt. Η αναλογία εισπνοής προς εκπνοή (I:E) μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να παρέχει μέγιστο χρόνο εκπνοής (1:4-1:6). για τον ασθενή με αποφρακτική πνευμονοπάθεια και μέγιστο χρόνο εισπνοής (1:1-2:1) για τον ασθενή με περιοριστική πνευμονοπάθεια. Γι' αυτό συνιστάται: (1) το RR πρέπει να είναι 12-16 αναπνοές ανά min, (2) το PaCO₂ πρέπει να είναι 40-60 mmHg, (3) η αναλογία ρουτίνας I:E είναι 1:2, (4) η προσαρμογή της αναλογίας I:E σε 1:1-2:1 για περιοριστική πνευμονοπάθεια, (5) η προσαρμογή της αναλογίας I:E σε 1:4-1:6 για αποφρακτική πνευμονοπάθεια για την αποφυγή της εγγενούς PEEP (Dobson et al., 2023) .

- **Έλεγχος πίεσης έναντι αερισμού ελέγχου όγκου:** Ο αερισμός με έλεγχο πίεσης (Pressure-control ventilation, PCV) είναι προτιμότερος από τον αερισμό ελέγχου όγκου (volume-control ventilation, VCV) για το OLV. Ενώ το PCV σχετίζεται με χαμηλότερες αναπνευστικές πιέσεις, οι διαφορές στην ενδοβρογχική πίεση είναι ελάχιστες (Roze et al., 2010) .

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η καταγραφή και η σύγκριση των μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος σε αερισμό ενός πνεύμονα, με ενδοβρογχικό αποκλειστή και με σωλήνα διπλού αυλού, σε ασθενείς που θα υποβληθούν σε θωρακοχειρουργικές επεμβάσεις.

4. ΜΕΘΟΔΟΣ - ΥΛΙΚΟ

4.1. Ερευνητικός Σχεδιασμός

Η παρούσα μελέτη ήταν μία προοπτική μελέτη παρατήρησης, η οποία πραγματοποιήθηκε στο κεντρικό χειρουργείο του Γενικού Νοσοκομείου Νοσημάτων Θώρακος Αθηνών «Η ΣΩΤΗΡΙΑ» από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο του 2023.

4.2. Δείγμα

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 40 ασθενείς, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε τακτικό χειρουργείο θώρακος. Από τους 40 ασθενείς, οι 20 έλαβαν αερισμό ενός πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή (ομάδα ενδοβρογχικού αποκλειστή), και οι υπόλοιποι ασθενείς έλαβαν αερισμό ενός πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού (ομάδα με σωλήνα διπλού αυλού). Τα κριτήρια ένταξης των συμμετεχόντων στη μελέτη ήταν:

- Ηλικία άνω των 18 ετών.
- Τακτικό χειρουργείο θώρακος με είδος επέμβασης πνευμονεκτομή, λοβεκτομή, τμηματεκτομή, ογκεκτομή, sleeve λοβεκτομή, wedge resection και βιοψία όγκου υπό γενική αναισθησία.
- Αποκλεισμός αερισμού ενός πνεύμονα με χρόνο μεγαλύτερο από 1 ώρα.

4.3. Διαδικασία Αερισμού ενός Πνεύμονα

Όλοι οι ασθενείς, αρχικά τοποθετήθηκαν σε ύπτια θέση. Οι ασθενείς έλαβαν προ-οξυγόνωση με 100% οξυγόνο μέσω μάσκας για διάστημα πέντε λεπτών. Μετά την προ-οξυγόνωση, προκλήθηκε αναισθησία με fentanyl, μιδαζολάμη και

προποφόλη . Στη συνέχεια, χορηγήθηκαν μυοχαλαρωτικά (αποπολωτικά ή μη αποπολωτικά μυοχαλαρωτικά) και όταν επιτυγχανόταν κατάσταση πλήρους χαλάρωσης πραγματοποιούνταν η διασωλήνωση. Οι ασθενείς λάμβαναν ολική ενδοφλέβια αναλγησία με υπνωτικά-κατασταλτικά (προποφόλη, μιδαζολάμη), οπιοειδή αναλγητικά (φεντανύλη, ρεμιφεντανύλη) και μυοχαλαρωτικά. Η διασωλήνωση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας μια συμβατική λεπίδα Macintosh (μέγεθος 3 ή 4). Μετά τη διασωλήνωση των ασθενών όλοι οι ασθενείς τοποθετούνταν σε πλάγια θέση, με τη χειρουργηθείσα πλευρά να βρίσκεται προς τα πάνω.

Ο αποκλεισμός ενός πνεύμονα επιτυγχάνονταν είτε με τη χρήση ειδικών σωλήνων διπλού αυλού (DLT) είτε με ενδοβρογχικούς αποκλειστές (BB), οι οποίοι κατευθύνουν επιλεκτικά τη ροή του αέρα σε έναν πνεύμονα και αποκλείουν τον άλλο. Οι DLT διαθέτουν 2 αεροθαλάμους (cuff), ένα περιφερικό cuff (βρογχικό), που απομονώνει τους πνεύμονες μεταξύ τους και ένα κεντρικό cuff (τραχειακό) που τους απομονώνει από το περιβάλλον. Ορθή θέση του DLT θεωρείται εκείνη όπου το ενδοβρογχικό cuff βρίσκεται ακριβώς κάτω από τον διχασμό της τρόπιδας. Το μέγεθος του DLT που χρησιμοποιήθηκε προσδιορίστηκε για κάθε ασθενή σύμφωνα με το ύψος του. Από την άλλη, οι ενδοβρογχικοί αποκλειστές είναι λεπτοί σωλήνες με αεροθάλαμο στην άκρη τους, που τοποθετούνται μέσα στον απλό ενδοτραχειακό σωλήνα και μέσω του ινοπτικού βρογχοσκοπίου προωθούνται στο σωστό σημείο, ώστε να γίνει ο αποκλεισμός του ενός πνεύμονα.

Όλοι οι ασθενείς τέθηκαν σε μηχανική υποστήριξη αναπνοής. Οι παράμετροι του αναπνευστήρα ρυθμιζόνταν με βάση τα αέρια αίματος και τα ζωτικά σημεία.

4.4. Μελετώμενες Εκβάσεις

Κύριες μελετώμενες εκβάσεις ήταν η P_{peak} , η $P_{plateau}$, η P_{mean} , η driving pressure, η resistance και η compliance.

4.4. Συλλογή Δεδομένων

Για τη συλλογή δεδομένων δημιουργήθηκε μία φόρμα καταγραφής, όπου γινόταν καταγραφή των παρακάτω στοιχείων:

- Δημογραφικά στοιχεία (ηλικία, φύλο, βάρος, ύψος, BMI)
- Ημερομηνία επέμβασης

- Είδος επέμβασης
- Συννοσηρότητες
- Κάπνισμα (p/y)
- Ιστορικό νόσησης από covid
- Σπυρομέτρηση προ χειρουργείου
- Αέρια αίματος (διεγχειριστικά)
- Ζωτικά σημεία κατά την εισαγωγή στο χειρουργείο, μετά την διασωλήνωση, 20 λεπτά μετά τον αποκλεισμό και σε αερισμό και των δύο πνευμόνων: σφύξεις, κορεσμός οξυγόνου (SPO₂), αρτηριακή πίεση, μέση αρτηριακή πίεση, EtCO₂.
- Παραμέτροι αναπνευστήρα: Vt, RR, I:E, FiO₂, PEEP
- Διαδικασία διασωλήνωσης (αριθμός προσπαθειών επιτυχής διασωλήνωσης, δυσκολία διασωλήνωσης)
- P_{peak}, P_{plateau}, P_{mean}, Driving pressure, Resistance, Compliance (πριν τον αποκλεισμό, σε ύπτια και πλάγια θέση, 20 λεπτά μετά τον αποκλεισμό και κάθε 1 ώρα μέχρι το τέλος του και σε αερισμό και των δύο πνευμόνων σε ύπτια και πλάγια θέση).

4.5. Ηθική και Δεοντολογία

Το πρωτόκολλο της μελέτης εγκρίθηκε από την επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του υπό μελέτη νοσοκομείου (αριθμός πρωτοκόλλου: 21263/18-08-2023). Οι ασθενείς δε χρειάστηκε να υπογράψουν έντυπο συγκατάθεσης, καθώς η μελέτη δεν ήταν παρεμβατική και δεν είχε επίδραση στην αντιμετώπιση τους. Σε κάθε στάδιο της μελέτης διατηρήθηκε η ανωνυμία των ασθενών. Τηρήθηκε η ισχύουσα εθνική και διεθνή νομοθεσία για τη διενέργεια της έρευνας και την προστασία των προσωπικών δεδομένων των συμμετεχόντων και ακολουθήθηκαν οι αρχές Ηθικής και Δεοντολογίας περί την έρευνα.

4.6. Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.28. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $\alpha=0,05$. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση. Για την περιγραφή των ποσοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση ή ο

μέσος και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης (ΔΕ) του μέσου ή η διάμεσος και το ενδοτεταρτημοριακό εύρος. Για την περιγραφή των ποιοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε η απόλυτη (N) και η σχετική συχνότητα (%). Επίσης, έγινε έλεγχος της κανονικότητας των ποσοτικών μεταβλητών με το Kolmogorov – Smirnov (K-S) test ή το Shapiro Wilk test ($p\text{-value} > 0,05$, η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή) και με την κατασκευή του ιστογράμματος.

Για τη σύγκριση των χαρακτηριστικών μεταξύ των 2 ομάδων των ασθενών χρησιμοποιήθηκαν: α) ο έλεγχος χ^2 , για τη σύγκριση κατηγορικών μεταβλητών, β) ο έλεγχος Mann-Whitney, για τη σύγκριση ποσοτικών μεταβλητών που δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή με διχότομες κατηγορικές μεταβλητές, και γ) ο έλεγχος t-test για τη σύγκριση ποσοτικών μεταβλητών που ακολουθούσαν την κανονική κατανομή με διχότομες μεταβλητές.

Ακόμη, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές των μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Αρχικά, γινόταν έλεγχος της ύπαρξης σφαιρικότητας χρησιμοποιώντας τον στατιστικό έλεγχο σφαιρικότητας Mauchly's Test. Όταν παραβιάζοταν η συνθήκη, χρησιμοποιούνταν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

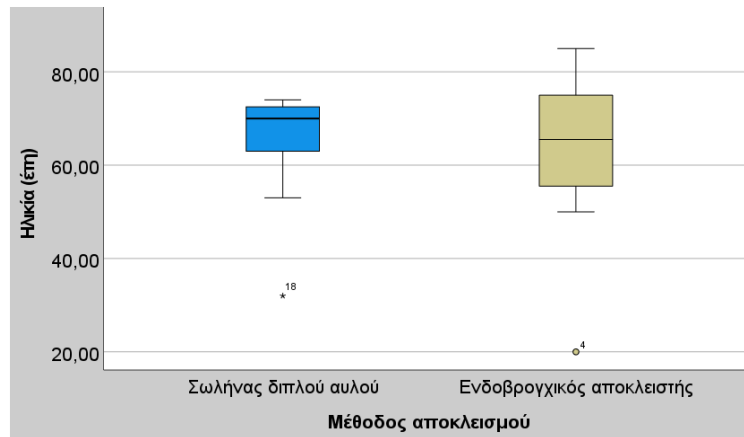
5.1. Δημογραφικά και Κλινικά Χαρακτηριστικά Ασθενών

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 40 ασθενείς, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε τακτικό χειρουργείο θώρακος. Από τους 40 ασθενείς, οι 20 έλαβαν αερισμό ενός πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή (ομάδα ενδοβρογχικού αποκλειστή), και οι υπόλοιποι ασθενείς έλαβαν αερισμό ενός πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού (ομάδα με σωλήνα διπλού αυλού).

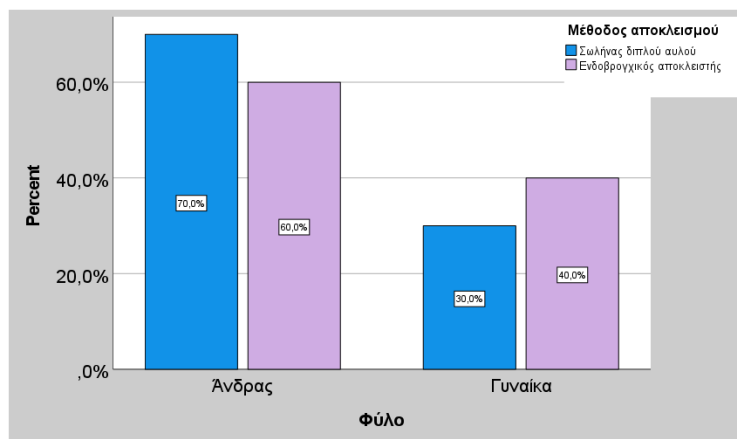
Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ασθενών. Η μέση ηλικία των ασθενών δε διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα ($p=0,543$) (Διάγραμμα 1). Επίσης, από τους 40 ασθενείς, οι 26 (65,0%) ήταν άνδρες. Δε διέφερε στατιστικά σημαντικά το ποσοστό ανδρών μεταξύ των δύο ομάδων ($p=0,741$) (Διάγραμμα 2).

Πίνακας 3: Σύγκριση δημογραφικών χαρακτηριστικών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Δημογραφικά Χαρακτηριστικά	Συνολικό δείγμα, N=40	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
		Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
Ηλικία (έτη), <i>MT(±TA)</i>	65,28 (±12,52)	66,50 (±9,93)	64,05 (±14,8)	$t=0,614$, $df=38$, $p=0,543$
Φύλο, N(%)				$\chi^2(1)=0,440$ $p=0,741$
Άνδρας	26 (65,0%)	14 (70,0%)	12 (60,0%)	
Γυναίκα	14 (35,0%)	6 (30,0%)	8 (40,0%)	
MT(±TA): Μέση τιμή (±Τυπική απόκλιση)				



Διάγραμμα 1: Θηκόγραμμα της ηλικίας βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα



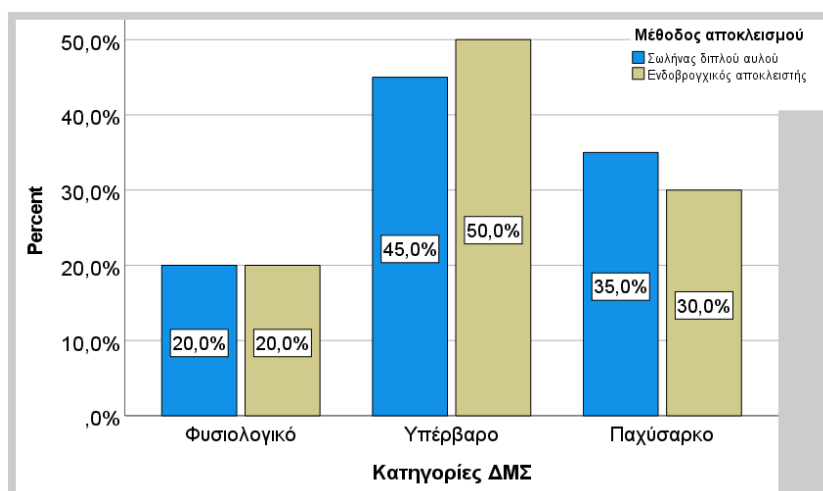
Διάγραμμα 2: Ραβδόγραμμα του φύλου βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα

Ο μέσος ΔΜΣ των ασθενών με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν 28,60 ($\pm 4,71$) και των ασθενών με σωλήνα διπλού αυλού 27,88 ($\pm 4,31$). Ο ΔΜΣ δε διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ασθενών των δύο ομάδων. Από τους 40 ασθενείς, οι 19 (47,5%) ήταν υπέρβαροι και οι 13 (32,5%) ήταν παχύσαρκοι (Πίνακας 4) (Διάγραμμα 2).

