

Λαπαροσκοπική χειρουργική Παθοφυσιολογικές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου

Η γενίκευση της εφαρμογής της λαπαροσκοπικής χειρουργικής στην καθημερινή πράξη, τα τελευταία χρόνια, προκάλεσε το έντονο ενδιαφέρον σε σχέση με τις παθοφυσιολογικές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου και τα πιθανά προβλήματα που συνδέονται με αυτό. Αναφέρονται προβλήματα όπως πνευμονικές ατελεκτασίες, μείωση της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας των πνευμόνων, υψηλές πνευμονικές πιέσεις και υπερκαπνία αποδιδόμενη σε απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από το περιτόναιο, σε απουσία επαρκώς ελεγχόμενου υπεραερισμού. Οι καρδιαγγειακές επιπτώσεις στα υγιή άτομα σχετίζονται με αύξηση των συστηματικών αγγειακών αντιστάσεων και της μέσης αρτηριακής πίεσης, συνοδευόμενων από διεγχειρητικές μεταβολές του καρδιακού δείκτη, χωρίς ωστόσο αξιόλογη επίπτωση στην καρδιακή συχνότητα. Επιπλέον, παρατηρούνται και περιοχικές κυκλοφορικές διαταραχές (π.χ. αύξηση εγκεφαλικής αιματικής ροής, μείωση σπληχνικής και νεφρικής άρδευσης), που έχουν κλινική σημασία και πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη σε οριακούς ασθενείς. Ασυνήθεις επιπλοκές σχετιζόμενες με την εμφύσηση αερίου στην περιτοναϊκή κοιλότητα επίσης αναφέρονται, εμφανιζόμενες ως αποδόριο εμφύσημα, πνευμοθώρακας ή πνευμομεσοθώρακιο, σπανιότατα και ως θανατηφόρα επεισόδια εμβολής αέρα. Είναι σημαντικό τόσο για το χειρουργό όσο και τον αναισθησιολόγο να κατανοήσουν την παθοφυσιολογία του πνευμοπεριτοναίου και μάλιστα τα τελευταία χρόνια, που όλο και περισσότερα άτομα με σοβαρά συνοδά προβλήματα υποβάλλονται σε λαπαροσκοπικές επεμβάσεις.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λαπαροσκοπική χειρουργική παρουσιάζει τις τελευταίες δεκαετίες αλματώδη ανάπτυξη και συνεχώς αυξάνουν οι ενδείξεις εφαρμογής της.¹ Οι λόγοι που ουσιαστικά επέβαλαν τη μέθοδο είναι, κατά κύριο λόγο, τα οφέλη που αφορούν στον ασθενή και περιλαμβάνουν μείωση του μετεγχειρητικού πόνου, μείωση της ενδοσκομοεικής νοσηλείας, ταχύτερη επιστροφή στις προεγχειρητικές του δραστηριότητες και, τέλος, καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα.² Η επανάσταση στην εφαρμογή της λαπαροσκοπικής χειρουργικής στην καθημερινή πρακτική, οδήγησε το ερευνητικό ενδιαφέρον στη μελέτη των φυσιολογικών επιπτώσεων της λαπαροσκοπικής. Οι περισσότερες από τις παθοφυσιολογικές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου διερευνήθηκαν εκτενώς, από τότε που η λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή έγινε η εγχείρηση εκλογής για την εξαίρεση της χοληδόχου κύστης. Νεότερες τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν σημαντική πρόοδο της λαπαροσκοπικής χειρουργικής

και επέκταση της τεχνικής σε ποικιλία επεμβάσεων της γενικής χειρουργικής (θολοπλαστική, βαγοτομή, κολεκτομή, σπληνεκτομή, πλαστική κήλης, νεφρεκτομή, υστερεκτομή, οισοφαγεκτομή κ.λπ.), συχνά πλέον παρατεταμένης διάρκειας και μεγαλύτερης βαρύτητας, όπου και οι πιθανές επιπλοκές του πνευμοπεριτοναίου εκδηλώνονται συχνότερα.³

Η λαπαροσκοπική χειρουργική ελαττώνει την ιστική κάκωση, που είναι απαραίτητη για την επίτευξη της έκθεσης και της προσπέλασης του χειρουργικού πεδίου.⁴ Παρόλα αυτά, οι διεγχειρητικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή της και, συγκεκριμένα, η αναγκαιότητα ενδοπεριτοναϊκής εμφύσησης αερίου για το διαχωρισμό των οργάνων και τη διευκόλυνση στη διενέργεια χειρισμών, μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές φυσιολογικές διαταραχές και να υποβάλουν τους ασθενείς σε δυνητικούς κινδύνους, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια που επεκτείνεται η χρήση της λαπαροσκοπικής σε ασθενείς μεγαλύτερης ηλικίας, με πολλαπλά συνοδά προβλήμα-

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2005, 22(4):325-335
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2005, 22(4):325-335

Γ. Σκρουμπής,
Κ. Βαγενάς,
Κ. Βαγιανός

Χειρουργική Κλινική, Πανεπιστήμιο
Πατρών, Ιατρική Σχολή, Πάτρα

Laparoscopic surgery:
Pathophysiologic consequences
of pneumoperitoneum

Abstract at the end of the article

Λέξεις ευρετηρίου

Λαπαροσκοπική χειρουργική
Παθοφυσιολογία
Πνευμοπεριτόναιο

Υποβλήθηκε 8.4.2003
Εγκρίθηκε 7.10.2004

τα.⁵ Επιπλέον, η εφαρμογή της σε περισσότερο πολύπλοκες και μακρύτερης διάρκειας επεμβάσεις προϋποθέτουν μεγαλύτερο χρόνο παραμονής του πνευμοπεριτοναίου, με συνέπεια να επιτείνονται οι πιθανές βλαβερές επιπτώσεις του.