Πίνακας 4: Σύγκριση του ΔΜΣ ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

	Συνολικό δείγμα, N=40	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
		Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
Δείκτης Μάζας Σώματος (kg/m²), MT(±TA)	28,25 (±4,48)	27,88 (±4,31)	28,60 (±4,71)	t=-0,504, df=38, p=0,617
Κατηγορίες ΔΜΣ, N(%)				Χ ² (2)=0,130 p>0,999
Φυσιολογικό βάρος	8 (20,0%)	4 (20,0%)	4 (20,0%)	
Υπέρβαρος	19 (47,5%)	9 (45,0%)	10 (50,0%)	
Παχυσαρκία	13 (32,5%)	7 (35,0%)	6 (30,0%)	

ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος; MT(±TA): Μέση τιμή (±Τυπική απόκλιση)

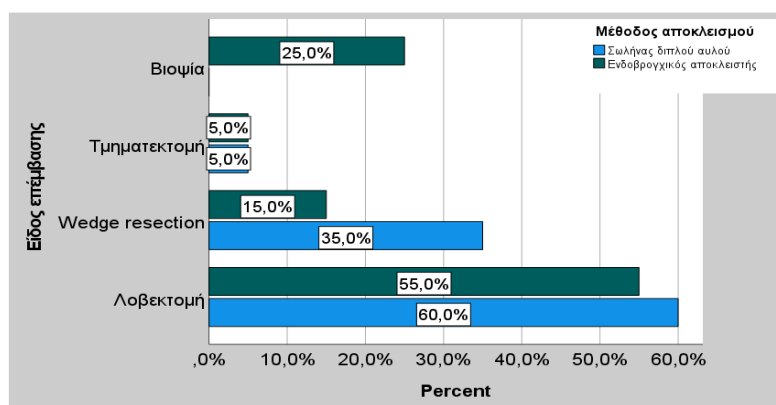


Διάγραμμα 3: Ραβδόγραμμα του Δείκτη Μάζας Σώματος βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα

Όσον αφορά στο είδος της επέμβασης, από τους 40 ασθενείς, 23 (57,5%) ασθενείς υποβλήθηκαν σε λοβεκτομή, 10 (25,0%) σε Wedge resection, 5 (12,5%) σε βιοψία, και 2 (5,0%) σε τμηματεκτομή. Το είδος επέμβασης ήταν παρόμοιο μεταξύ των δύο ομάδων ασθενών ($p=0,065$) (Πίνακας 4, Διάγραμμα 3).

Πίνακας 5: Σύγκριση του ΔΜΣ ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

	Συνολικό δείγμα, N=40	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
		Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
Είδος επέμβασης, N(%)				
Λοβεκτομή	23 (57,5%)	12 (60,0%)	11 (55,0%)	$\chi^2(3)=6,643$ $p=0,065$
Wedge resection	10 (25,0%)	7 (35,0%)	3 (15,0%)	
Τμηματεκτομή	2 (5,0%)	1 (5,0%)	1 (5,0%)	
Βιοψία	5 (12,5%)	0 (0,0%)	5 (25,0%)	
Πλευρά επέμβασης, N(%)				
Δεξιά	22 (55,0%)	13 (65,0%)	9 (45,0%)	$\chi^2(1)=1,616$ $p=0,204$
Αριστερά	18 (45,0%)	7 (35,0%)	11 (55,0%)	



Διάγραμμα 4: Ραβδόγραμμα του είδους επέμβασης βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα

Οι πιο συχνές συννοσηρότητες των ασθενών ήταν: η αρτηριακή υπέρταση (N=22, 55,0%), η δυσλιπιδαιμία (N=13, 32,5%), και οι παθήσεις θυρεοειδούς (N=7, 17,5%). Η συχνότητα των συννοσηροτήτων δε διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάλογα μεταξύ των δύο ομάδων ασθενών (Πίνακας 6).

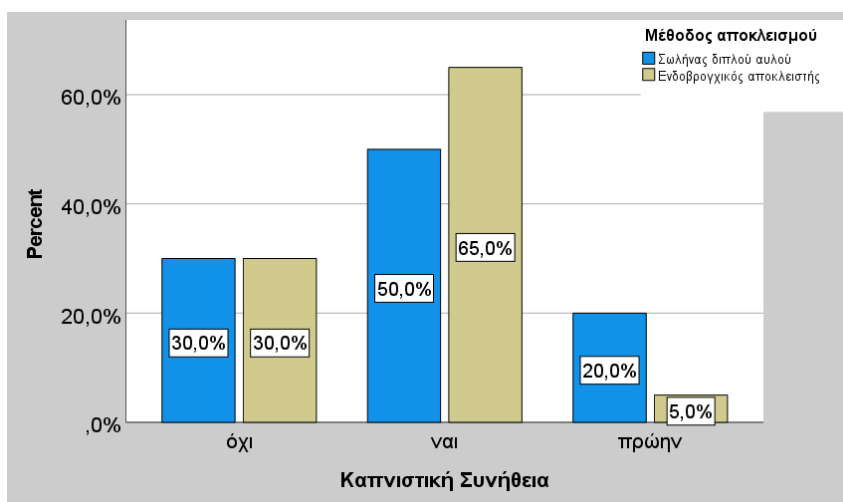
Πίνακας 6: Σύγκριση των συννοσηροτήτων ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Συννοσηρότητες	Συνολικό δείγμα, N=40	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
		Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
Αρτηριακή υπέρταση	22 (55,0%)	10 (50,0%)	12 (60,0%)	$\chi^2(1)=0,404$; $p=0,525$
Δυσλιπιδαιμία	13 (32,5%)	5 (25,0%)	8 (40,0%)	$\chi^2(1)=1,026$; $p=0,311$
Παθήσεις θυρεοειδούς	7 (17,5%)	3 (15,0%)	4 (20,0%)	$\chi^2(1)=0,173$; $p=0,677$
Στεφανιαία νόσος	6 (15,0%)	3 (15,0%)	3 (15,0%)	$\chi^2(1)=0,000$; $p>0,999$
Σακχαρώδης Διαβήτης	5 (12,5%)	1 (5,0%)	4 (20,0%)	$\chi^2(1)=2,057$; $p>0,999$
ΓΟΠ	3 (7,5%)	2 (10,0%)	1 (5,0%)	$\chi^2(1)=0,360$; $p>0,999$
ΧΑΠ	3 (7,5%)	2 (10,0%)	1 (5,0%)	$\chi^2(1)=0,360$; $p>0,999$
Καρκίνος	3 (7,5%)	2 (10,0%)	1 (5,0%)	$\chi^2(1)=0,360$; $p>0,999$
Ανεπάρκεια καρδιακής βαλβίδας	2 (5,0%)	1 (5,0%)	1 (5,0%)	$\chi^2(1)=0,000$; $p>0,999$
Κολπική μαρμαρυγή	2 (5,0%)	1 (5,0%)	1 (5,0%)	$\chi^2(1)=0,000$; $p>0,999$
Υπερτροφία προστάτη	2 (5,0%)	2 (10,0%)	0 (0,0%)	$\chi^2(1)=2,105$; $p=0,487$
Οστεοαρθρίτιδα	1 (2,5%)	0 (0,0%)	1 (5,0%)	$\chi^2(1)=1,026$; $p>0,999$
Αγχώδης διαταραχή	1 (2,5%)	0 (0,0%)	1 (5,0%)	$\chi^2(1)=1,026$; $p>0,999$
Νευροπάθεια	1 (2,5%)	1 (5,0%)	0 (0,0%)	$\chi^2(1)=1,026$; $p>0,999$

Όσον αφορά στην καπνιστική συνήθεια, 23 (57,5%) ασθενείς ήταν νυν καπνιστές και 5 (12,5%) ήταν πρώην καπνιστές. Οι δύο ομάδες ασθενών δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά ανάλογα με τη μέθοδο του αποκλεισμού του πνεύμονα ($p=0,372$) (Διάγραμμα 5). Ο διάμεσος αριθμός πακέτο-ετών ήταν 40,00 (25,00 – 60,00). Ο διάμεσος αριθμός πακέτο-ετών δε διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων ($p=0,101$) (Πίνακας 7).

Πίνακας 7: Σύγκριση της καπνιστικής συνήθειας ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

	Συνολικό δείγμα, N=40	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
		Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
Καπνιστική συνήθεια, N(%)				$\chi^2(2)=2,191$ $p=0,372$
Μη καπνιστής	12 (30,0%)	6 (30,0%)	6 (30,0%)	
Νυν καπνιστής	23 (57,5%)	10 (50,0%)	13 (65,0%)	
Πρώην καπνιστής	5 (12,5%)	4 (20,0%)	1 (5,0%)	
Πακέτο/έτη, Διάμεσος (25^η – 75^η ΕΚ)	40,00 (25,00 – 60,00)	60,00 (30,00 – 70,00)	35,00 (20,00 – 42,50)	Mann-Whitney U=57,500 $p=0,101$



Διάγραμμα 5: Ραβδόγραμμα της καπνιστικής συνήθειας ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Τέλος, σχεδόν όλοι οι ασθενείς (97,4%) είχαν νοσήσει από COVID-19. Το ιστορικό νόσησης από COVID-19 δε διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων ($p>0,999$) (Πίνακας 8).

Πίνακας 8: Σύγκριση του ιστορικού νόσησης από COVID-19 ανάλογα με τη μέθοδο του αποκλεισμού του πνεύμονα

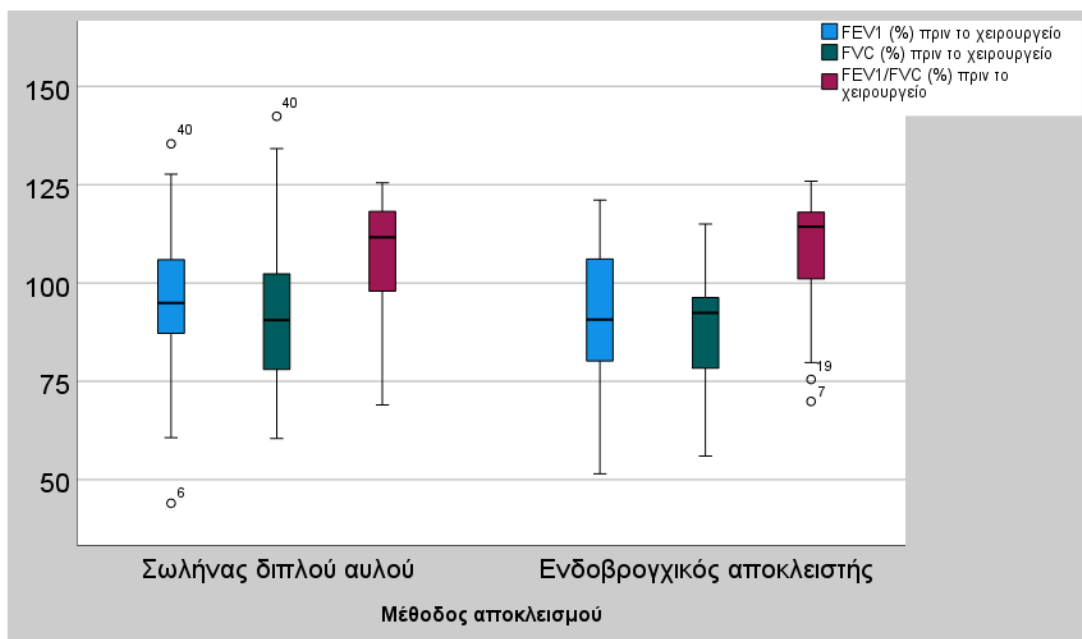
Ιστορικό νόσησης από COVID-19, N(%)	Συνολικό δείγμα, N=40	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
		Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
Όχι	1 (2,6%)	1 (5,0%)	0 (0,0%)	$\chi^2(1)=0,975$
Ναι	38 (97,4%)	19 (95,0%)	19 (100,0%)	$p>0,999$

5.2. Ζωτικά σημεία και δεδομένα σπιρομέτρησης

Στον Πίνακα 9 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση των δεδομένων της σπιρομέτρησης πριν το χειρουργείο μεταξύ των δύο ομάδων. Το FEV1 (%) ($p=0,831$), το FVC(%) ($p=0,617$) και το FEV1/FVC(%) ($p=0,924$) δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ασθενών των δύο ομάδων.

Πίνακας 9: Σύγκριση των δεδομένων σπιρομέτρησης μεταξύ των 2 ομάδων ασθενών

Δεδομένα σπιρομέτρησης	Συνολικό δείγμα, N=40	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
		Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
FEV1 (%) , Μέσος (25 ^η – 75 ^η ΕΚ)	93,95 (86,98 – 100,91)	94,95 (85,60 – 106,18)	90,70 (79,40 – 106,10)	Mann-Whitney U=143,00 p=0,831
FVC (%) , Διάμεσος (25 ^η – 75 ^η ΕΚ)	90,55 (84,04 – 97,07)	90,60 (75,58 – 103,73)	92,40 (76,10 – 96,90)	Mann-Whitney U=135,00 p=0,617
FEV1/FVC (%) , Διάμεσος (25 ^η – 75 ^η ΕΚ)	106,76 (101,39 – 112,14)	111,65 (97,93 – 118,25)	114,30 (100,90 – 118,00)	Mann-Whitney U=157,00 p=0,924

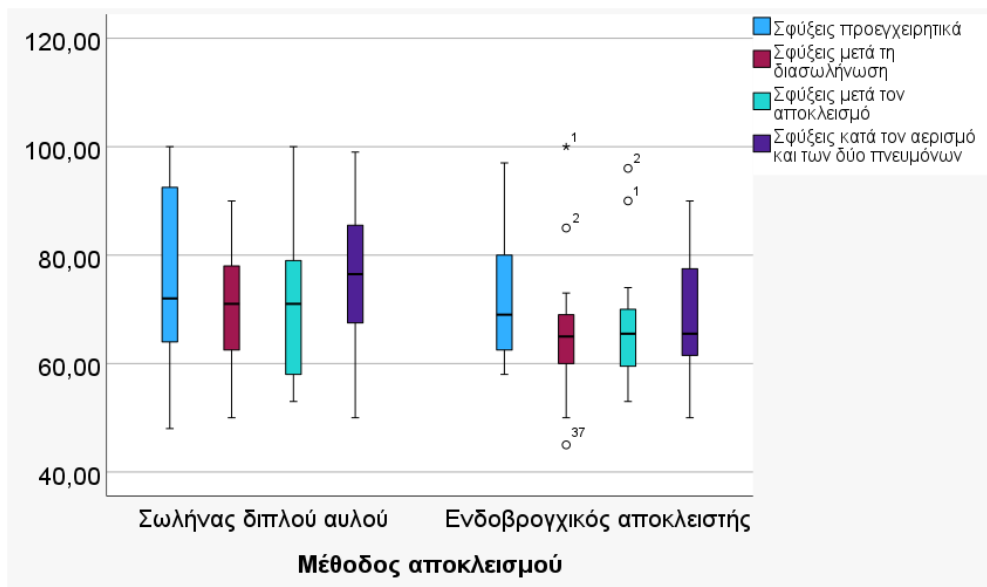


Διάγραμμα 6: Θηκογράμματα των FEV1 (%), FVC(%) και FEV1/FVC(%) βάσει της μεθόδου αποκλεισμού του πνεύμονα

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση των σφίξεων διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού είχαν παρόμοιο αριθμό σφίξεων ανά λεπτό με τους ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή προεγχειρητικά ($p=0,484$), μετά τη διασωλήνωση ($p=0,147$), μετά τον αποκλεισμό ($p=0,257$) και κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων ($p=0,073$).

Πίνακας 10: Σύγκριση των σφύξεων διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων

Σφύξεις διεγχειρητικά	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
	Μέσος (95% ΔΕ)	Μέσος (95% ΔΕ)	
Προεγχειρητικά	75,05 (67,39 – 82,71)	71,90 (66,58 – 77,22)	t=0,707, df=38 p=0,484
Μετά τη διασωλήνωση	70,15 (65,46 – 74,84)	65,00 (59,43 – 70,57)	t=1,480, df=38 p=0,147
Μετά τον αποκλεισμό	71,25 (64,75 – 77,75)	66,75 (61,79 – 71,71)	t=1,152, df=38 p=0,257
Κατά τον αερισμό και των 2 πνευμόνων	76,30 (69,80 – 82,79)	68,95 (63,73 – 74,17)	t=1,846, df=38 p=0,073



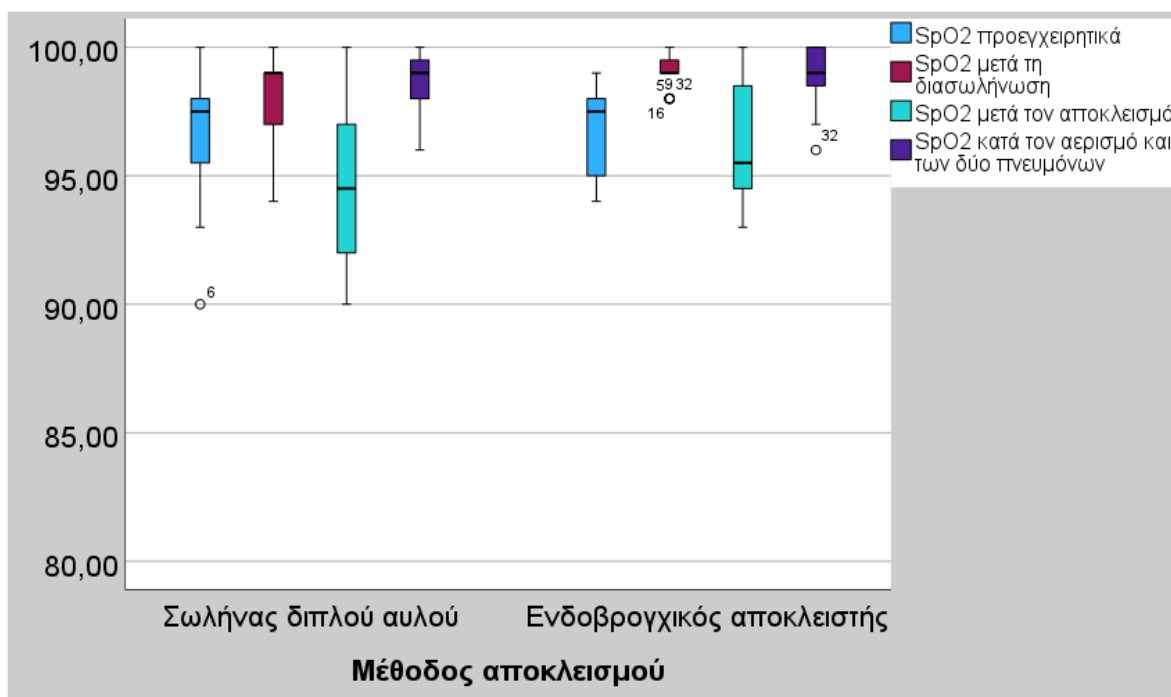
Διάγραμμα 7: Θηκογράμματα των σφύξεων προεγχειρητικά, μετά τη διασωλήνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση του SpO₂ διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με αποκλεισμό

του πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού είχαν παρόμοιο SpO₂ με τους ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή προεγχειρητικά (p=0,989), μετά τη διασωλήνωση (p=0,059), μετά τον αποκλεισμό (p=0,114) και κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων (p=0,461).

Πίνακας 11: Σύγκριση του SpO₂ διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων

SpO ₂ διεγχειρητικά	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
	Μέσος (95% ΔΕ)	Μέσος (95% ΔΕ)	
Προεγχειρητικά	96,65 (95,52 – 97,78)	96,85 (96,00 – 97,70)	Mann Whitney U=199,50 p=0,989
Μετά τη διασωλήνωση	98,15 (97,42 – 98,88)	99,05 (98,73 – 99,37)	Mann Whitney U=134,50 p=0,059
Μετά τον αποκλεισμό	94,55 (92,95 – 96,15)	96,20 (95,16 – 97,24)	Mann Whitney U=142,00 p=0,114
Κατά τον αερισμό και των 2 πνευμόνων	98,75 (98,27 – 99,23)	98,90 (98,35 – 99,45)	Mann Whitney U=174,00 p=0,461



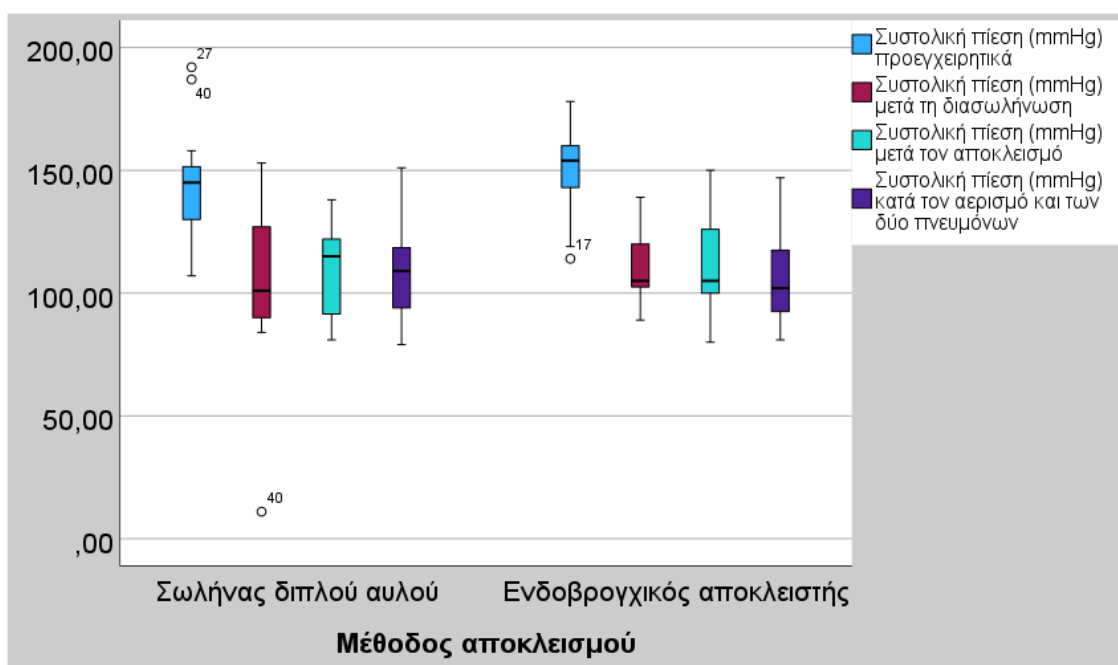
Διάγραμμα 8: Θηκογράμματα του SpO₂ προεγχειρητικά, μετά τη διασωλήνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση της συστολικής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού είχαν παρόμοια επίπεδα συστολικής πίεσης με τους ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή προεγχειρητικά ($p=0,276$), μετά τη διασωλήνωση ($p=0,528$), μετά τον αποκλεισμό ($p=0,924$) και κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων ($p=0,481$) (Διάγραμμα 9).

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση της διαστολικής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού είχαν παρόμοια επίπεδα διαστολικής πίεσης με τους ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή προεγχειρητικά ($p=0,698$), μετά τη διασωλήνωση ($p=0,139$), μετά τον αποκλεισμό ($p=0,408$) και κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων ($p=0,110$) (Διάγραμμα 10).

Πίνακας 12: Σύγκριση της συστολικής αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων

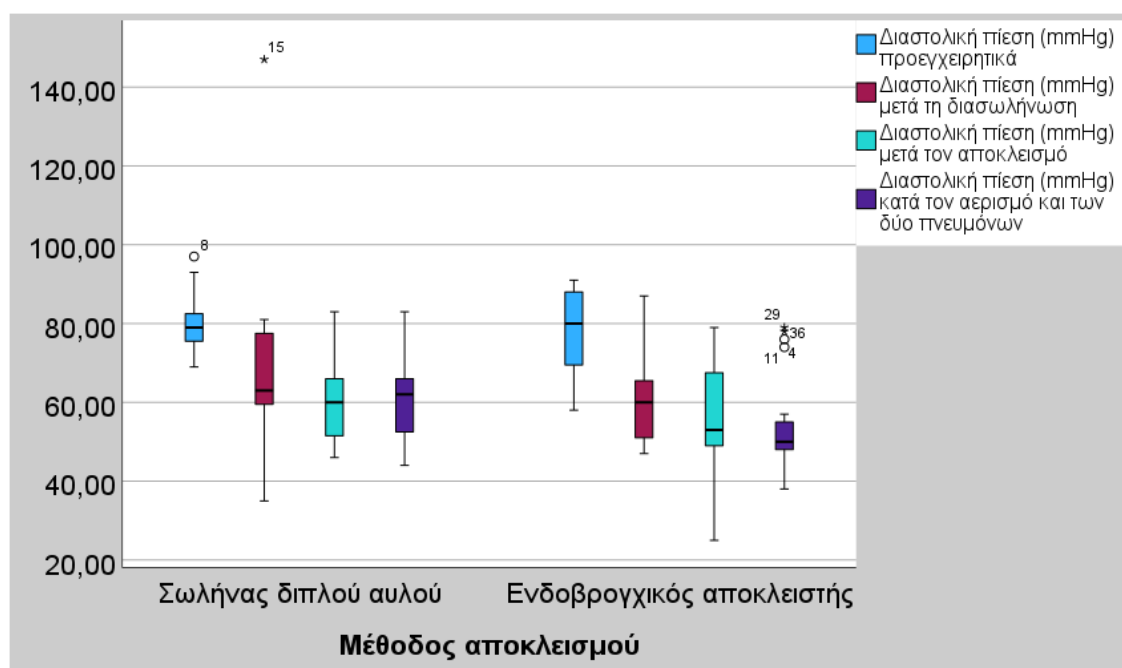
Συστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
	Μέσος (95% ΔΕ)	Μέσος (95% ΔΕ)	
Προεγχειρητικά	143,95 (134,61 – 153,28)	150,47 (142,44 – 158,50)	t=-1,105, df=37, p=0,276
Μετά τη διασωλήνωση	104,70 (90,35 – 119,05)	110,26 (103,53 – 116,99)	t=-0,637, df=38, p=0,528
Μετά τον αποκλεισμό	109,70 (101,41 – 117,99)	111,11 (102,19 – 120,02)	t=-0,096, df=38, p=0,924
Κατά τον αερισμό και των 2 πνευμόνων	110,45 (100,56 – 120,36)	106,26 (97,22 – 115,31)	t=0,712, df=38, p=0,481



Διάγραμμα 9: Θηκογράμματα της συστολικής πίεσης προεγχειρητικά, μετά τη διασωλήνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Πίνακας 13: Σύγκριση της διαστολικής αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων

Διαστολική αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
	Μέσος (95% ΔΕ)	Μέσος (95% ΔΕ)	
Προεγχειρητικά	79,75 (76,49 – 83,00)	78,63 (73,52 – 83,75)	t=0,391, df=37, p=0,698
Μετά τη διασωλήνωση	68,30 (58,07 – 78,53)	60,11 (54,86 – 65,35)	t=-1,504, df=38, p=0,139
Μετά τον αποκλεισμό	59,50 (54,94 – 64,06)	57,11 (50,51 – 63,70)	t=0,836, df=38, p=0,408
Κατά τον αερισμό και των 2 πνευμόνων	60,85 (55,77 – 65,93)	54,89 (48,99 – 60,79)	t=1,636, df=38, p=0,110



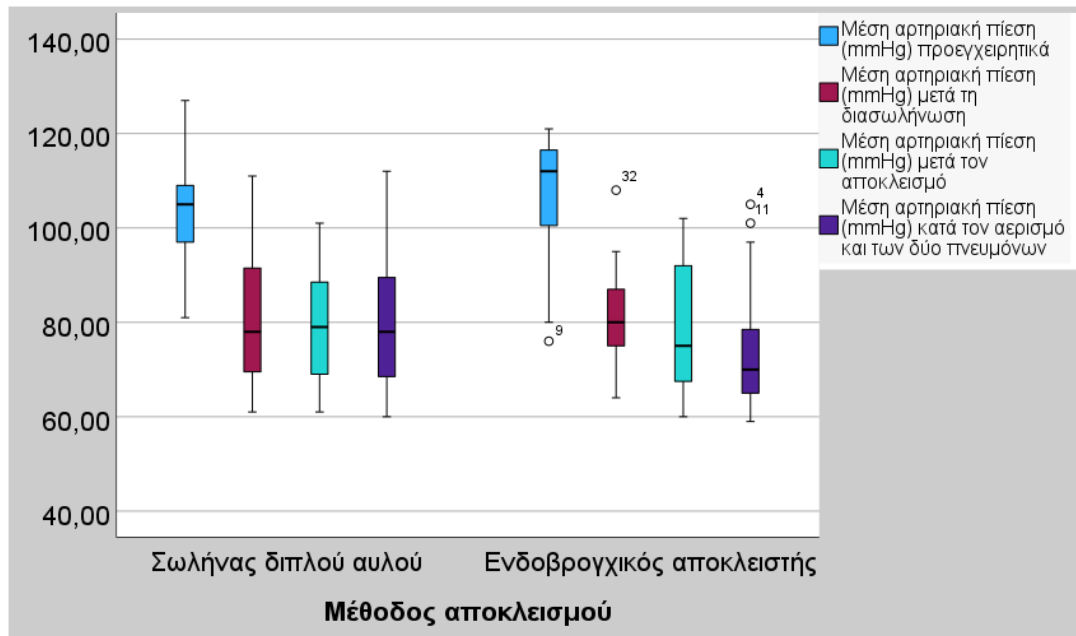
Διάγραμμα 10: Θηκογράμματα της διαστολικής πίεσης προεγχειρητικά, μετά τη διασωλήνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση της μέσης αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού είχαν παρόμοια επίπεδα μέσης αρτηριακής πίεσης με τους ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή προεγχειρητικά ($p=0,492$), μετά τη διασωλήνωση ($p=0,980$), μετά τον αποκλεισμό ($p=0,900$) και κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων ($p=0,197$) (Διάγραμμα 11).

Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη σύγκριση του EtCO₂ διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού είχαν παρόμοια επίπεδα EtCO₂ με τους ασθενείς με αποκλεισμό του πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή μετά τη διασωλήνωση ($p=0,312$), μετά τον αποκλεισμό ($p=0,082$) και κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων ($p=0,968$) (Διάγραμμα 12).

Πίνακας 14: Σύγκριση της μέσης αρτηριακής πίεσης διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων

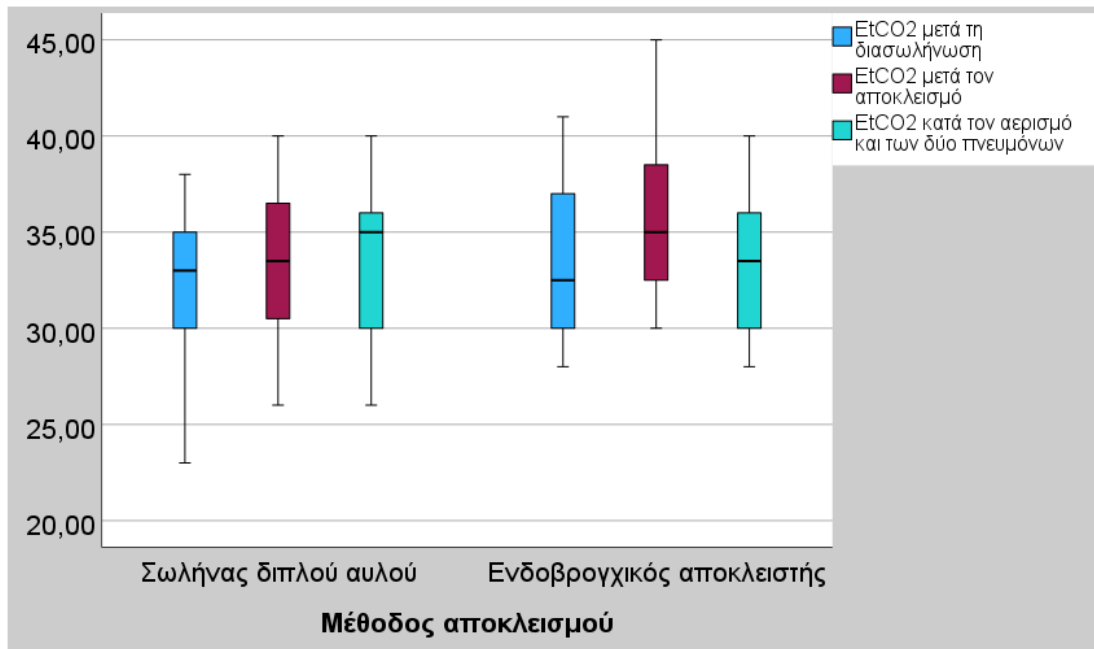
Μέση αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
	Μέσος (95% ΔΕ)	Μέσος (95% ΔΕ)	
Προεγχειρητικά	104,30 (98,95 – 109,65)	107,11 (100,48 – 113,73)	t=-0,694, df=37, p=0,492
Μετά τη διασωλήνωση	80,55 (73,81 – 87,29)	80,95 (75,84 – 86,05)	t=-0,025, df=38, p=0,980
Μετά τον αποκλεισμό	79,20 (73,16 – 85,24)	79,32 (72,29 – 86,34)	t=0,127, df=38, p=0,900
Κατά τον αερισμό και των 2 πνευμόνων	79,80 (72,99 – 86,61)	73,94 (67,32 – 80,57)	t=1,312, df=38, p=0,197



Διάγραμμα 11: Θηκογράμματα της μέσης αρτηριακής πίεσης προεγχειρητικά, μετά τη διασωλήνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

Πίνακας 15: Σύγκριση του EtCO₂ διεγχειρητικά μεταξύ των δύο ομάδων

Μέση αρτηριακή πίεση διεγχειρητικά	Μέθοδος αποκλεισμού		Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού, N=20	Ενδοβρογχικός αποκλειστής, N=20	
	Μέσος (95% ΔΕ)	Μέσος (95% ΔΕ)	
Μετά τη διασωλήνωση	32,10 (30,28 – 33,92)	33,35 (31,55 – 35,15)	t=-1,024 , df=38, p=0,312
Μετά τον αποκλεισμό	33,25 (31,39 – 35,11)	35,50 (33,62 – 37,38)	t=-1,784 , df=38, p=0,082
Κατά τον αερισμό και των 2 πνευμόνων	33,25 (31,31 – 35,19)	33,30 (31,54 – 35,06)	t=-0,040, df=38, p=0,968



Διάγραμμα 12: Θηκογράμματα του EtCO₂ μετά τη διασωλήνωση, μετά τον αποκλεισμό και κατά των αερισμό των δύο πνευμόνων των ασθενών ανάλογα με τη μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα

5.3. Σύγκριση Αναπνευστικών Παραμέτρων μεταξύ των ασθενών με αποκλεισμό πνεύμονα σωλήνα διπλού αυλού και εκείνων με αποκλεισμό πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή

5.3.1. Πίεση Peak

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της πίεσης Peak μεταξύ των δύο ομάδων. Οι ασθενείς της ομάδας με ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν οριακά στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη πίεση Peak κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό κατά την πλάγια θέση σε σχέση με τους ασθενείς της ομάδα με σωλήνα διπλού αυλού ($p=0,054$). Ωστόσο, 20min μετά την έναρξη του αποκλεισμού, οι ασθενείς της ομάδας με σωλήνα διπλού αυλού είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη πίεση Peak σε σχέση με τους ασθενείς της ομάδα με ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p=0,039$).