2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΝΕΥΜΟΠΕΡΙΤΟΝΑΙΟΥ

Για τη διενέργεια των λαπαροσκοπικών επεμβάσεων, προϋπόθεση είναι η δημιουργία του πνευμοπεριτοναίου, με την εμφύσηση εντός της περιτοναϊκής κοιλότητας αερίου υπό ελεγχόμενη ροή και πίεση, μετά από τοποθέτηση της βελόνας Verres ή μετά από ανοικτή τοποθέτηση του πρώτου trocar (τεχνική Hasson). Το πνευμοπεριτόναιο διαχωρίζει τα ενδοκοιλιακά όργανα από το κοιλιακό τοίχωμα, επιτρέποντας την οπτική και τη χειρουργική προσπέλαση. Τα σύγχρονα μηχανήματα μπορούν να παρέχουν αέριο με ικανή ροή, έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν ταχέως πιθανές διαρροές αερίου που μπορούν να συμβούν, ιδιαίτερα κατά τις αλλαγές των διαφόρων εργαλείων και κατά τη διάρκεια της αναρρόφησης. Αυτά τα μηχανήματα επιτρέπουν ακριβή ρύθμιση της πίεσης εμφύσησης και κατ' επέκταση της ενδοκοιλιακής πίεσης, η οποία ελέγχεται και παρακολουθείται ηλεκτρονικά, σε αντίθεση με παλαιότερα μηχανήματα που δεν είχαν τη δυνατότητα ελέγχου της μέγιστης πίεσης εμφύσησης. Μια ενδοκοιλιακή πίεση γύρω στα 13–15 mmHg είναι επαρκής για τις περισσότερες λαπαροσκοπικές επεμβάσεις.

Το αέριο που συνήθως χρησιμοποιείται για τη δημιουργία πνευμοπεριτοναίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί ατμοσφαιρικός αέρας, οξυγόνο, άζωτο, πρωτοξείδιο του αζώτου (N₂O) και ορισμένα ευγενή αέρια. Από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της χρήσης του CO₂ είναι ότι δεν υποστηρίζει έκρηξη και διαχέεται ευχερώς στο αίμα, με αποτέλεσμα να ελαττώνονται τα συμπτώματα από το υπολειμματικό πνευμοπεριτόναιο μετά από το τέλος της επέμβασης και οι ανεπιθύμητες ενέργειες από την εξωπεριτοναϊκή χορήγησή του και να μειώνονται οι επιπτώσεις από πιθανή εμβολή από το αέριο.⁶ Επιπλέον, είναι σημαντικά οικονομικότερο σε σύγκριση με τα άλλα προτεινόμενα αέρια. Τα μειονεκτήματά του περιλαμβάνουν τον ερεθισμό του περιτοναίου, την υπερκαπνία από τη συστηματική του απορρόφηση και την επακόλουθη οξέωση σε ανεπαρκή αερισμό. Παρόλα αυτά, σημαντική υπερκαπνία (pCO₂ >55 mmHg), που να αποτελεί ουσιαστικό κλινικό πρόβλημα, δεν είναι συνήθης, εκτός από περιπτώ-

σεις ασθενών με προϋπάρχοντα αναπνευστικά προβλήματα, οι οποίοι απαιτούν προσεκτικότερο χειρισμό στον αερισμό τους.⁷

Το N₂O προκαλεί μικρότερο περιτοναϊκό ερεθισμό και επομένως άλγος, διαχέεται λιγότερο, αλλά παρότι δεν είναι γενικά εύφλεκτο μπορεί να προκαλέσει έκρηξη με τη χρήση της διαθερμίας, όταν μάλιστα είναι πιθανή η παρουσία υδρογόνου ή μεθανίου εντός της περιτοναϊκής κοιλότητας.^{8,9} Λόγω του λιγότερου πόνου που προκαλεί, σε συνδυασμό με τις αναισθητικές του ιδιότητες, αποτελεί σοβαρή εναλλακτική πρόταση στο CO₂ για δημιουργία πνευμοπεριτοναίου σε ασθενείς που, λόγω σοβαρών καρδιοαναπνευστικών προβλημάτων, υποβάλλονται σε λαπαροσκοπικές επεμβάσεις υπό τοπική ή περιοχική αναισθησία.⁶

Στην προσπάθεια για ανεύρεση αερίου με τα περισσότερα πλεονεκτήματα και τα λιγότερα δυνατά μειονεκτήματα έχουν χρησιμοποιηθεί ευγενή αέρια (ήλιο, αργό), τα οποία, παρότι δεν παρουσιάζουν τις παθοφυσιολογικές διαταραχές που σχετίζονται με την εμφύσηση CO₂, κοστίζουν περισσότερο, παρουσιάζοντας μάλιστα σοβαρότερες επιπτώσεις μετά από πιθανή εμβολή, λόγω της μικρότερης διαλυτότητάς τους σε σχέση με το CO₂ και το N₂O, και, επομένως, η χρήση τους δεν έχει γενικευτεί και περιορίζεται σε ερευνητικά πρωτόκολλα.^{10,11}

Ολοκληρώνοντας, σημειώνεται ότι ιδιαίτερη σημασία για την επίτευξη ικανοποιητικών λαπαροσκοπικών χειρουργικών συνθηκών, εκτός από το πνευμοπεριτόναιο, έχει η σωστή θέση στην οποία τοποθετείται διεγχειρητικά ο ασθενής, έτσι ώστε η βαρύτητα να μετατοπίζει τα λοιπά ενδοκοιλιακά σπλάγχχνα μακριά από το χειρουργικό πεδίο.

3. ΔΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΕΣ ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Οι μηχανισμοί με τους οποίους το πνευμοπεριτόναιο οδηγεί σε παθοφυσιολογικές διαταραχές σχετίζονται με τη διάταση των κοιλιακών τοιχωμάτων, το ύψος της ενδοκοιλιακής πίεσης, το είδος του αερίου και τη θέση του ασθενούς.¹² Τα κύρια προβλήματα κατά τη διάρκεια λαπαροσκοπικών επεμβάσεων σχετίζονται με τις:

- Αναπνευστικές
- Καρδιαγγειακές
- Περιοχικές κυκλοφορικές
- Μεταβολικές-ανοσολογικές επιδράσεις του πνευμοπεριτοναίου.

3.1. Αναπνευστικές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου

Το πνευμοπεριτόναιο προκαλεί κεφαλική μετατόπιση του διαφράγματος, με αποτέλεσμα μείωση των πνευμονικών όγκων, συμπεριλαμβανομένης και της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας.¹³ Η πνευμονική ευενδοτότητα μειώνεται και αυξάνονται οι αντιστάσεις των αεραγωγών.¹⁴ Η μειωμένη κινητικότητα του διαφράγματος επιτείνει την εκτροπή του αερισμού προς τις μη εξαρτώμενες από τη βαρύτητα περιοχές, οδηγώντας σε δυσαρμονία αερισμού-αιμάτωσης (ανάπτυξη shunts).¹⁵ Οι ως άνω διαταραχές του αναπνευστικού είναι πλέον έκδηλες στη θέση Trendelenburg, όπου και παρατηρείται χρονική καθυστέρηση στην επάνοδο στο φυσιολογικό μετά την άρση του πνευμοπεριτοναίου.¹⁶

Μετά από την εμφύσηση, το CO₂ απορροφάται από το περιτόναιο, με αποτέλεσμα αύξηση της PaCO₂.⁵ Η απορρόφηση του αερίου και τα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσει είναι μεγαλύτερα κατά την εξωπεριτοναϊκή εμφύσησή του, λόγω της μεγαλύτερης εξωπεριτοναϊκής απορρόφησης, οπότε και απαιτείται προσεκτικότερος αναπνευστικός έλεγχος της υπερκαπνίας.¹⁷ Παρότι το μέγεθος της υπερκαπνίας δεν μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια, η αύξηση του κατά λεπτό αερισμού ελέγχει το πρόβλημα, με επακόλουθο όμως σχετική αύξηση των πιέσεων στους αεραγωγούς και κίνδυνο ανάπτυξης βαροτραύματος.⁵ Εάν η υπερκαπνία διαφύγει της προσοχής, οδηγεί σε επικίνδυνη οξέωση. Κατά συνέπεια, θεωρείται απαραίτητη η συνεχής διεγχειρητική καταγραφή του τελοεκπνευστικού CO₂ (ET CO₂), με τη χρήση καπνογράφου.¹⁸ Η καταγραφή, βέβαια, του τελοεκπνευστικού CO₂ δεν αντικατοπτρίζει με ακρίβεια την αρτηριακή τιμή του, η οποία απαιτεί τη μέτρηση αερίων αίματος, αλλά μπορεί να χρησιμοποιείται ως σχετικός δείκτης για διεγχειρητική παρακολούθηση.

Φαίνεται ότι η υπερκαπνία κατά τη διάρκεια του πνευμοπεριτοναίου οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εξωγενή χορήγηση και απορρόφηση του CO₂ και όχι στο μειωμένο κυψελιδικό αερισμό, καθώς η κυψελιδοαρτηριακή διαφορά CO₂ παραμένει ανεπηρέαστη διεγχειρητικά¹⁹ και, επιπλέον, δεν παρατηρείται υπερκαπνία όταν το πνευμοπεριτόναιο δημιουργείται με πρωτοξείδιο του αζώτου. Σε μια μελέτη που συνέκρινε τις διακυμάνσεις της PaCO₂ κατά τη διάρκεια της επέμβασης και στη συνέχεια στο χώρο της ανάνηψης,¹⁹ μεταξύ λαπαροσκοπικής και ανοικτής χολοκυστεκτομής, εκτός από τη διεγχειρητικά υψηλότερη τιμή που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του πνευμοπεριτοναίου και η οποία ελέγχθηκε με τη χρήση μηχανικού αερισμού, παρατηρήθηκε εκ νέου υπερκαπνία στο χώρο της ανάνηψης, η οποία κατά τους

συγγραφείς μπορεί να αποδοθεί στη διεγχειρητική αποθήκευση CO₂. Αυτή η παρατήρηση επιβάλλει τη μετεγχειρητική προσοχή, ιδιαίτερα σε ασθενείς με προεγχειρητική αναπνευστική επιβάρυνση.¹⁹

Η αυξημένη ενδοκοιλιακή πίεση, παρά τις διαταραχές αερισμού-αιμάτωσης που φαίνεται να προκαλεί, δεν οδηγεί σε σημαντικές διαταραχές οξυγόνωσης, υπό επαρκή αναπνευστική υποστήριξη.²⁰

Μια ιδιαίτερη ομάδα αποτελούν οι ασθενείς με νοσογόνο παχυσαρκία, οι οποίοι συνήθως παρουσιάζουν ιδιαίτερα προεγχειρητικά αναπνευστικά προβλήματα, ενώ κατά τη διάρκεια λαπαροσκοπικών επεμβάσεων εμφανίζουν μεγαλύτερες αναπνευστικές επιπτώσεις σε σύγκριση με τους ασθενείς φυσιολογικού βάρους. Σε πρόσφατη μελέτη, η παχυσαρκία αναδείχθηκε ως σημαντικός παράγοντας επιδείνωσης αναπνευστικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια πνευμοπεριτοναίου.²¹ Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της ευενδοτότητας των πνευμόνων και αύξηση της εισπνευστικής αντίστασης σε νοσογόνα παχύσαρκους ασθενείς μετά από την εφαρμογή πνευμοπεριτοναίου, σε σύγκριση με τις τιμές υπό γενική αναισθησία, χωρίς όμως πνευμοπεριτόναιο. Αυτές οι μεταβολές ήταν, όπως αναμενόταν, μεγαλύτερες στους νοσογόνα παχύσαρκους σε σύγκριση με τους ασθενείς φυσιολογικού βάρους.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθούν οι μηχανικές επιπλοκές του πνευμοπεριτοναίου, στις οποίες περιλαμβάνονται η πνευμονική εισρόφηση, καθώς η αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης προδιαθέτει σε αναγωγή γαστρικού περιεχομένου,²² και η ενδοβρογχική διασωλήνωση, επειδή η κεφαλική μετατόπιση του διαφράγματος μπορεί να προκαλέσει μετατόπιση του τραχειοσωλήνα.²³

3.2. Καρδιαγγειακές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου

Οι μεταβολές στην καρδιακή λειτουργία εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, που περιλαμβάνουν το ύψος της ενδοκοιλιακής πίεσης, τη θέση του ασθενούς, την απορρόφηση του CO₂, τον τύπο αναπνευστικής υποστήριξης, τη χειρουργική τεχνική και τη διάρκεια της επέμβασης, τον ενδαγγειακό όγκο του ασθενούς, τα προϋπάρχοντα καρδιολογικά προβλήματα και τη φαρμακευτική αγωγή, καθώς και το είδος των αναισθητικών φαρμάκων.