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων της πίεσης Peak στην ομάδα των ασθενών όπου για τον αποκλεισμό του πνεύμονα χρησιμοποιήθηκε σωλήνας διπλού αυλού. Δεδομένου ότι η συνθήκη της σφαιρικότητας για τις μετρήσεις της πίεσης Peak παραβιάζεται [Mauchly's $W=0,043$, $\chi^2(2)=53,865$, $df=14$, $p<0,001$], χρησιμοποιούνται τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Βάσει των αποτελεσμάτων του Πίνακα 17, διαπιστώνετε ότι οι διαφορές των μέσων επιπέδων της πίεσης Peak μεταξύ των 6 μετρήσεων είναι στατιστικώς σημαντικές ($p<0,001$). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni βρέθηκε ότι η πίεση Peak κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη της πίεσεως Peak κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,007$) και στη 1 ώρα ($p=0,006$). Ακόμη, η πίεση Peak κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη της πίεσεως Peak κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,001$) και στη 1 ώρα ($p<0,001$).

Αντιστοίχως, για τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα τον ενδοβρογχικό αποκλειστή βρέθηκε ότι οι διαφορές των μέσων επιπέδων της πίεσης Peak μεταξύ των 6 μετρήσεων είναι στατιστικώς σημαντικές ($p<0,001$). Να σημειωθεί ότι η υπόθεση της σφαιρικότητας τις μετρήσεις της πίεσης Peak δεν παραβιάζεται [Mauchly's $W=0,361$, $\chi^2(2)=17,427$, $df=14$, $p=0,238$]. Από τους post-hoc ελέγχους

χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni βρέθηκε ότι στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή, η πίεση Peak κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη σε σχέση με την πίεση Peak κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην πλάγια θέση ($p=0,037$), την πίεση Peak κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1 ώρα ($p=0,010$), την πίεση Peak των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια θέση ($p=0,050$) και την πίεση Peak των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην πλάγια θέση ($p<0,001$) (Πίνακας 18).

Έπειτα, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές στην πίεση Peak μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις της πίεσης Peak [Mauchly's $W=0,206$, $\chi^2(2)=57,035$, $df=14$, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων της πίεσης Peak και των μεθόδων αερισμού [$F(2,99, 113,648)=5,846$, $p<0,001$] (Πίνακας 19) (Διάγραμμα 13).

Πίνακας 16: Σύγκριση της Preak μεταξύ των δύο ομάδων

Preak (cm H ₂ O)	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	20,10 (17,83 – 22,37)	20	20,00 (18,18 – 21,82)	Mann-Whitney U=198,50 p=0,967
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πλάγια θέση	20	20,20 (17,78 – 22,63)	20	22,05 (20,56 – 23,54)	Mann-Whitney U=129,00 p=0,054
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	25,60 (23,14 – 28,06)	20	22,25 (20,16 – 24,34)	Mann-Whitney U=124,00 p=0,039
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	25,25 (22,90 – 27,60)	20	23,30 (21,38 – 25,22)	Mann-Whitney U=161,50 p=0,301
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	28,00 (24,63 – 31,37)	9	23,56 (19,81 – 27,30)	Mann-Whitney U=23,00 p=0,071
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	22,40 (20,48 – 24,32)	20	22,70 (20,88 – 24,52)	Mann-Whitney U=191,00 p=0,807
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά τον αποκλεισμό – πλάγια θέση	20	22,40 (20,49 – 24,31)	20	23,85 (22,48 – 25,22)	Mann-Whitney U=158,50 p=0,259

Πίνακας 17: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

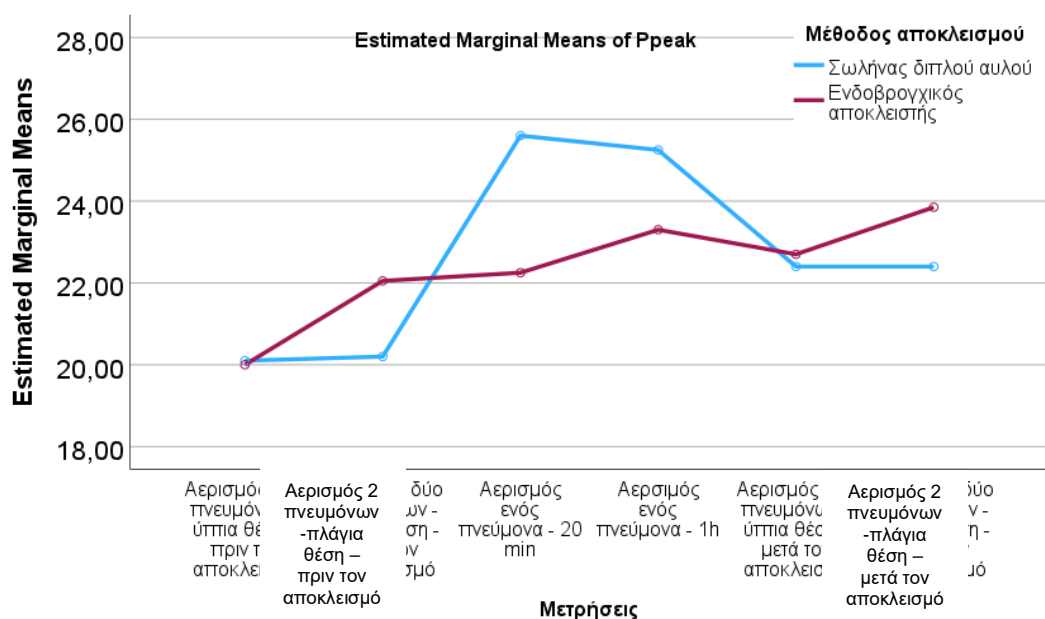
Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Πίεση Peak	Sphericity Assumed	561,842	5	112,368	12,076	<,001
	Greenhouse-Geisser	561,842	2,329	241,274	12,076	<,001
Error (Πίεση Peak)	Sphericity Assumed	883,992	95	9,305		
	Greenhouse-Geisser	883,992	44,244	19,980		

Πίνακας 18: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Πίεση Peak	Sphericity Assumed	177,942	5	35,588	7,988	<,001
	Greenhouse-Geisser	177,942	3,450	51,572	7,988	<,001
Error (Πίεση Peak)	Sphericity Assumed	423,225	95	4,455		
	Greenhouse-Geisser	423,225	65,556	6,456		

Πίνακας 19: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Πίεση Peak	Sphericity Assumed	538,683	5	107,737	15,659	<,001
	Greenhouse-Geisser	538,683	2,991	180,117	15,659	<,001
Πίεση Peak * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	201,100	5	40,220	5,846	<,001
	Greenhouse-Geisser	201,100	2,991	67,241	5,846	<,001
Error (Πίεσης Peak)	Sphericity Assumed	1307,217	190	6,880		
	Greenhouse-Geisser	1307,217	113,648	11,502		



Διάγραμμα 13: Μέσα επίπεδα πίεσης Peak στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.2. Πίεση P_{mean}

Στον Πίνακα 20 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της μέσης πίεσης αεραγωγών (P_{mean}) μεταξύ των δύο ομάδων. Οι ασθενείς της ομάδας με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη P_{mean} κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια ($p=0,018$) και στην πλάγια θέση ($p=0,004$) σε σχέση με τους ασθενείς της ομάδας με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού. Επίσης, οι ασθενείς της ομάδας με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη P_{mean} κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p=0,031$) και στην πλάγια θέση ($p=0,044$) σε σχέση με τους ασθενείς της ομάδας με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού.

Κατά την ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων της πίεσης Peak στην ομάδα των ασθενών όπου για τον αποκλεισμό του πνεύμονα χρησιμοποιήθηκε σωλήνας διπλού αυλού, βρέθηκε ότι οι διαφορές των μέσων επιπέδων της P_{mean} μεταξύ των 6 μετρήσεων είναι στατιστικώς σημαντικές ($p<0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,078$, $\chi^2(2)=43,601$, $df=14$, $p<0,001$] (Πίνακας 21). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι η P_{mean} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη της P_{mean} κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,003$) και στη 1 ώρα ($p<0,001$) και της P_{mean} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια θέση. Ακόμη, η P_{mean} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη της P_{mean} κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p<0,001$) και στη 1 ώρα ($p<0,001$). Ακόμη, η P_{mean} κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1 ώρα ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη της P_{mean} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωσή του στην πλάγια θέση ($p=0,027$).

Όσον αφορά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα τον ενδοβρογχικό αποκλειστή, τα μέσα επίπεδα της P_{mean} μεταξύ των 6 μετρήσεων δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά ($p=0,094$) [υπόθεση σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,089$, $\chi^2(2)=41,297$, $df=14$, $p<0,001$] (Πίνακας 22).

Πίνακας 20: Σύγκριση της Pmean μεταξύ των δύο ομάδων

Pmean	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	8,75 (7,84 – 9,65)	20	10,25 (9,43 – 11,07)	Mann-Whitney U=114,00 p=0,018
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πλάγια θέση	20	8,95 (8,00 – 9,89)	20	10,60 (9,57 – 11,62)	Mann-Whitney U=95,50 p=0,004
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	11,05 (10,23 – 11,87)	20	10,90 (9,81 – 11,98)	Mann-Whitney U=199,0 p=0,978
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	11,15 (10,33 – 11,97)	20	11,10 (10,05 – 12,15)	Mann-Whitney U=188,00 p=0,742
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	12,20 (10,59 – 13,81)	9	10,89 (9,47 – 12,29)	Mann-Whitney U=30,00 p=0,214
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	10,00 (9,21 – 10,79)	20	11,40 (10,38 – 12,42)	Mann-Whitney U=121,50 p=0,031
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πλάγια θέση	20	9,75 (8,89 – 10,61)	20	11,10 (10,02 – 12,18)	Mann-Whitney U=126,50 p=0,044

Πίνακας 21: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της Pmean στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pmean	Sphericity Assumed	102,642	5	20,528	14,930	<0,001
	Greenhouse-Geisser	102,642	2,897	35,433	14,930	<0,001
Error (Pmean)	Sphericity Assumed	135,525	95	1,427		
	Greenhouse-Geisser	135,525	55,039	2,462		

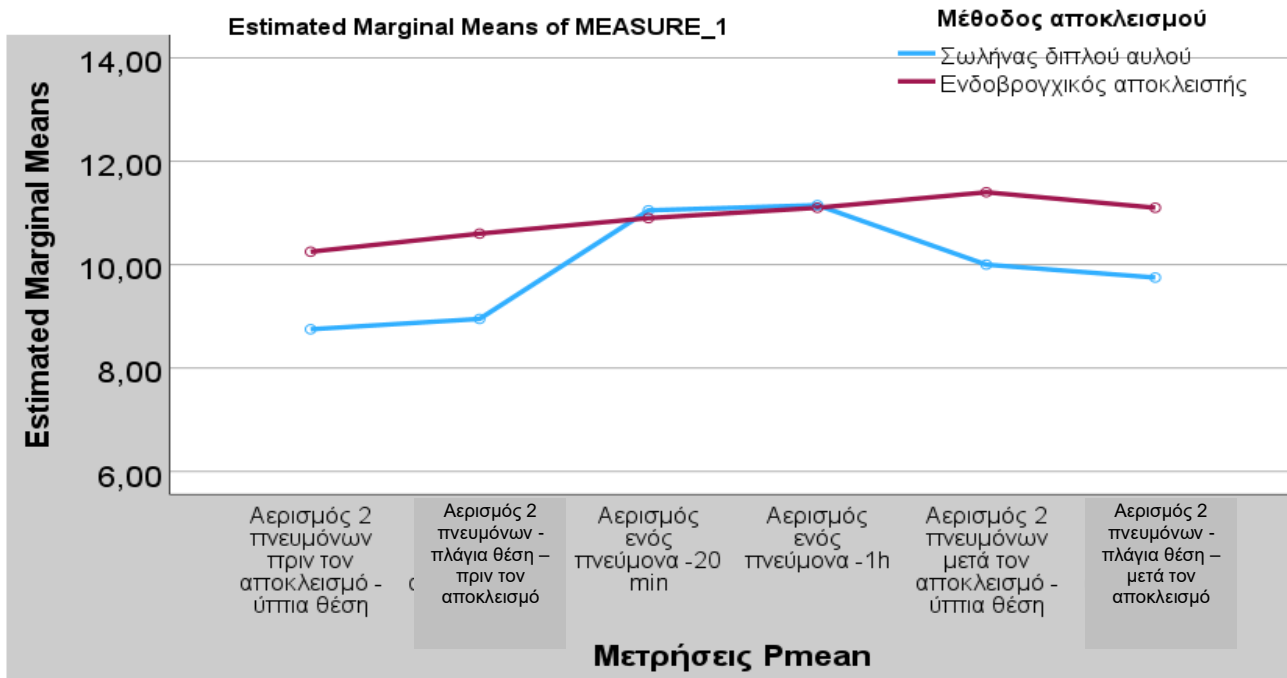
Πίνακας 22: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Πίεση Peak	Sphericity Assumed	16,842	5	3,368	2,254	0,055
	Greenhouse-Geisser	16,842	2,908	5,791	2,254	0,094
Error (Πίεση Peak)	Sphericity Assumed	141,992	95	1,495		
	Greenhouse-Geisser	141,992	55,260	2,570		

Έπειτα, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές της Pmean μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις της Pmean [Mauchly's W=0,212, $\chi^2(2)=56,040$, df=14, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 23 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της Pmean μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων της Pmean και των μεθόδων αερισμού [$F(3,429, 130,296)=4,608$, $p=0,003$] (Πίνακας 23) (Διάγραμμα 14).

Πίνακας 23: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Pmean μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pmean	Sphericity Assumed	85,833	5	17,167	11,573	<0,001
	Greenhouse-Geisser	85,833	3,429	25,033	11,573	<0,001
Pmean * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	33,650	5	6,730	4,608	<0,001
	Greenhouse-Geisser	33,650	3,429	9,814	4,608	0,003
Error (Pmean)	Sphericity Assumed	277,517	190	1,461		
	Greenhouse-Geisser	277,517	130,296	2,130		



Διάγραμμα 14: Μέσα επίπεδα Pmean στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.3. Πίεση Plateau

Στον Πίνακα 24 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της πίεσης Plateau (P_{plat}) μεταξύ των δύο ομάδων. Η πίεση P_{plat} δε διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή και των ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού σε καμία χρονική στιγμή.

Τα μέσα επίπεδα της P_{plat} μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,028$, $\chi^2(2)=60,852$, $df=14$, $p < 0,001$] (Πίνακας 25). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι η P_{plat} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη της P_{plat} κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,003$) και στη 1 ώρα ($p=0,001$). Ακόμη, η P_{plat} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη της P_{plat} κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,003$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$).

Πίνακας 24: Σύγκριση της Pplat μεταξύ των δύο ομάδων

Pplat	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	17,80 (15,66 – 19,94)	20	17,85 (16,06 – 19,64)	t=-0,038, df=38, p=0,970
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πλάγια θέση	20	18,15 (15,92 – 20,34)	20	19,25 (17,72 – 20,78)	t=-0,851, df=38, p=0,400
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	23,05 (20,68 – 25,43)	20	20,30 (20,68 – 25,42)	t=1,818, df=38, p=0,077
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	22,80 (20,52 – 25,08)	20	21,05 (19,07 – 23,03)	t=1,215, df=38, p=0,232
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	25,30 (21,91 – 28,68)	9	21,67 (17,98 – 25,35)	t=1,659, df=38, p=0,115
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	20,05 (18,13 – 21,97)	20	20,60 (18,85 – 22,35)	t=-0,443, df=38, p=0,660
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πλάγια θέση	20	20,40 (18,39 – 22,46)	20	21,45 (19,94 – 22,96)	t=-0,859, df=38, p=0,396

Πίνακας 25: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της P_{plat} στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
P _{mean}	Sphericity Assumed	494,475	5	98,895	11,238	<0,001
	Greenhouse-Geisser	494,475	2,69	183,837	11,238	<0,001
Error (P _{mean})	Sphericity Assumed	836,025	95	8,80		
	Greenhouse-Geisser	836,025	51,11	16,359		

Επίσης, στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού του πνεύμονα τον ενδοβρογχικό αποκλειστή, τα μέσα επίπεδα της P_{plat} μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά ($p < 0,001$) [υπόθεση σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 0,0309$, $\chi^2(2) = 20,091$, $df = 14$, $p = 0,131$] (Πίνακας 26). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι η P_{plat} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη της P_{plat} κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p = 0,012$) και στη 1 ώρα ($p = 0,006$), καθώς και της P_{plat} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια θέση ($p = 0,017$) και στην πλάγια ($p < 0,001$). Επιπρόσθετα, η P_{plat} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην πλάγια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη της P_{plat} κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση ($p = 0,050$).