Η αυξημένη ενδοκοιλιακή πίεση προκαλεί σύνθετες αλλαγές στην αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενούς, με την επίδρασή της στη φλεβική επιστροφή, στις συστηματικές αγγειακές αντιστάσεις και στη μυοκαρδιακή λειτουργία.⁵ Οι επιπτώσεις αυτές βρίσκονται σε αναλο-

γία με το εκάστοτε ύψος της ενδοκοιλιακής πίεσης. Σε πειράματα με σκύλους, έχει παρατηρηθεί ότι η φλεβική επιστροφή αυξάνει με ενδοκοιλιακή πίεση 10 mmHg, πιθανόν μέσω ελάττωσης του κυκλοφορούντος όγκου αίματος, που εγκλωβίζεται στη σπλαγχνική κυκλοφορία, με αποτέλεσμα αύξηση της καρδιακής παροχής και της αρτηριακής πίεσης.²⁴ Αυτή η αντίδραση δεν παρατηρείται όταν υπάρχει υποογκαιμία.²⁵ Όταν η ενδοκοιλιακή πίεση υπερβεί τα 20 mmHg , η κάτω κοίλη φλέβα συμπιέζεται, η φλεβική επιστροφή από το κάτω ήμισυ του σώματος μειώνεται, με αποτέλεσμα ελάττωση της καρδιακής παροχής. Παρόμοιες με τις ανωτέρω πειραματικές παρατηρήσεις έχουν περιγραφεί και σε ασθενείς που υποβάλλονται σε γυναικολογικές λαπαροσκοπικές επεμβάσεις, όπου η πτώση στην καρδιακή παροχή παρατηρείται σε τιμές ενδοκοιλιακής πίεσης $20\text{--}30\text{ mmHg}$.²⁶ Κατά τη διάρκεια όμως της λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής, έχει παρατηρηθεί ελάττωση της καρδιακής παροχής από τιμές ενδοκοιλιακής πίεσης 15 mmHg , ενδεχομένως λόγω διαφορετικής θέσης στο χειρουργικό τραπέζι και λόγω μεγαλύτερης αναλογίας μεγάλης ηλικίας ασθενών.²⁷ Φαίνεται, δηλαδή, ότι από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες για τις κυκλοφορικές επιδράσεις είναι το ύψος της εφαρμοζόμενης ενδοκοιλιακής πίεσης. Σε πειραματικά μοντέλα έχει βρεθεί και προτείνεται ως ασφαλής ενδοκοιλιακή πίεση, με ελάχιστες καρδιαγγειακές επιπτώσεις, τα 12 mmHg .²⁸ Σε μια κλινική μελέτη, 20 υγιείς ασθενείς που υποβλήθηκαν σε λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή, τυχαιοποιήθηκαν σε ενδοκοιλιακές πιέσεις είτε 7 mmHg είτε 15 mmHg και δείχθηκε ότι η χαμηλότερη ενδοκοιλιακή πίεση σχετιζόταν με σημαντικά λιγότερες αιμοδυναμικές επιπτώσεις.²⁷ Συγκεκριμένα, ενώ δεν παρουσιάστηκαν ιδιαίτερα προβλήματα στη διενέργεια της επέμβασης από μειωμένη έκθεση του εγχειρητικού πεδίου με πνευμοπεριτόναιο χαμηλής ενδοκοιλιακής πίεσης (7 mmHg), οι αιμοδυναμικές επιπτώσεις ήταν λιγότερο σοβαρές σε σύγκριση με τη συνήθη των 15 mmHg . Ένα ενδιαφέρον μάλιστα στοιχείο που παρατηρήθηκε, ήταν η αύξηση του όγκου παλμού και της καρδιακής παροχής κατά τη διάρκεια εφαρμογής του πνευμοπεριτοναίου με τη χαμηλή ενδοκοιλιακή πίεση των 7 mmHg .²⁷

Οι περισσότερες μελέτες που ερευνούν τις καρδιαγγειακές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου στα υγιή άτομα, αναφέρουν αύξηση στις συστηματικές αγγειακές αντιστάσεις, στη μέση αρτηριακή πίεση και στις πιέσεις πλήρωσης του μυοκαρδίου, συνοδευόμενες από διεγχειρητικές μεταβολές του καρδιακού δείκτη, χωρίς όμως ιδιαίτερη επίπτωση στην καρδιακή συχνότητα.¹²

Οι αιμοδυναμικές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου φαίνεται ότι είναι διφασικές.²⁹ Έχει παρατηρηθεί ελάττωση του καρδιακού δείκτη σε συνδυασμό με αύξηση των περιφερικών συστηματικών αντιστάσεων και της μέσης αρτηριακής πίεσης μετά από την εισαγωγή στην αναισθησία και την τοποθέτηση του ασθενούς σε ανάστροφη θέση Trendelenburg. Ακολουθεί μια περαιτέρω μείωση του καρδιακού δείκτη στο 50% της προεγχειρητικής τιμής, 5 min μετά από την έναρξη εμφύσησης CO_2 για τη δημιουργία πνευμοπεριτοναίου. Τελικά, ο καρδιακός δείκτης αυξάνει και επανέρχεται στα προεγχειρητικά επίπεδα, περίπου 10 min μετά από την έναρξη της εμφύσησης CO_2 .³⁰ Παρότι συχνότερα αναφέρεται μείωση του καρδιακού δείκτη κατά τη διάρκεια του πνευμοπεριτοναίου, υπάρχουν και μελέτες που δείχνουν ότι είτε παραμένει σταθερός είτε παρατηρείται σχετική αύξησή του, όταν όμως η ενδοκοιλιακή πίεση διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα.²⁷ Αυτή η παρατηρούμενη, μη ουσιαστική, μεταβολή του καρδιακού δείκτη³¹ εξηγείται πιθανόν από το γεγονός ότι η αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων (αύξηση μεταφορτίου) αντιρροπείται από την αύξηση του προφορτίου.¹² Ενώ η αύξηση του προφορτίου φαίνεται να οφείλεται σε αυξημένη φλεβική επιστροφή στις δεξιές κοιλότητες (αύξηση κεντρικής φλεβικής πίεσης), στην αύξηση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων πιθανόν να ενέχονται νευροορμονικοί μηχανισμοί (συμπαθητικό νευρικό σύστημα, σύστημα ρενίνης-αγγειοτασίνης, σύστημα βασοπρεσίνης).³²