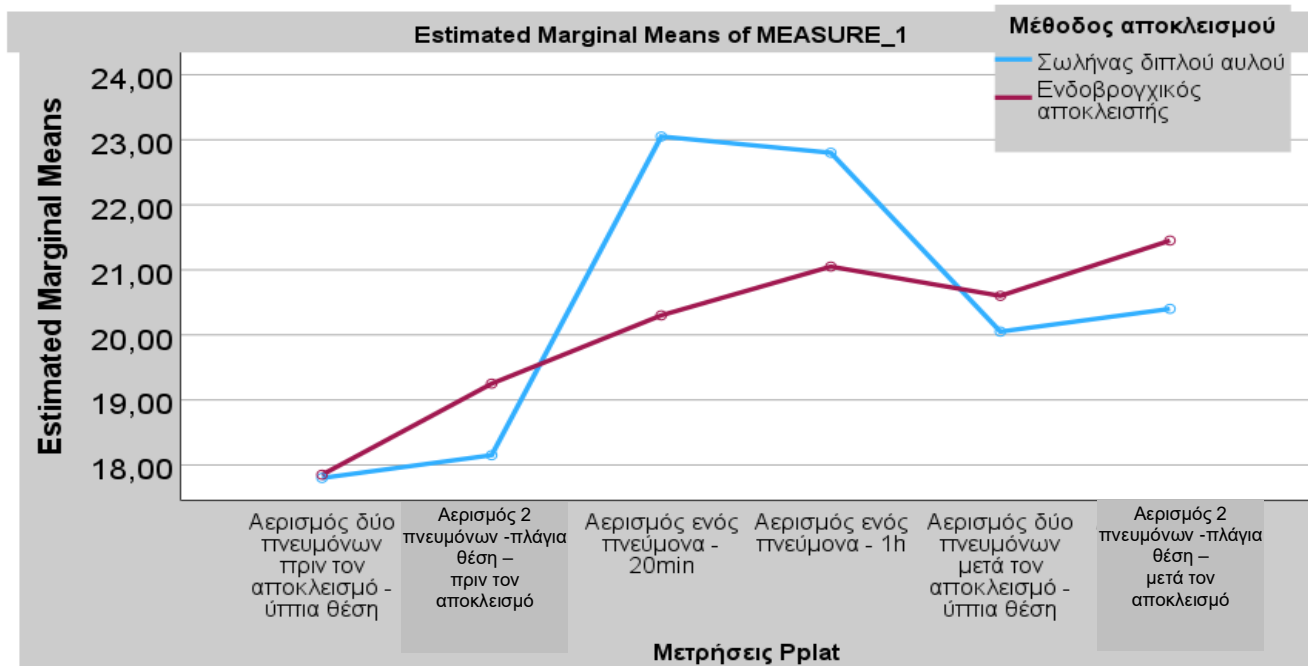
Πίνακας 26: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Peak στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Πίεση Peak	Sphericity Assumed	175,967	5	35,193	9,364	<0,001
	Greenhouse-Geisser	175,967	3,405	51,680	9,364	<0,001
Error (Πίεση Peak)	Sphericity Assumed	357,033	95	3,758		
	Greenhouse-Geisser	357,033	64,693	5,519		

Εν συνεχεία, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές της Pplat μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις της Pplat [Mauchly's $W=0,177$, $\chi^2(2)=62,473$, $df=14$, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 27 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της Pplat μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων της Pplat και των μεθόδων αερισμού [$F(3,201, 121,653)=4,055$, $p=0,007$] (Πίνακας 27) (Διάγραμμα 15).

Πίνακας 27: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της πίεσης Pplat μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pmean	Sphericity Assumed	543,121	5	108,624	17,299	<0,001
	Greenhouse-Geisser	543,121	3,201	169,651	17,299	<0,001
Pmean * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	127,321	5	25,464	4,055	0,002
	Greenhouse-Geisser	127,321	3,201	39,770	4,055	0,007
Error (Pmean)	Sphericity Assumed	1193,058	190	6,279		
	Greenhouse-Geisser	1193,058	121,653	9,807		



Διάγραμμα 15: Μέσα επίπεδα Pplat στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.4. Αναπνεόμενος όγκος (Vt)

Στον Πίνακα 28 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης του αναπνεόμενου όγκου (Vt) μεταξύ των δύο ομάδων. Ο αναπνεόμενος όγκος δε διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή και των ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού σε καμία χρονική στιγμή.

Τα μέσα επίπεδα του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 0,012$, $\chi^2(2) = 76,230$, $df = 14$, $p < 0,001$] (Πίνακας 29). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Ακόμη, ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Επίσης, ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$). Ομοίως, ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1h ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$).

Πίνακας 28: Σύγκριση του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των δύο ομάδων

Vt	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	495,00 (472,99 – 517,00)	20	483,75 (467,52- 499,98)	Mann-Whitney U=156,50 p=0,242
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πλάγια θέση	20	495,00 (472,67 – 517,33)	20	481,25 (458,19 – 504,30)	Mann-Whitney U=156,00 p=0,197
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	369,00 (347,12 – 390,88)	20	361,00 (339,94 – 382,06)	Mann-Whitney U=174,00 p=0,476
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	372,50 (349,44 – 395,56)	20	360,75 (341,12 – 380,38)	Mann-Whitney U=166,00 p=0,350
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	367,50 (332,69 – 402,31)	9	342,22 (311,99 – 382,45)	Mann-Whitney U=32,00 p=0,281
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	501,25 (479,29 – 523,21)	20	508,25 (488,27 – 528,23)	Mann-Whitney U=199,0 p=0,977
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πλάγια θέση	20	503,75 (484,29 – 523,21)	20	488,75 (466,69 – 510,81)	Mann-Whitney U=153,50 p=0,181

Πίνακας 29: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνεόμενου όγκου στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Vt	Sphericity Assumed	438216,667	5	87643,33	66,085	<0,001
	Greenhouse-Geisser	438216,667	1,764	248355,227	66,085	<0,001
Error (Vt)	Sphericity Assumed	125991,667	95	1326,228		
	Greenhouse-Geisser	125991,667	33,525	3758,137		

Αντιστοίχως, τα μέσα επίπεδα του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 0,032$, $\chi^2(2) = 58,706$, $df = 14$, $p < 0,001$] (Πίνακας 30). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Ακόμη, ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Επίσης, ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$). Ομοίως, ο αναπνεόμενος όγκος κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1h στους ασθενείς με

ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνεόμενου όγκου κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$).

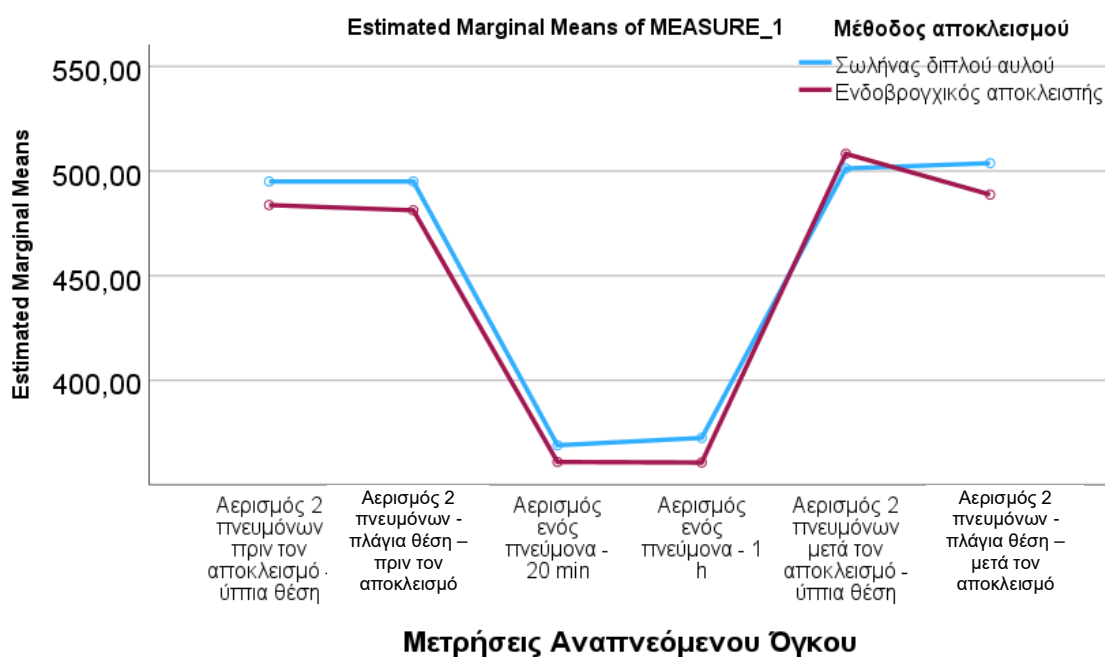
Πίνακας 30: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνεόμενου όγκου στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Vt	Sphericity Assumed	457056,042	5	91411,208	77,515	<0,001
	Greenhouse-Geisser	457056,042	2,634	173519,900	77,515	<0,001
Error (Vt)	Sphericity Assumed	112031,458	95	1179,279		
	Greenhouse-Geisser	112031,458	50,047	2238,547		

Έπειτα, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις του αναπνεόμενου [Mauchly's $W=0,029$, $\chi^2(2)=127,416$, $df=14$, $p < 0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 31 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων του αναπνεόμενου όγκου και των μεθόδων αερισμού [$F(2,217, 84,235)=0,524$, $p=0,613$] (Πίνακας 31) (Διάγραμμα 16).

Πίνακας 31: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνεόμενου όγκου μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Αναπνεόμενος όγκος	Sphericity Assumed	891993,437	5	178398,687	142,405	<0,001
	Greenhouse-Geisser	891993,437	2,217	402396,334	142,405	<0,001
Αναπνεόμενος όγκος * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	3279,271	5	655,854	0,524	0,758
	Greenhouse-Geisser	3279,271	2,217	1479,346	0,524	0,613
Error (Αναπνεόμενος όγκος)	Sphericity Assumed	238023,125	190	1252,753		
	Greenhouse-Geisser	238023,125	84,235	2825,712		



Διάγραμμα 16: Μέσα επίπεδα αναπνεόμενου όγκου στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.5. Αναπνευστικός ρυθμός

Στον Πίνακα 32 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης του αναπνευστικού ρυθμού (Respiratory Rate, RR) μεταξύ των δύο ομάδων. Ο αναπνευστικός ρυθμός δε διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή και των ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού σε καμία χρονική στιγμή.

Ο μέσος αναπνευστικός ρυθμός μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφερε στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 0,003$, $\chi^2(2) = 99,422$, $df = 14$, $p < 0,001$] (Πίνακας 33). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνευστικού ρυθμού κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Ακόμη, ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνευστικού ρυθμού κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Επίσης, ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνευστικού ρυθμού κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$). Ομοίως, ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1h ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνευστικού ρυθμού κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$).

Πίνακας 32: Σύγκριση του αναπνευστικού ρυθμού μεταξύ των δύο ομάδων

RR	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	12,15 (11,40 – 12,89)	20	12,00 (11,69 – 12,30)	Mann-Whitney U=199,0 p=0,972
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πλάγια θέση	20	12,35 (11,62 – 13,08)	20	11,70 (10,51 – 12,89)	Mann-Whitney U=181,50 p=0,536
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	16,05 (14,89 – 17,21)	20	16,15 (15,22 – 17,08)	Mann-Whitney U=200,00 p>0,999
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	16,25 (15,10 – 17,39)	20	16,70 (15,64 – 17,76)	Mann-Whitney U=178,50 p=0,551
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	17,40 (15,88 – 18,92)	9	16,22 (15,08 – 17,36)	Mann-Whitney U=31,00 p=0,238
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	13,00 (12,27 – 13,73)	20	13,25 (12,45 – 14,05)	Mann-Whitney U=190,50 p=0,782
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πλάγια θέση	20	13,25 (12,42 – 14,08)	20	13,60 (12,62 – 14,58)	Mann-Whitney U=190,5 p=0,787

Πίνακας 33: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RR	Sphericity Assumed	336,442	5	67,288	32,716	<0,001
	Greenhouse-Geisser	336,442	1,483	226,866	32,716	<0,001
Error (RR)	Sphericity Assumed	195,392	95	2,057		
	Greenhouse-Geisser	195,392	28,177	6,934		

Παράλληλα, ο αναπνευστικός ρυθμός μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφερε στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 0,172$, $\chi^2(2) = 30,072$, $df = 14$, $p < 0,001$] (Πίνακας 34). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην ύπτια θέση στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνευστικού ρυθμού κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Ακόμη, ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του αναπνευστικού ρυθμού κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p < 0,001$) και στη 1 ώρα ($p < 0,001$). Επίσης, ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνευστικού ρυθμού κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$). Ομοίως, ο αναπνευστικός ρυθμός κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1h στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερος του αναπνευστικού

ρυθμού κατά τον αερισμό δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$).

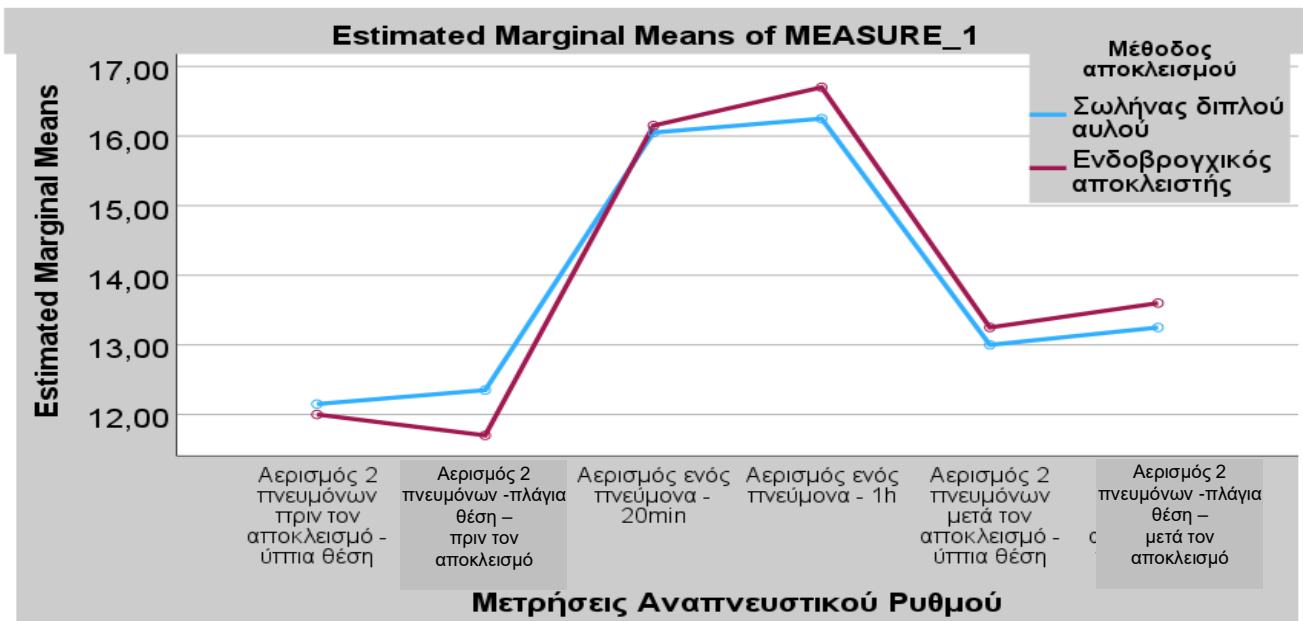
Εν συνεχεία, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές του αναπνευστικού ρυθμού μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού [Mauchly's $W=0,122$, $\chi^2(2)=75,925$, $df=14$, $p < 0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 35 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων του αναπνευστικού ρυθμού και των μεθόδων αερισμού [$F(2,404, 91,359)=0,615$, $p=0,572$] (Πίνακας 35) (Διάγραμμα 17).

Πίνακας 34: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RR	Sphericity Assumed	437,30	5	87,46	26,60	<0,001
	Greenhouse-Geisser	437,30	2,77	157,84	26,60	<0,001
Error (RR)	Sphericity Assumed	312,37	95	3,29		
	Greenhouse-Geisser	312,37	52,64	5,93		

Πίνακας 35: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RR	Sphericity Assumed	765,521	5	153,104	57,291	<0,001
	Greenhouse-Geisser	765,521	2,404	318,411	57,291	<0,001
RR * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	8,221	5	1,644	0,615	0,688
	Greenhouse-Geisser	8,221	2,404	3,419	0,615	0,572
Error (RR)	Sphericity Assumed	507,758	190	2,672		
	Greenhouse-Geisser	507,758	91,359	5,558		



Διάγραμμα 17: Μέσος αναπνευστικός ρυθμός στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.6. FiO_2

Στον Πίνακα 36 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης του FiO_2 μεταξύ των δύο ομάδων. Οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο FiO_2 σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια θέση ($p=0,043$).