Η θέση του ασθενούς συμμετέχει σημαντικά στις αιμοδυναμικές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου.³³ Οι μεγαλύτερες αιμοδυναμικές αλλαγές επέρχονται όταν δημιουργείται πνευμοπεριτόναιο σε θέση Trendelenburg και ανάστροφη Trendelenburg.³³ Αναφέρεται μείωση του καρδιακού δείκτη κατά 50% σε δημιουργία πνευμοπεριτοναίου σε ανάστροφη θέση Trendelenburg,²⁹ ενώ δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες μεταβολές στην ύπια θέση. Η κεντρική φλεβική πίεση και η πίεση ενοσφύνησης επηρεάζονται επίσης από τη θέση του ασθενούς. Η θέση Trendelenburg σχετίζεται με αυξημένη φλεβική επιστροφή, ενώ η ανάστροφη Trendelenburg με φλεβική στάση και μείωση του προφορτίου.³⁴

Η εφαρμογή της λαπαροσκοπικής χειρουργικής στους παχύσαρκους ασθενείς παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα, κυρίως τεχνικά, που αφορούν στη δυσκολία τοποθέτησης των trocars και δημιουργίας κατάλληλου πνευμοπεριτοναίου για ικανοποιητική έκθεση του εγχειρητικού πεδίου. Οι παχύσαρκοι ασθενείς, με περισσότερο λίπος στο επίπλου και στο μεσεντέριο και βαρύτερο κοιλιακό τοίχωμα, χρειάζονται για την αποκάλυψη του

χειρουργικού πεδίου περισσότερο ακραίες κλίσεις στη θέση τους στο χειρουργικό τραπέζι και ίσως υψηλότερες ενδοκοιλιακές πιέσεις για την επίτευξη πνευμοπεριτοναίου.³⁵ Σε μελέτη ασθενών με νοσογόνο παχυσαρκία που υποβλήθηκαν σε λαπαροσκοπική βαριατρική επέμβαση, με τη χρήση υψηλότερης από τη συνηθισμένη ενδοκοιλιακής πίεσης (17 mmHg) για τη δημιουργία πνευμοπεριτοναίου, παρατηρήθηκε, εκτός από τις συνηθισμένες στους ασθενείς φυσιολογικού βάρους καρδιαγγειακές μεταβολές (αύξηση μέσης αρτηριακής πίεσης, μέσης πνευμονικής αρτηριακής πίεσης, κεντρικής φλεβικής πίεσης και πίεσης ενσφύνωσης των πνευμονικών τριχοειδών), σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας και μικρή αύξηση της καρδιακής παροχής.³⁶ Φαίνεται λοιπόν ότι οι ασθενείς αυτοί ανέχονται ικανοποιητικά την εφαρμογή πνευμοπεριτοναίου και, μάλιστα, οι καρδιαγγειακές επιπτώσεις παρουσιάζουν κάποιες διαφορές από τους ασθενείς φυσιολογικού βάρους. Λόγω όμως της συχνής συνύπαρξης συνοδών καρδιοαναπνευστικών προβλημάτων σε αυτή την ομάδα ασθενών, απαιτείται προσεκτική προεγχειρητική προετοιμασία και διεγχειρητική παρακολούθηση.

Σε ασθενείς με προϋπάρχοντα προβλήματα, οι επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου στην καρδιαγγειακή λειτουργία είναι πλέον εκσεσημασμένες.¹² Μολονότι στους υγιείς η καρδιακή παροχή παραμένει σταθερή μέσω αυξημένης μυοκαρδιακής συσταλτικότητας, σε ασθενείς με επηρεασμένη καρδιακή λειτουργία η αδυναμία αύξησης της συσταλτικότητας οδηγεί σε μείωση της καρδιακής παροχής και κλινική εικόνα συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας και ισχαιμίας μυοκαρδίου, λόγω αδυναμίας αντιρρόπησης του αυξημένου προφορτίου και μεταφορτίου.³⁷ Οι επιδράσεις συνεχίζονται σε αυτά τα άτομα αρκετές ώρες μετά από την άρση του πνευμοπεριτοναίου. Το γεγονός αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη στενής παρακολούθησης των ασθενών ASA III και IV, κατά τη διάρκεια των λαπαροσκοπικών επεμβάσεων ή και μετά από αυτές.³⁸ Επειδή το μοντέλο του πνευμοπεριτοναίου προσομοιάζει με εκείνο της συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας, μια ενδιαφέρουσα σκέψη που χρήζει μελέτης είναι μήπως μπορούν να αναστραφούν οι επιδράσεις του με τη χρήση φαρμακολογικών παραγόντων που έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην καρδιακή ανεπάρκεια και κατά κύριο λόγο στοχεύουν στη μείωση του μεταφορτίου ή και του προφορτίου.³⁷ Στην προσπάθεια ελέγχου αυτών των αρνητικών επιδράσεων χρησιμοποιήθηκε η διεγχειρητική ενδοφλέβια χορήγηση νιτρογλυκερίνης,³⁹ με αποτέλεσμα την επάνοδο των μελετουμένων αιμοδυναμικών παραμέτρων στα προ του πνευμοπεριτοναίου επίπεδα, και η αναισθησία με ισοφλου-

ράνιο ή ισοφλουράνιο και νικαρδιπίνη, με στόχο τη μείωση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων, της πίεσης ενσφύνωσης πνευμονικών τριχοειδών και της μέσης αρτηριακής πίεσης και, επομένως, βελτίωση της καρδιακής παροχής.⁴⁰ Μια άλλη πρόταση που χρήζει μελέτης είναι η χρήση αναστολέων του μετατρεπτικού ενζύμου ή και β-αποκλειστών, που έχουν αποδεδειγμένη δράση τόσο στην καρδιακή ανεπάρκεια όσο και στη μείωση των περιεγχειρητικών ισχαιμικών επεισοδίων.³⁷ Επομένως, για να μειωθούν οι επιπτώσεις της εφαρμογής του πνευμοπεριτοναίου στον ασθενή με συνοδά προβλήματα, χρειάζεται προσεκτική προεγχειρητική εκτίμηση και προετοιμασία, σε συνδυασμό με στενή διεγχειρητική καρδιοαναπνευστική παρακολούθηση και πιθανή φαρμακολογική παρέμβαση.

3.3. Περιοχικές κυκλοφορικές διαταραχές

Η μεγαλύτερη προσοχή έχει δοθεί στις συνολικές αιμοδυναμικές διαταραχές που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια λαπαροσκοπικών επεμβάσεων. Συμβαίνουν ωστόσο και περιοχικές κυκλοφορικές διαταραχές, που έχουν ιδιαίτερη σημασία σε οριακούς ασθενείς. Έτσι, η αύξηση της εγκεφαλικής αιματικής ροής και η μείωση της σπλαγχνικής και νεφρικής άρδευσης πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη σε ασθενείς που βρίσκονται σε κρίσιμη κατάσταση και πιθανόν ήδη να παρουσιάζουν προβλήματα στην περιοχική κυκλοφορία τους.⁵

3.3.1. Εγκεφαλικές διαταραχές. Η αιμοδυναμική κατάσταση του εγκεφάλου μπορεί να τροποποιηθεί από τις καρδιαγγειακές διαταραχές, τις αλλαγές στην PaCO₂, τη θέση του ασθενούς και την αυξημένη ενδοκοιλιακή και ενδοθωρακική πίεση. Η απορρόφηση του CO₂ εμπλέκεται στην αυξημένη εγκεφαλική αιματική ροή, όπως έχει μετρηθεί με το διακρανικό Doppler, κατά τη διάρκεια λαπαροσκοπικών χολοκυστεκτομών.⁴¹ Η ενδοκράνια πίεση αυξάνει επίσης με τη δημιουργία του πνευμοπεριτοναίου, χωρίς απαραίτητα να υπάρχει αύξηση της PaCO₂.⁴² Η εγκεφαλική αιματική ροή και η ενδοκράνια πίεση αυξάνουν κατά τη διάρκεια του πνευμοπεριτοναίου, ανεξάρτητα από την PaCO₂, η υπερκαπνία όμως φαίνεται ότι επιτείνει το πρόβλημα.

Η αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης είναι ανάλογη της αύξησης της ενδοκοιλιακής.⁴³ Η κάτω κοίλη φλέβα συμπιέζεται, με αποτέλεσμα αύξηση της οσφυονωτιαίας πίεσης, μείωση της αποχέτευσης από το οσφυϊκό πλέγμα και επομένως μείωση της επαναρρόφησης εγκεφαλονωτιαίου υγρού και, τελικά, αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης.⁴⁴ Ο άλλος μηχανισμός που εμπλέκεται είναι η αύξηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης που μεταβιβάζε-

ται στις σφαγίτιδες φλέβες και τελικά στο φλεβώδη κόλπο του εγκεφάλου, με αποτέλεσμα μείωση της επαναρρόφησης εγκεφαλονωτιαίου υγρού από τα αραχνοειδή σωματίδια.⁴⁵

Οι παραπάνω παρατηρήσεις οδηγούν στη σύσταση μη χρήσης πνευμοπεριτοναίου σε ασθενείς με πιθανή ή αποδεδειγμένη κρανιοεγκεφαλική κάκωση, παρότι θα ήταν επιθυμητή η λαπαροσκοπική διερεύνηση πιθανής ενδοκοιλιακής κάκωσης σε τέτοιους πολυτραυματίες. Οι περισσότερες μελέτες που αναφέρουν αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης με την εφαρμογή πνευμοπεριτοναίου αφορούν σε πειραματόζωα. Υπάρχουν λίγες βιβλιογραφικές αναφορές για αντίστοιχη παρατήρηση σε ανθρώπους, όπου αναφέρεται αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή,⁴⁶ σε πολυτραυματίες που εμφάνισαν αυξημένη ενδοκράνια πίεση λόγω συνδρόμου κοιλιακού διαμερίσματος⁴⁷ ή μετά από την εφαρμογή πνευμοπεριτοναίου και συνύπαρξη κρανιοεγκεφαλικής κάκωσης.⁴⁸ Η πιθανότητα αύξησης της ενδοκράνιας πίεσης από το πνευμοπεριτόναιο με CO₂ περιορίζει τη χρήση των λαπαροσκοπικών τεχνικών σε πολυτραυματίες, στους οποίους συνυπάρχει κρανιοεγκεφαλική κάκωση, λόγω του κινδύνου επιδείνωσης της εγκεφαλικής κάκωσης. Η χρήση πάντως της λαπαροσκόπησης σε πολυτραυματίες, εκτός αυτών όπου υπάρχει υποψία κρανιοεγκεφαλικής κάκωσης, αυξάνεται συνεχώς και επεκτείνεται στη θεραπευτική αντιμετώπιση ποικίλων ενδοκοιλιακών κακώσεων.⁴⁹