Το μέσο FiO_2 μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφερε στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p<0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,088$, $\chi^2(2)=41,539$, $df=14$, $p<0,001$] (Πίνακας 37). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι το FiO_2 κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν το αποκλεισμό στην πλάγια θέση ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερος του FiO_2 κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p<0,001$) και στη 1 ώρα ($p<0,001$). Παράλληλα, το μέσο FiO_2 μεταξύ των 6 μετρήσεων δε διέφερε στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p=0,300$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,096$, $\chi^2(2)=40,029$, $df=14$, $p<0,001$] (Πίνακας 38).

Εν συνεχεία, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές του FiO_2 μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις του FiO_2 [Mauchly's $W=0,281$, $\chi^2(2)=45,788$, $df=14$, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 39 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO_2 μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων του FiO_2 και των μεθόδων αερισμού [$F(3,74, 142,26)=3,233$, $p=0,016$] (Πίνακας 39) (Διάγραμμα 18).

Πίνακας 36: Σύγκριση του FiO₂ μεταξύ των δύο ομάδων

FiO ₂	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	55,00 (48,65 – 61,35)	20	65,25 (58,15 – 72,35)	Mann-Whitney U=128,50 p=0,043
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πρηνή θέση	20	57,30 (54,34 – 60,26)	20	61,25 (56,34 – 66,16)	Mann-Whitney U=154,50 p=0,185
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	68,75 (61,28 – 76,22)	20	60,45 (56,96 – 63,94)	Mann-Whitney U=146,50 p=0,121
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	70,50 (63,18 – 77,82)	20	67,00 (61,09 – 72,90)	Mann-Whitney U=178,50 p=0,565
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	71,50 (57,80 – 85,20)	9	65,56 (56,87 – 74,24)	Mann-Whitney U=38,50 p=0,586
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	66,25 (59,46 – 73,04)	20	64,00 (56,19 – 71,81)	Mann-Whitney U=175,50 p=0,493
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πρηνή θέση	20	56,90 (49,13 – 64,66)	20	61,75 (57,05 – 66,45)	Mann-Whitney U=162,50 p=0,314

Πίνακας 37: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO₂ στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

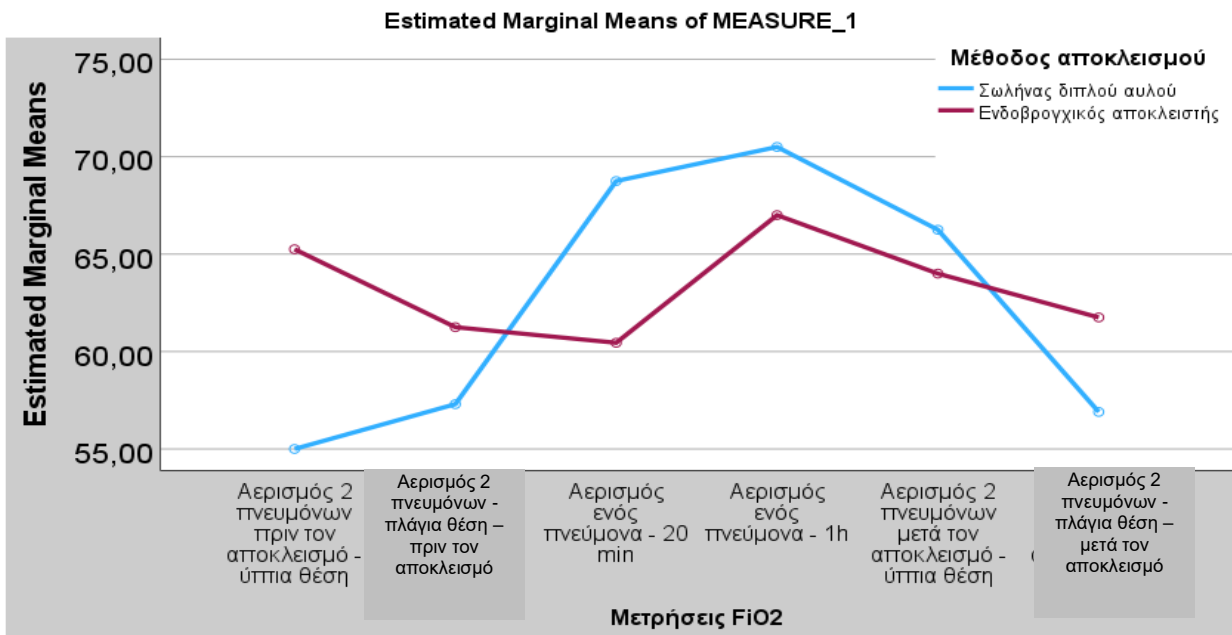
Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FiO ₂	Sphericity Assumed	4635,20	5	927,04	5,29	<0,001
	Greenhouse-Geisser	4635,20	3,11	1490	5,29	<0,001
Error (FiO ₂)	Sphericity Assumed	16656,48	95	175,33		
	Greenhouse-Geisser	16656,48	59,09	281,88		

Πίνακας 38: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO₂ στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FiO ₂	Sphericity Assumed	654,17	5	130,83	1,251	0,292
	Greenhouse-Geisser	654,17	2,89	226,27	1,251	0,300
Error (FiO ₂)	Sphericity Assumed	9932,50	95	104,55		
	Greenhouse-Geisser	9932,50	54,93	180,82		

Πίνακας 39: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO₂ μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FiO ₂	Sphericity Assumed	3027,13	5	605,43	4,33	<0,001
	Greenhouse-Geisser	3027,13	3,744	808,61	4,33	0,003
	Sphericity Assumed	2262,23	5	452,44	3,23	0,008
FiO ₂ * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	2262,23	5	452,44	3,23	0,008
	Greenhouse-Geisser	2262,23	3,744	604,29	3,23	0,016
	Sphericity Assumed	26588,97	190	139,94		
Error (FiO ₂)	Sphericity Assumed	26588,97	190	139,94		
	Greenhouse-Geisser	26588,97	142,26	186,91		
	Sphericity Assumed	26588,97	190	139,94		



Διάγραμμα 18: Μέσο FiO₂ στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.7. PEEP

Στον Πίνακα 40 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της PEEP μεταξύ των δύο ομάδων. Οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη PEEP σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια θέση ($p=0,007$) και στην πλάγια θέση ($p=0,010$). Ακόμη, οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη PEEP σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού κατά τον αερισμό του πνεύμονα στα 20min. Τέλος, οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη PEEP σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια θέση ($p=0,009$) και στην πλάγια θέση ($p=0,028$).

Η μέση PEEP μεταξύ των 6 μετρήσεων δε διέφερε στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p=156$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,038$, $\chi^2(2)=55,892$, $df=14$, $p<0,001$] (Πίνακας 41). Παράλληλα, η μέση PEEP μεταξύ των 6 μετρήσεων δε διέφερε στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p=0,171$) (Πίνακας 42).

Έπειτα, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές της PEEP μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις του FiO_2 [Mauchly's $W=0,091$, $\chi^2(2)=86,537$, $df=14$, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 43 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της PEEP μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων της PEEP και των μεθόδων αερισμού [$F(2,675, 101,642)=0,523$, $p=0,613$] (Πίνακας 43) (Διάγραμμα 19).

Πίνακας 40: Σύγκριση της PEEP μεταξύ των δύο ομάδων

PEEP	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	4,70 (4,22 – 5,18)	20	5,75 (5,25 – 6,25)	Mann-Whitney U=113,0 p=0,007
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πρηνή θέση	20	4,85 (4,34 – 5,35)	20	5,90 (5,33 – 6,47)	Mann-Whitney U=113,00 p=0,010
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	5,10 (4,58 – 5,11)	20	5,85 (5,29 – 6,40)	Mann-Whitney U=131,00 p=0,043
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	5,15 (4,59 – 5,70)	20	5,85 (5,29 – 6,40)	Mann-Whitney U=136,00 p=0,059
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	5,50 (4,53 – 6,47)	9	5,67 (4,89 – 6,43)	Mann-Whitney U=43,50 p=0,895
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	5,25 (4,91 – 5,58)	20	6,30 (5,71 – 6,89)	Mann-Whitney U=111,50 p=0,009
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά τον αποκλεισμό – πρηνή θέση	20	5,30 (4,84 – 5,56)	20	6,00 (5,30 – 6,69)	Mann-Whitney U=126,00 p=0,028

Πίνακας 41: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της PEEP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

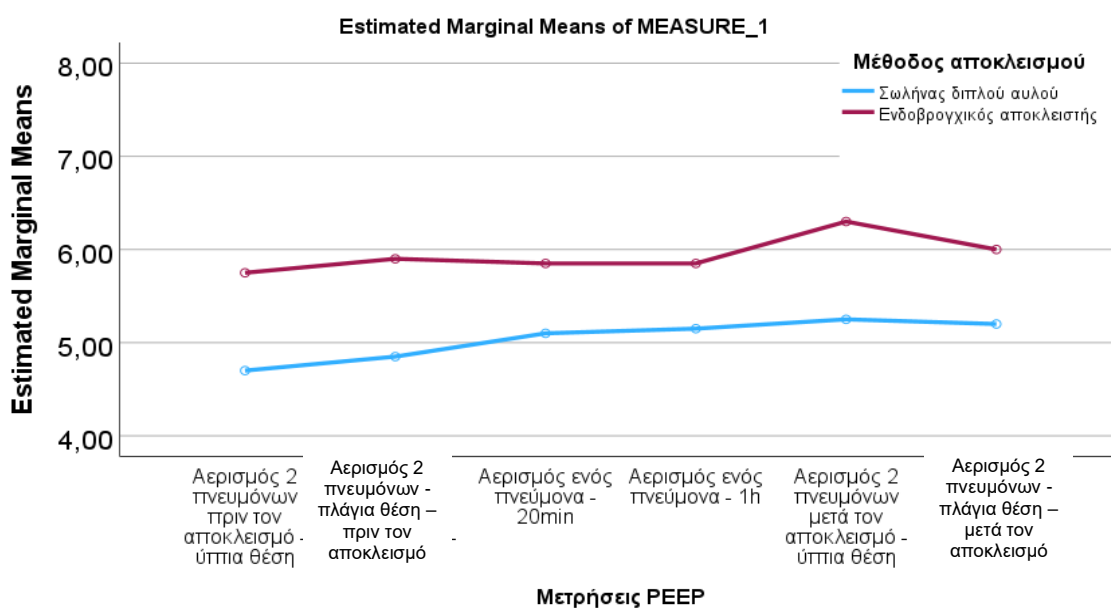
Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PEEP	Sphericity Assumed	4,74	5	0,95	1,89	0,104
	Greenhouse-Geisser	4,74	2,38	1,99	1,89	0,156
Error (PEEP)	Sphericity Assumed	47,76	95	0,50		
	Greenhouse-Geisser	47,76	45,29	1,05		

Πίνακας 42: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της PEEP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PEEP	Sphericity Assumed	3,74	5	0,75	1,59	0,171
	Greenhouse-Geisser	3,74	2,40	1,56	1,59	0,212
Error (PEEP)	Sphericity Assumed	44,75	95	0,47		
	Greenhouse-Geisser	44,75	45,60	0,98		

Πίνακας 43: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της PEEP μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PEEP	Sphericity Assumed	7,08	5	1,42	2,91	0,015
	Greenhouse-Geisser	7,08	2,68	2,65	2,91	0,044
PEEP * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	1,40	5	0,28	0,57	0,719
	Greenhouse-Geisser	1,40	2,68	0,52	0,57	0,613
Error (PEEP)	Sphericity Assumed	92,52	190	0,48		
	Greenhouse-Geisser	92,52	101,64	0,91		



Διάγραμμα 19: Μέσα επίπεδα PEEP στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.8. Ενδοτικότητα

Στον Πίνακα 44 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της ενδοτικότητας μεταξύ των δύο ομάδων. Οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη ενδοτικότητα σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,031$).

Πίνακας 44: Σύγκριση της ενδοτικότητας μεταξύ των δύο ομάδων

Ενδοτικότητα	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	42,25 (37,09 – 47,41)	20	41,45 (36,59 – 46,31)	Mann-Whitney U=193,50 $p=0,860$
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πρηγή θέση	20	40,45 (35,92 – 44,98)	20	35,85 (31,74 – 39,96)	Mann-Whitney U=141,00 $p=0,110$
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	22,35 (19,77 – 24,92)	20	27,10 (23,13 – 31,07)	Mann-Whitney U=120,50 $p=0,031$
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	23,05 (20,35 – 25,76)	20	26,45 (22,96 – 29,93)	Mann-Whitney U=144,00 $p=0,129$
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	19,80 (16,93 – 22,68)	9	25,78 (18,31 – 33,25)	Mann-Whitney U=27,00 $p=0,139$
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	40,30 (33,68 – 46,92)	20	39,25 (25,57 – 42,93)	Mann-Whitney U=196,00 $p=0,914$
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πρηγή θέση	20	38,10 (33,21 – 42,99)	20	34,05 (29,94 – 29,94)	Mann-Whitney U=144,00 $p=0,129$

Τα μέσα επίπεδα ενδοτικότητας μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 0,019$, $\chi^2(2) = 67,66$, $df = 14$, $p < 0,001$] (Πίνακας 45). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι η ενδοτικότητα κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20 min ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$), καθώς και από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά τον αποκλεισμό στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$). Επίσης, βρέθηκε ότι η ενδοτικότητα κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1h ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$), καθώς και από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$).

Πίνακας 45: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της ενδοτικότητας στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ενδοτικότητα	Sphericity Assumed	8414,97	5	1682,99	46,55	<0,001
	Greenhouse-Geisser	8414,97	2,06	4085,81	46,55	<0,001
Error (Ενδοτικότητα)	Sphericity Assumed	3434,70	95	36,16		
	Greenhouse-Geisser	3434,70	39,13	87,77		

Παράλληλα, τα μέσα επίπεδα ενδοτικότητας μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 00,262$, $\chi^2(2) = 22,887$, $df = 14$, $p < 0,001$] (Πίνακας 46). Από τους post-hoc ελέγχους χρησιμοποιώντας τη διόρθωση Bonferroni, βρέθηκε ότι η ενδοτικότητα κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20 min στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$), καθώς και από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά τον αποκλεισμό στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$). Ακόμη, βρέθηκε ότι η ενδοτικότητα κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στη 1h στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$), καθώς και από την ενδοτικότητα κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p < 0,001$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$).

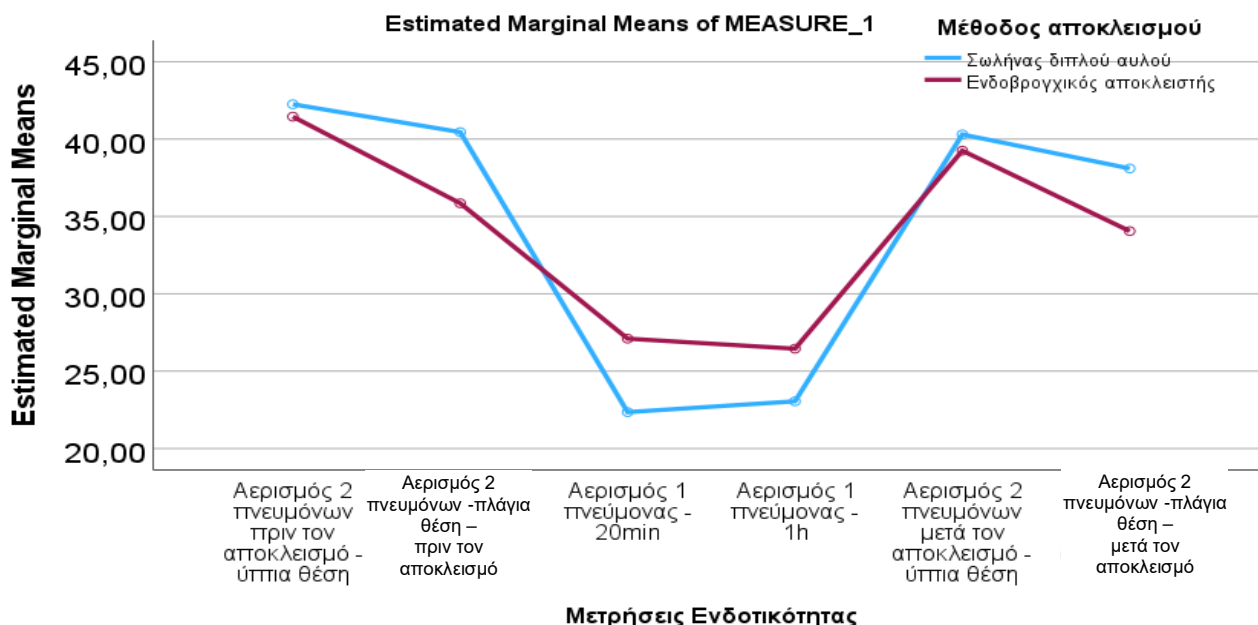
Πίνακας 46: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της ενδοτικότητας στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ενδοτικότητα	Sphericity Assumed	3821,98	5	764,40	47,58	<0,001
	Greenhouse-Geisser	3821,98	3,33	1149,44	47,58	<0,001
Error (Ενδοτικότητα)	Sphericity Assumed	1526,19	95	16,07		
	Greenhouse-Geisser	1526,19	63,18	24,16		

Εν συνεχεία, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές της ενδοτικότητας μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις της ενδοτικότητας [Mauchly's $W=0,106$, $\chi^2(2)=81,164$, $df=14$, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 47 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της ενδοτικότητας μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων τη ενδοτικότητας και των μεθόδων αερισμού [$F(2,642, 100,401)=5,554$, $p=0,002$] (Πίνακας 47) (Διάγραμμα 20).

Πίνακας 47: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του FiO_2 μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ενδοτικότητα	Sphericity Assumed	11511,87	5	2302,37	88,18	<0,001
	Greenhouse-Geisser	11511,87	2,64	4357,06	88,18	<0,001
Ενδοτικότητα * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	725,07	5	145,01	5,55	<0,001
	Greenhouse-Geisser	725,07	2,64	274,43	5,55	0,002
Error (Ενδοτικότητα)	Sphericity Assumed	4960,89	190	26,11		
	Greenhouse-Geisser	4960,89	100,40	49,41		



Διάγραμμα 20: Μέσα επίπεδα ενδοτικότητας στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.9. Αντίσταση

Στον Πίνακα 48 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της αντίστασης μεταξύ των δύο ομάδων. Οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερη αντίσταση σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων μετά τον αποκλεισμό στην ύπτια θέση ($p=0,043$).

Τα μέσα επίπεδα της αντίστασης μεταξύ των 6 μετρήσεων δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p=0,439$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,175$, $\chi^2(2)=29,757$, $df=14$, $p=0,009$] (Πίνακας 49). Ομοίως, τα μέσα επίπεδα της αντίστασης μεταξύ των 6 μετρήσεων δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p=0,512$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,191$, $\chi^2(2)=28,345$, $df=14$, $p=0,014$] (Πίνακας 50).

Πίνακας 48: Σύγκριση της αντίστασης μεταξύ των δύο ομάδων

Αντίσταση	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	2,48 (1,96 – 2,99)	20	2,30 (1,96 – 2,64)	Mann-Whitney U=183,50 p=0,659
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πρηνή θέση	20	2,11 (1,76 – 2,48)	20	2,50 (2,03 – 2,96)	Mann-Whitney U=378,00 p=0,398
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	2,65 (2,15 – 3,15)	20	2,35 (1,97 – 2,73)	Mann-Whitney U=173,50 p=0,448
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	2,60 (1,93 – 3,27)	20	2,50 (2,26 – 2,74)	Mann-Whitney U=180,00 p=0,562
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	2,73 (1,80 – 3,65)	9	2,22 (1,88 – 2,56)	Mann-Whitney U=35,00 p=0,354
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	2,53 (2,14 – 2,91)	20	2,10 (1,53 – 2,67)	Mann-Whitney U=127,00 p=0,034
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πρηνή θέση	20	2,38 (2,03 – 2,72)	20	2,20 (1,87 – 2,53)	Mann-Whitney U=178,00 p=0,472

Πίνακας 49: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αντίστασης στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Αντίσταση	Sphericity Assumed	3,73	5	0,75	0,92	0,47
	Greenhouse-Geisser	3,73	3,04	1,23	0,92	0,44
Error (Αντίσταση)	Sphericity Assumed	77,14	95	0,81		
	Greenhouse-Geisser	77,14	57,81	1,33		

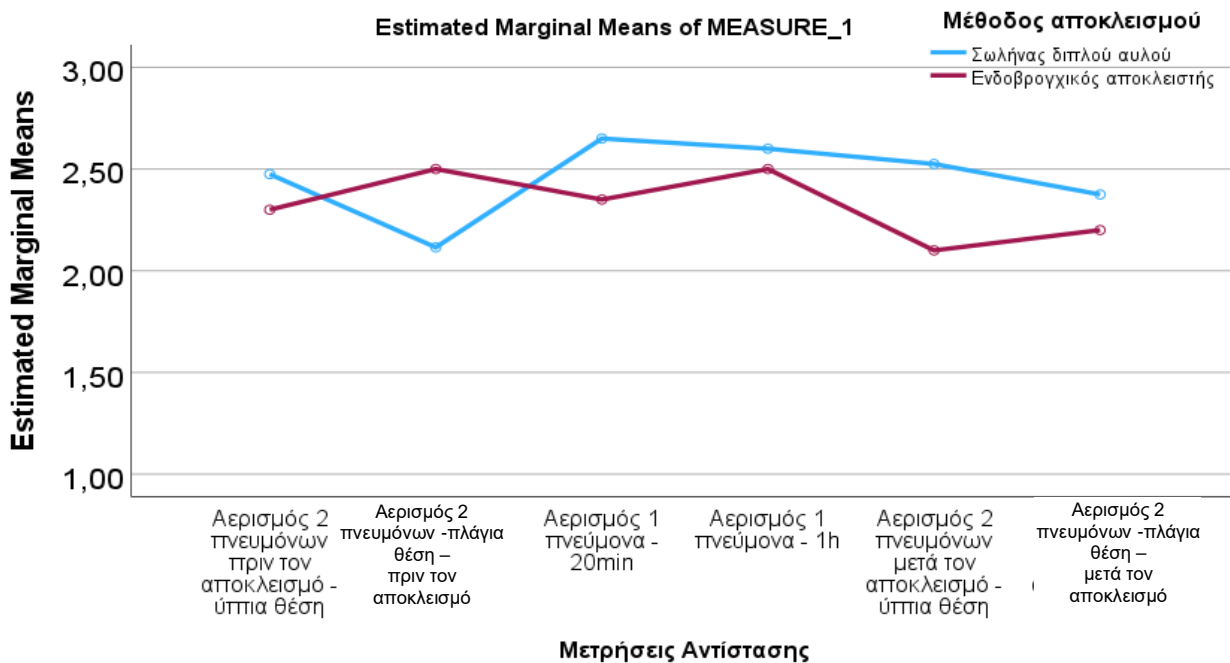
Πίνακας 50: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αντίστασης στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Αντίσταση	Sphericity Assumed	2,58	5	0,52	0,77	0,57
	Greenhouse-Geisser	2,58	2,89	0,89	0,77	0,52
Error (Αντίσταση)	Sphericity Assumed	63,59	95	0,67		
	Greenhouse-Geisser	63,59	54,96	1,16		

Έπειτα, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές της αντίστασης μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις της αντίστασης [Mauchly's $W=0,316$, $\chi^2(2)=41,587$, $df=14$, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 51 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αντίστασης μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων της αντίστασης και των μεθόδων αερισμού δεν ήταν στατιστικά σημαντική [$F(3,72, 141,38)=1,04$, $p=0,39$] (Πίνακας 52) (Διάγραμμα 21).

Πίνακας 51: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αντίστασης μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Αντίσταση	Sphericity Assumed	2,44	5	0,49	0,66	0,66
	Greenhouse-Geisser	2,44	3,72	0,66	0,066	0,61
Αντίσταση * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	3,86	5	0,77	1,04	0,39
	Greenhouse-Geisser	3,86	3,72	1,04	1,04	0,38
Error (Αντίσταση)	Sphericity Assumed	140,73	190			
	Greenhouse-Geisser	140,73	141,38			



Διάγραμμα 21: Μέσα επίπεδα αντίστασης στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

5.3.10. Driving Pressure

Στον Πίνακα 52 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της DP μεταξύ των δύο ομάδων. Οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερο DP σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,032$).

Τα μέσα επίπεδα του DP μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ($p<0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W=0,041$, $\chi^2(2)=51,29$, $df=14$, $p=0,009$] (Πίνακας 53). Από τις post-hoc συγκρίσεις, το DV κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια θέση στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερο από το DP κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,006$) και στη 1h ($p=0,003$). Επίσης, το DP κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην πλάγια θέση στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον σωλήνα διπλού αυλού ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερο από το DP κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p=0,012$) και στη 1h ($p=0,005$).

Πίνακας 52: Σύγκριση του DP μεταξύ των δύο ομάδων

DP	Μέθοδος αποκλεισμού				Στατιστικός έλεγχος, p-value
	Σωλήνας διπλού αυλού		Ενδοβρογχικός αποκλειστής		
	N	Μέσος (95% ΔΕ)	N	Μέσος (95% ΔΕ)	
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – ύπτια θέση	20	13,05 (10,95 – 15,16)	20	12,10 (10,43 – 13,77)	Mann-Whitney U=170,50 p=0,582
Αερισμός δύο πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό – πρηνή θέση	20	13,53 (11,44 – 15,62)	20	13,35 (11,91 – 14,79)	Mann-Whitney U=185,00 p=0,887
Αερισμός ενός πνεύμονα – 20min	20	18,16 (15,48 – 20,84)	20	14,45 (12,43 – 16,46)	Mann-Whitney U=114,0 p=0,032
Αερισμός ενός πνεύμονα – 1h	20	17,89 (15,45 – 20,34)	20	15,05 (13,14 – 16,95)	Mann-Whitney U=129,50 p=0,087
Αερισμός ενός πνεύμονα – 2h	10	19,80 (16,29 – 23,30)	9	16,11 (12,46 – 19,77)	Mann-Whitney U=27,50 p=0,151
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – ύπτια θέση	20	15,00 (12,84 – 17,16)	20	14,35 (12,76 – 15,93)	Mann-Whitney U=179,00 p=0,756
Αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού – πρηνή θέση	20	14,68 (12,73 – 16,63)	20	15,45 (13,97 – 16,93)	Mann-Whitney U=163,00 p=0,445

Πίνακας 53: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του DP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DV	Sphericity Assumed	446,91	5	89,38	9,79	<0,001
	Greenhouse-Geisser	446,91	2,45	182,22	9,79	<0,001
Error (DV)	Sphericity Assumed	821,09	90	9,12		
	Greenhouse-Geisser	821,09	44,15	18,60		

Ομοίως, τα μέσα επίπεδα του DP μεταξύ των 6 μετρήσεων διέφεραν στατιστικά σημαντικά στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ($p < 0,001$) [έλεγχος σφαιρικότητας: Mauchly's $W = 0,428$ $\chi^2(2) = 14,501$, $df = 14$, $p = 0,418$] (Πίνακας 54). Από τις post-hoc συγκρίσεις, η DV κατά τον αερισμό των 2 πνευμόνων πριν τον αποκλεισμό στην ύπτια θέση στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη από την DP κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα στα 20min ($p = 0,0025$) και στη 1h ($p = 0,008$), καθώς και από την DP κατά τον αερισμός δύο πνευμόνων μετά την ολοκλήρωση του αποκλεισμού στην ύπτια ($p = 0,021$) και στην πλάγια θέση ($p < 0,001$).

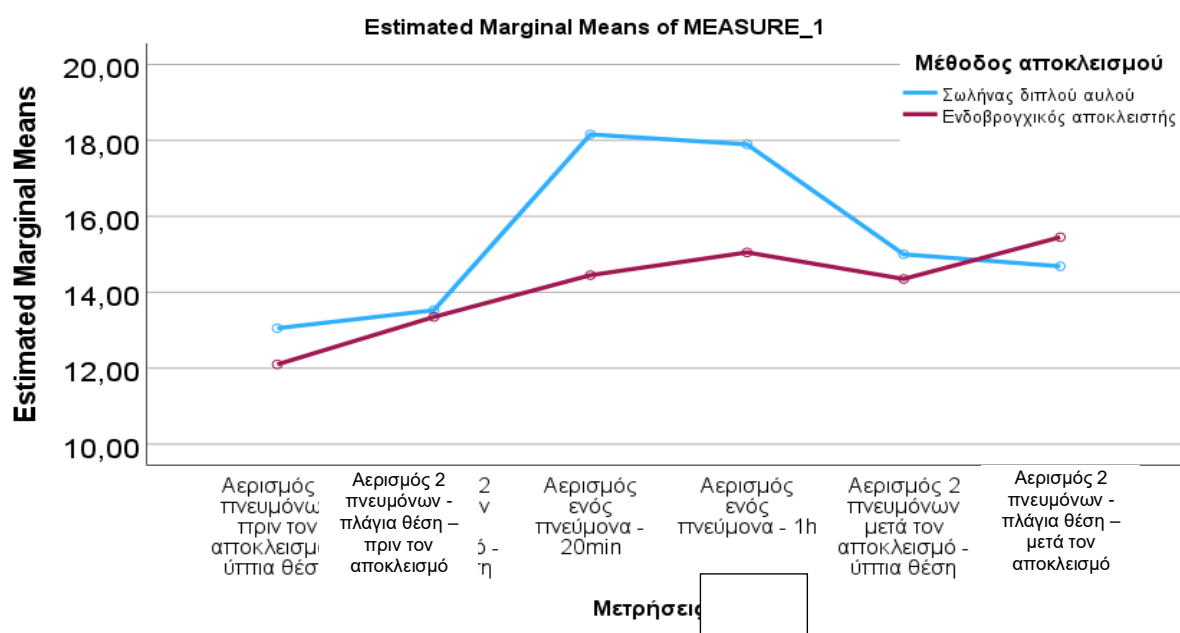
Πίνακας 54: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του DP στην ομάδα ασθενών με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DP	Sphericity Assumed	149,38	5	29,88	8,26	<0,001
	Greenhouse-Geisser	149,38	3,86	38,75	8,26	<0,001
Error (DP)	Sphericity Assumed	343,46	95	3,62		
	Greenhouse-Geisser	343,46	73,25	4,69		

Έπειτα, εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με 1 επαναλαμβανόμενο παράγοντα & 1 ανεξάρτητο παράγοντα (Two way Repeated Measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν διαφορές της DP μεταξύ των μετρήσεων και των δύο μεθόδων αποκλεισμού. Με βάση τον στατιστικό έλεγχο της ύπαρξης της σφαιρικότητας Mauchly's Test, η συνθήκη παραβιάζεται για τις μετρήσεις της DP [Mauchly's $W=0,177$, $\chi^2(2)=60,857$, $df=14$, $p<0,001$], γι' αυτό θα χρησιμοποιηθούν τα διορθωμένα μέσω Greenhouse-Geisser αποτελέσματα. Στον Πίνακα 55 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της DP μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχει η αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων του DP και των μεθόδων αερισμού ήταν στατιστικά σημαντική [$F(2,986, 46,487)=4,411$, $p=0,006$] (Πίνακας 55) (Διάγραμμα 22).

Πίνακας 55: Αποτελέσματα ανάλυσης διακύμανσης για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του DP μεταξύ των δύο ομάδων αερισμού.

Tests of Within-Subjects Effects						
		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DP	Sphericity Assumed	465,09	5	93,02	14,78	<0,001
	Greenhouse-Geisser	465,09	2,99	155,73	14,78	<0,001
DP * μέθοδος αποκλεισμού	Sphericity Assumed	138,83	5	27,77	4,41	<0,001
	Greenhouse-Geisser	138,83	2,99	46,49	4,41	0,006
Error (DV)	Sphericity Assumed	1164,55	185	6,29		
	Greenhouse-Geisser	1164,55	110,49	10,53		



Διάγραμμα 22: Μέσα επίπεδα DP στις διάφορες χρονικές στιγμές ανά μέθοδο αποκλεισμού

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο να διερευνήσει αν διαφέρουν οι μηχανικές ιδιότητες του αναπνευστικού συστήματος μεταξύ ασθενών που υποβάλλονται σε αερισμό ενός πνεύμονα με ενδοβρογχικό αποκλειστή και εκείνων που υποβάλλονται σε αερισμό ενός πνεύμονα με σωλήνα διπλού αυλού κατά τη διάρκεια θωρακοχειρουργικής επέμβασης. Κύρια ευρήματα της παρούσας μελέτης ήταν ότι οι μηχανικές ιδιότητες του αναπνευστικού συστήματος διαφέρουν κατά τη διάρκεια του αερισμού των δύο πνευμόνων και κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα. Παράλληλα, βρέθηκε ότι τα επίπεδα της πίεσης Peak, της DP, της PEEP και της ενδοτικότητας διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ασθενών με ενδοβρογχικό αποκλειστή και εκείνων με σωλήνα διπλού αυλού 20min μετά την έναρξη του αερισμού ενός πνεύμονα.