3.3.2. Νεφρικές διαταραχές. Η άμεση συμπίεση του νεφρού, των νεφρικών αρτηριών και των φλεβών και της κάτω κοίλης φλέβας προκαλεί άμεσα μείωση της νεφρικής αιματικής ροής και λειτουργίας, ανεξάρτητα από το αέριο που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του πνευμοπεριτοναίου, ενώ φαίνεται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των συστηματικών αιμοδυναμικών διαταραχών και της νεφρικής αιμάτωσης.⁵⁰ Η μείωση της αιματικής ροής των νεφρών, που παρατηρείται κατά τη διάρκεια του πνευμοπεριτοναίου, προκαλεί μείωση στο ρυθμό σπειραματικής διήθησης, στην αποβολή ούρων και στην κάθαρση κρεατινίνης.⁵¹ Κατά τη διάρκεια λαπαροσκοπικής χολοκυστεκτομής αναφέρεται μείωση μέχρι 50% στο ρυθμό σπειραματικής διήθησης και στην αποβολή ούρων, σε σχέση με τις προεγχειρητικές τιμές.⁵² Η νεφρική αιματική ροή και ο ρυθμός σπειραματικής κάθαρσης μειώνονται λόγω αύξησης των νεφραγγειακών αντιστάσεων. Επίσης, στις νεφρικές επιδράσεις του πνευμοπεριτοναίου φαίνεται ότι παίζουν ρόλο νευροορμονικοί παράγοντες, όπως η αυξημένη δραστηριότητα της ρενίνης πλάσματος⁵³ και οι αυξημένες συγκεντρώσεις εν-

δοθελίνης⁵⁴ και αντιδιουρητικής ορμόνης, που παρατηρούνται κατά τη διάρκειά του. Σε μελέτη με πειραματόζωα προτείνεται, με ικανοποιητικά αποτελέσματα, υπερυδάτωση, με στόχο τη βελτίωση της αιματικής νεφρικής ροής και της διούρησης.⁵⁵

3.3.3. Διαταραχές του γαστρεντερικού. Το γαστρικό ενδοβλεννογόνιο pH (pHi) χρησιμοποιείται ως δείκτης της σπλαγχνικής άρδευσης και ενδοβλεννογόνια οξέωση δείχνει ανεπαρκή άρδευση.⁵¹ Σε αρκετές κλινικές μελέτες το πνευμοπεριτόναιο έχει συσχετιστεί με σημαντική μείωση του pHi.^{51,56} Η γαστρική βλεννογόνια υποάρδευση μπορεί να επιμένει στη μετεγχειρητική περίοδο, προφανώς λόγω καθυστέρησης επανόδου της σπλαγχνικής κυκλοφορίας στα προεγχειρητικά επίπεδα.⁵¹ Η μείωση στη σπλαγχνική άρδευση σχετίζεται μερικώς με τη μηχανική συμπίεση της μεσεντερίου κυκλοφορίας. Φαίνεται ωστόσο ότι εμπλέκεται και ορμονικά προκαλούμενη αγγειοσυστολή, κυρίως μέσω της έκκρισης αντιδιουρητικής ορμόνης, που αιτιολογικά αποδίδεται στο πνευμοπεριτόναιο.⁵⁷

3.3.4. Διαταραχές του ηπατοπυλαίου άξονα. Η ηπατική αιμάτωση κατά τη διάρκεια του πνευμοπεριτοναίου παρουσιάζει μείωση και, όπως και στο υπόλοιπο ενδοκοιλιακό αγγειακό δίκτυο, έτσι και στην ηπατοπυλαία κυκλοφορία η ροή εξαρτάται από το μέγεθος της ενδοκοιλιακής πίεσης.⁵ Σε μια πειραματική μελέτη, ενδοκοιλιακή πίεση 14 mmHg οδήγησε σε σημαντική μείωση της ροής στην πυλαία φλέβα, η οποία διατηρείτο ανεπηρέαστη στα 7 mmHg ενδοκοιλιακής πίεσης.⁵⁸ Η ηπατική αιμάτωση επηρεάζεται από τη θέση του ασθενούς και, συγκεκριμένα, η ανάστροφη θέση Trendelenburg σχετίζεται με μείωση της συνολικής ηπατικής ροής και της ροής στην ηπατική αρτηρία και την πυλαία φλέβα.⁵

3.3.5. Διαταραχές αιμάτωσης κάτω άκρων. Η ενδοπεριτοναϊκή εμφύσηση CO₂, με την αύξηση της ενδοπεριτοναϊκής πίεσης, συνοδεύεται από ελάττωση της ροής στη μηριαία φλέβα, η οποία επιτείνεται από την ανάστροφη θέση Trendelenburg, λόγω της βαρύτητας.⁵⁹ Η μείωση στη φλεβική ροή των κάτω άκρων σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης. Αυτή η έκπτωση της φλεβικής ροής μπορεί να αντιστραφεί με διαλείπουσα περιοδική συμπίεση των κάτω άκρων⁶⁰ και δεν παρατηρείται στην προπεριτοναϊκή εμφύσηση αερίου, όπως παρουσιάζεται σε μια ενδιαφέρουσα κλινική μελέτη που συγκρίνει τη φλεβική ροή μεταξύ προπεριτοναϊκής και ενδοπεριτοναϊκής αποκατάστασης κήλης, πιθανόν λόγω του ότι η ασκούμενη πίεση δεν μεταβιβάζεται άμεσα στο λαγονομηριαίο φλεβικό άξονα.⁵⁹