Αναλυτικότερα, ένα κύριο εύρημα της παρούσας μελέτης ήταν ότι η πίεση Peak ήταν σημαντικά υψηλότερη κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα σε σχέση με τον αερισμό δύο πνευμόνων τόσο στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού, όσο και στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και σε μία μελέτη του 2019, των Braunold et al, όπου το δείγμα αποτέλεσαν 19 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε θωρακοχειρουργική επέμβαση. Στη μελέτη των Braunold et al βρέθηκε ότι η πίεση Peak αυξήθηκε σημαντικά από 10,3cmH₂O κατά τη διάρκεια του αερισμού δύο πνευμόνων στην ύπτια θέση σε 16,4cmH₂O κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα στην ύπτια θέση και σε 17,2cmH₂O κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα στην πλάγια θέση (Braunold et al., 2019). Ομοίως, στη μελέτη των Niu et al (2018), όπου το δείγμα αποτέλεσαν 160 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε θωρακοχειρουργική επέμβαση, παρατηρήθηκε αύξηση της πίεσης Peak αμέσως μετά την αναισθησία, 20min και 60min μετά τον αερισμό ενός πνεύμονα και μειώθηκαν μετά 10 λεπτά αερισμού των δύο πνευμόνων σε σχέση με την προαναισθησία τόσο στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή, όσο και στους ασθενείς με σωλήνα διπλού αυλού (Niu et al., 2018) .

Παράλληλα, στην μελέτη μας, βρέθηκε ότι οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη πίεση Peak κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα μόνο στα 20min σε σχέση με τους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού τον ενδοβρογχικό αποκλειστή. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των

μετρήσεων της πίεσης Peak και των μεθόδων αποκλεισμού του πνεύμονα ήταν στατιστικά σημαντική. Ομοίως, στη μελέτη των Niu et al (2018) βρέθηκε ότι η πίεση Peak ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στους ασθενείς με σωλήνα διπλού αυλού σε σχέση με τους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα (Niu et al., 2018) . Αντίθετα αποτελέσματα αναφέρονται στη μελέτη των Zhang et al (2019), όπου το δείγμα αποτέλεσαν 59 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε ελάχιστα επεμβατική καρδιακή επέμβαση. Ειδικότερα στη μελέτη των Zhang et al (2019) βρέθηκε ότι οι ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού σωλήνα διπλού αυλού είχαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη πίεση peak σε σχέση με τους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή (Braunold et al., 2019) .

Ακόμη, στην μελέτη μας, βρέθηκε ότι η Pmean ήταν σημαντικά υψηλότερη κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα σε σχέση με τον αερισμό δύο πνευμόνων μόνο στους ασθενείς με μέθοδο αποκλεισμού το σωλήνα διπλού αυλού. Η Pmean κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα δε διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων, ωστόσο κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων οι ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή είχαν υψηλότερη Pmean σε σχέση με τους ασθενείς με σωλήνα διπλού αυλού.

Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα, η πίεση Plateau ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τον αερισμό δύο πνευμόνων και στις δύο ομάδες ασθενών. Τα επίπεδα της πίεσης Plateau κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο ομάδων. Παρ' όλα αυτά η αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων της πίεσης Plateau και των μεθόδων αερισμού ήταν στατιστικά σημαντική. Στη μελέτη των Braunold et al (2019), η πίεση Plateau αυξήθηκε σημαντικά από 4,4cmH₂O κατά τη διάρκεια του αερισμού δύο πνευμόνων στην ύπτια θέση σε 10,5cmH₂O κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα στην ύπτια θέση και σε 11,8 cmH₂O κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα στην πλάγια θέση (Braunold et al., 2019). Ομοίως, στη μελέτη των Niu et al (2018) παρατηρήθηκε αύξηση της πίεσης Plateau αμέσως μετά την αναισθησία, 20min και 60min μετά τον αερισμό ενός πνεύμονα και μειώθηκαν μετά 10 λεπτά αερισμού των δύο πνευμόνων σε σχέση με την προαναισθησία τόσο στους ασθενείς με ενδοβρογχικό αποκλειστή, όσο και στους ασθενείς με σωλήνα διπλού αυλού (Niu et al., 2018). Επίσης, στη μελέτη των Niu et al (2018), η πίεση Plateau ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στους ασθενείς με σωλήνα διπλού αυλού σε σχέση με τους ασθενείς με

ενδοβρογχικό αποκλειστή κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα (Niu et al., 2018).

Η παρούσα μελέτη χαρακτηρίζεται από μερικούς περιορισμούς. Αρχικά, πρόκειται για μία μονοκεντρική μελέτη και η επιλογή του δείγματος ήταν ευκολίας. Γι' αυτό απαιτείται προσεκτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Παράλληλα, δεν αξιολογήθηκε η εμπειρία των αναισθησιολόγων. Η εμπειρία των αναισθησιολόγων μπορεί να επηρεάζει τη ρύθμιση των παραμέτρων του αναπνευστήρα κατά τον μηχανικό αερισμό των ασθενών.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, λοιπόν, οι μηχανικές ιδιότητες του αναπνευστικού συστήματος διαφέρουν κατά τον αερισμό των δύο πνευμόνων και κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα. Ακόμη, υπάρχει διαφοροποίηση των επιπέδων της πίεσης Peak, της DP, της PEEP και της ενδοτικότητας μεταξύ των ασθενών με ενδοβρογχικό αποκλειστή και εκείνων με σωλήνα διπλού αυλού 20min μετά την έναρξη του αερισμού ενός πνεύμονα.

Τα αποτελέσματα της μελέτης βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα με διαφορετικές μεθόδους αποκλεισμού. Ο αερισμός ενός πνεύμονα είναι απαραίτητος για τη διευκόλυνση της χειρουργικής πρόσβασης ή για την απομόνωση ενός πνεύμονα κατά τη διάρκεια θωρακοχειρουργικών επεμβάσεων. Κατά τη διάρκεια του αερισμού ενός πνεύμονα, ο πνεύμονας που έχει αποκλειστεί, αναπτύσσει κυκλοφορική διαφυγή (shunt) που οδηγεί σε αρτηριακή υποξαιμία. Αν και η αρτηριακή υποξαιμία εξακολουθεί να είναι ένα κρίσιμο διεγχειρητικό πρόβλημα, η αποφυγή τραυματισμού των πνευμόνων είναι ιδιαίτερα σημαντική κατά τη διάρκεια αερισμού ενός πνεύμονα. Η αυξημένη πίεση των αεραγωγών κατά τον μηχανικό αερισμό αποτελεί κύριο παράγοντα κινδύνου για τραυματισμό των πνευμόνων. Επιπλέον, οι φλεγμονώδεις αντιδράσεις και οι τραυματισμοί των ιστών που σχετίζονται με τον εκ νέο αερισμό του πνεύμονα προκαλούν τραυματισμό του πνεύμονα (Kim et al., 2016) .Συνεπώς, η παρακολούθηση των μηχανικών ιδιοτήτων του αναπνευστικού συστήματος είναι ιδιαίτερα σημαντική για την πρόληψη του τραυματισμού του πνεύμονα.

Μελλοντικά, σε ερευνητικό επίπεδο, είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί η μελέτη σε μεγαλύτερο δείγμα, ώστε να είναι εφικτή η γενίκευση των αποτελεσμάτων. Παράλληλα, θα ήταν ενδιαφέρον να εξεταστούν οι διεγχειρητικές και μετεγχειρητικές επιπλοκές σε σχέση με τις μηχανικές ιδιότητες του αναπνευστικού συστήματος κατά τον αερισμό ενός πνεύμονα με διαφορετικές μεθόδους αποκλεισμού.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ashok, V., & Francis, J. (2018). A practical approach to adult one-lung ventilation. *BJA Education*, 18(3), 69–74. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2017.11.007>
- Bora, V., Kritzmire, S. M., & Arthur, M. E. (2023). Double-Lumen Endobronchial Tubes. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535366/>
- Brassard, C. L., Lohser, J., Donati, F., & Bussi eres, J. S. (2014). Step-by-step clinical management of one-lung ventilation: Continuing Professional Development. *Canadian Journal of Anesthesia*, 61(12), 1103–1121. <https://doi.org/10.1007/S12630-014-0246-2/TABLES/8>
- Braunold, D., Lehavi, A., Livshits, B., & Barak, M. (2019). Variations in Trans-Pulmonary Pressure During Two and One Lung Ventilation and Change of Patient’s Position. *J Func Vent Pulm*, 30(10), 18–22.
- Brinkman, R., Amadeo, R. J. J., Funk, D. J., Girling, L. G., Grocott, H. P., & Mutch, W. A. C. (2013). Cerebral oxygen desaturation during one-lung ventilation: correlation with hemodynamic variables. *Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien d’anesthésie*, 60(7), 660–666. <https://doi.org/10.1007/S12630-013-9954-2>
- Brodsky, J. B., & Lemmens, H. J. M. (2003). Left double-lumen tubes: Clinical experience with 1,170 patients. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 17(3), 289–298. [https://doi.org/10.1016/S1053-0770\(03\)00046-6](https://doi.org/10.1016/S1053-0770(03)00046-6)
- Campbell, M., & Sapra, A. (2023). Physiology, Airflow Resistance. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554401/>
- Campos, J. H. (2005). Progress in lung separation. *Thoracic Surgery Clinics*, 15(1), 71–83. <https://doi.org/10.1016/J.THORSURG.2004.09.003>
- Carlens, E. (1949). A new flexible double-lumen catheter for bronchspirometry. *J Thorac Surg*, 18(5), 742–746.
- Cheung, T., Lee, P. H., & Yip, P. S. F. (2017). Workplace Violence toward Physicians and Nurses: Prevalence and Correlates in Macau. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/IJERPH14080879>
- Chiumello, D., Formenti, P., Bolgiaghi, L., Mistraletti, G., Gotti, M., Vetrone, F., Baisi, A., Gattinoni, L., & Umbrello, M. (2020). Body Position Alters Mechanical Power and Respiratory Mechanics During Thoracic Surgery. *Anesthesia and*

- Analgesia, 130(2), 391–401. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004192>
- Dobson, G., Chau, A., Denomme, J., Fuda, G., McDonnell, C., McIntyre, I., Milne, A. D., Milkovich, R., Sparrow, K., Wang, Y., & Young, C. (2023). Guidelines to the Practice of Anesthesia: Revised Edition 2023. *Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien d'anesthésie*, 70(1), 16–55. <https://doi.org/10.1007/S12630-022-02368-0>
- Eberle, B., Weiler, N., Vogel, N., Kauczor, H. U., & Heinrichs, W. (1999). Computed tomography-based tracheobronchial image reconstruction allows selection of the individually appropriate double-lumen tube size. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 13(5), 532–537. [https://doi.org/10.1016/S1053-0770\(99\)90003-4](https://doi.org/10.1016/S1053-0770(99)90003-4)
- Haddad, M., & Sharma, S. (2023). Physiology, Lung. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545177/>
- Inoue, S., Nishimine, N., Kitaguchi, K., Furuya, H., & Taniguchi, S. (2004). Double lumen tube location predicts tube malposition and hypoxaemia during one lung ventilation. *British Journal of Anaesthesia*, 92(2), 195–201. <https://doi.org/10.1093/BJA/AEH055>
- Jordan, S., Mitchell, J. A., Quinlan, G. J., Goldstraw, P., & Evans, T. W. (2000). The pathogenesis of lung injury following pulmonary resection. *The European Respiratory Journal*, 15(4), 790–799. <https://doi.org/10.1034/J.1399-3003.2000.15D26.X>
- Kim, K. N., Kim, D. W., Jeong, M. A., Sin, Y. H., & Lee, S. K. (2016). Comparison of pressure-controlled ventilation with volume-controlled ventilation during one-lung ventilation: A systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiology*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S12871-016-0238-6/TABLES/2>
- Lee, K. (2005). The Robertshaw tube. *Anaesthesia News*, 221(December), 16–18.
- Loewy, A., & von Schrotter, H. (1905). Untersuchungen über die Blutcirculation beim Menschen. *Zeitschr Exp Path*, 1, 197–31.
- McGrath, B., Tennuci, C., & Lee, G. (2017). The History of One-Lung Anesthesia and the Double-Lumen Tube. *Journal of Anesthesia History*, 3(3), 76–86. <https://doi.org/10.1016/J.JANH.2017.05.002>
- Mehrotra, M., & Jain, A. (2023). Single-Lung Ventilation. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538314/>
- Misthos, P., Katsaragakis, S., Theodorou, D., Milingos, N., & Skottis, I. (2006). The

- degree of oxidative stress is associated with major adverse effects after lung resection: a prospective study. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery: Official Journal of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery*, 29(4), 591–595. <https://doi.org/10.1016/J.EJCTS.2005.12.027>
- Niu, Z., Zheng, M., Zhang, Z., Wang, B., & Shan, S. (2018). A randomized controlled study: the effect of endobronchial blocker and double-lumen endobronchial tube on one-lung ventilation in thoracic spinal tuberculosis surgery. *Int J Clin Exp Med*, 11(1), 327–333.
- Patwa, A., & Shah, A. (2015). Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. *Indian Journal of Anaesthesia*, 59(9), 533. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.165849>
- Roca, J., Burgos, F., Barberà, J. A., Sunyer, J., Rodriguez-Roisin, R., Castellsagué, J., Sanchis, J., Antóo, J. M., Casan, P., & Clausen, J. L. (1998). Prediction equations for plethysmographic lung volumes. *Respiratory Medicine*, 92(3), 454–460. [https://doi.org/10.1016/S0954-6111\(98\)90291-8](https://doi.org/10.1016/S0954-6111(98)90291-8)
- Rozé, H., Lafargue, M., Batoz, H., Picat, M. Q., Perez, P., Ouattara, A., & Janvier, G. (2010). Pressure-controlled ventilation and intrabronchial pressure during one-lung ventilation. *British Journal of Anaesthesia*, 105(3), 377–381. <https://doi.org/10.1093/BJA/AEQ130>
- Tusman, G., Böhm, S. H., Suárez Sipmann, F., & Maisch, S. (2004). Lung recruitment improves the efficiency of ventilation and gas exchange during one-lung ventilation anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*, 98(6), 1604–1609. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000068484.67655.1A>
- Valenza, F., Ronzoni, G., Perrone, L., Valsecchi, M., Sibilla, S., Nosotti, M., Santambrogio, L., Cesana, B. M., & Gattinoni, L. (2004). Positive end-expiratory pressure applied to the dependent lung during one-lung ventilation improves oxygenation and respiratory mechanics in patients with high FEV1. *European Journal of Anaesthesiology*, 21(12), 938–943. <https://doi.org/10.1017/S0265021504000316>
- Vicario, F., Buizza, R., Truschel, W. A., & Chbat, N. W. (2016). Noninvasive estimation of alveolar pressure. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference*, 2016, 2721–2724. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591292>

- Weng, W., DeCrosta, D. J., & Zhang, H. (2002). Tension pneumothorax during one-lung ventilation: A case report. *Journal of Clinical Anesthesia*, 14(7), 529–531. [https://doi.org/10.1016/S0952-8180\(02\)00405-1](https://doi.org/10.1016/S0952-8180(02)00405-1)
- Wolffberg, S. (1871). Ueber die spannung der Blutgase in die Lungen. *Pflügers Arch*, 4, 465–492.
- Yang, M., Ahn, H. J., Kim, K., Kim, J. A., Yi, C. A., Kim, M. J., & Kim, H. J. (2011). Does a protective ventilation strategy reduce the risk of pulmonary complications after lung cancer surgery?: a randomized controlled trial. *Chest*, 139(3), 530–537. <https://doi.org/10.1378/CHEST.09-2293>
- Yasumoto, M., Higa, K., Nitahara, K., Shono, S., & Hamada, T. (2006). Optimal depth of insertion of left-sided double-lumen endobronchial tubes cannot be predicted from body height in below average-sized adult patients. *European Journal of Anaesthesiology*, 23(1), 42–44. <https://doi.org/10.1017/S0265021505001742>
- Yüceyar, L., Kaynak, K., Cantürk, E., & Aykaç, B. (2003). Bronchial rupture with a left-sided polyvinylchloride double-lumen tube. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 47(5), 622–625. <https://doi.org/10.1034/J.1399-6576.2003.00102.X>
- Zhang, X., Wang, D. X., Wei, J. Q., Liu, H., & Hu, S. P. (2022). Recent advances in double-lumen tube malposition in thoracic surgery: A bibliometric analysis and narrative literature review. *Frontiers in Medicine*, 9, 1071254. <https://doi.org/10.3389/FMED.2022.1071254/BIBTEX>
- Κατσιάρη, Μ. (2013). Η επίδραση τριών διαφορετικών χειρισμών έκπτυξης κυψελίδων (recruitment maneuvers) στην ανταλλαγή αερίων αρτηριακού αίματος ασθενών με πρώιμο ARDS. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κάτσικας, Ι. (2012). Η διεγχειρητική αντιμετώπιση της υποξυγοναιμίας σε θωρακοχειρουργικές επεμβάσεις με αερισμό τους ενός πνεύμονα. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Παυλέρου, Σ. (2014). Επίδραση της θετικής τελοεκπνευστικής πίεσης στη διάμετρο της κάτω κοίλης φλέβας σε μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.