3.4. Μεταβολικές-ανοσολογικές επιδράσεις

Για την εκτίμηση της επίδρασης του πνευμοπεριτοναίου στο ανοσοποιητικό σύστημα, οι μελέτες αφορούν στην παραγωγή οξείας φάσης πρωτεϊνών, την κυτταρική ανοσία, την ενεργοποίηση των μακροφάγων, τους τοπικούς μηχανισμούς άμυνας του περιτοναίου, την επίδραση των διαφορετικών αερίων που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του και το μέγεθος της ενδοκοιλιακής πίεσης. Η κυρίαρχη άποψη είναι ότι οι λαπαροσκοπικές επεμβάσεις, λόγω του μικρότερου χειρουργικού τραύματος, επάγουν και λιγότερη συστηματική φλεγμονώδη απάντηση. Αυτό προκύπτει τόσο από κλινικά (χαμηλότερη άμεση μετεγχειρητική πυρετική κίνηση), όσο και από εργαστηριακά δεδομένα (λιγότερη λευκοκυττάρωση, χαμηλότερη τιμή CRP).⁶¹ Επίσης, παρότι υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα στη βιβλιογραφία, έχει παρατηρηθεί μικρότερη αύξηση των επιπέδων TNF (tumor necrosis factor) και των ιντερλευκινών 1 και 6 (IL-1, IL-6),⁶² σημαντικών παραγόντων που εκλύονται κατά τη διάρκεια της οξείας φάσης της συστηματικής φλεγμονώδους απάντησης (SIRS). Αναφορικά με την κυτταρική ανοσία έχουν αναδειχθεί διαφορές, αν και όχι σημαντικές, μεταξύ ανοικτών και λαπαροσκοπικών επεμβάσεων, ενώ οι τοπικοί μηχανισμοί άμυνας του περιτοναίου φαίνεται να επηρεάζονται αρνητικά κατά τη διάρκεια της λαπαροσκόπησης.⁶³ Σε σχέση με την επιλογή αερίου και το ύψος της ενδοκοιλιακής πίεσης, δεν είναι ξεκαθαρισμένη βιβλιογραφικά η επίδραση στους μηχανισμούς ανοσίας. Αυτά τα ευρήματα, σε συνδυασμό με τη μικρότερη άνοδο των καταβολικών ορμονών⁶⁴ (π.χ. IGF, insulin growth factor), οδηγούν στο συμπέρασμα της μικρότερης επίδρασης των λαπαροσκοπικών επεμβάσεων στο ανοσοποιητικό σύστημα.

Συμπερασματικά, από την πλειοψηφία των βιβλιογραφικών αναφορών προκύπτει ότι η λαπαροσκοπική προσέγγιση διατηρεί σε μεγαλύτερο βαθμό τη συστηματική ανοσία του οργανισμού σε σχέση με την ανοικτή χειρουργική.⁶⁵ Ιδιαίτερης προσοχής πρέπει να τύχουν οι επιδράσεις του πνευμοπεριτοναίου στην τοπική άμυνα του περιτοναίου, που αφορούν στη μείωση της κυτταρικής ανοσίας.

4. ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΕΜΦΥΣΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η εμφύσηση του αερίου στην περιτοναϊκή κοιλότητα μπορεί να προκαλέσει καρδιακές αρρυθμίες, όπως φλεβοκομβική βραδυκαρδία, κομβικό ρυθμό, κολποκοιλιακό αποκλεισμό και ασυστολία.⁶⁶ Η ταχεία διάταση του περιτοναίου στην έναρξη της εμφύσησης ενεργοποιεί πιθανόν

βαγοτονικά αντανακλαστικά, με αποτέλεσμα περισσότερο εκσεσημασμένη εμφάνιση τέτοιων αρρυθμιών.⁶⁷ Η συχνότητα των αρρυθμιών αυξάνει σε παρουσία υπερκαπνίας και με τη χρήση αλοθάνιου.

Η εμφύσηση του αερίου μπορεί να επιπλακεί με υποδόριο εμφύσημα, πνευμομεσοθωράκιο, πνευμοπερικάρδιο και πνευμοθώρακα. Αυτές οι επιπλοκές συνήθως σχετίζονται με μη σωστή τοποθέτηση της βελόνας Verres ή των trocars. Παρόλα αυτά, το αέριο κάτω από πίεση μπορεί να διαπιδήσει είτε μέσω προϋπαρχόντων διαφραγματικών ελλειμμάτων είτε μέσω χειρουργικών τραυματισμών στο οπίσθιο περιτόναιο, το διάφραγμα ή το δρεπανοειδή σύνδεσμο.⁶⁸

Η εμβολή με αέριο είναι μια σπάνια αλλά δυνητικά θανατηφόρα επιπλοκή του πνευμοπεριτοναίου.⁶⁹ Αέριο μπορεί να εισέλθει στην κυκλοφορία μετά από άμεση κάκωση αιμοφόρου αγγείου κατά την τοποθέτηση της βελόνας Verres ή των trocars. Το πνευμοπεριτόναιο υπό τάση, σύμφωνα με το φαινόμενο Venturi, μπορεί επίσης να προωθήσει αέριο εντός τραυματισμένου αγγείου, του οποίου η οπή διατηρείται ανοικτή από τους παρακείμενους ιστούς. Παρόλα αυτά, στις περισσότερες περιπτώσεις κλινικά αποδεδειγμένων εμβολών με αέριο δεν ανευρίσκεται εμφανής αγγειακή κάκωση. Οι επιπτώσεις της εμβολής από αέριο εξαρτώνται από το ρυθμό, την ποσότητα και τη φύση του υπεύθυνου αερίου. Η βαρύτητα των φυσιολογικών διαταραχών που προκαλούνται από το CO₂ είναι 5 φορές μικρότερη από αυτή του ατμοσφαιρικού αέρα, λόγω της υψηλότερης διαλυτότητάς του στο αίμα. Η συμπτωματολογία εξαρτάται από το μέγεθος των φυσαλίδων και το ρυθμό έγχυσης.⁷⁰ Σε μεγαλύτερους ρυθμούς έγχυσης, οι φυσαλίδες αέρα εγκλωβίζονται στα περιφερικά πνευμονικά αρτηριόλια, με αποτέλεσμα κινητοποίηση ουδετεροφίλων, ενεργοποίηση του μηχανισμού πήξης και συγκόλληση αιμοπεταλίων. Η απελευθέρωση χημικών διαβιβαστών προκαλεί πνευμονική αγγειοσυστολή, βρογχόσπασμο, πνευμονικό οίδημα και, περιστασιακά, πνευμονική αιμορραγία. Φυσαλίδες αερίου συνδεδεμένες σε ινική και συγκολλημένα αιμοπετάλια μπορούν επίσης να προκαλέσουν μηχανική απόφραξη της πνευμονικής αγγείωσης, αυξάνοντας περαιτέρω τις πνευμονικές αντιστάσεις. Η αύξηση στο μεταφορτίο της δεξιάς κοιλίας οδηγεί σε οξεία δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια με αρρυθμίες, ηλεκτροκαρδιογραφικές αλλοιώσεις μυοκαρδιακής ισχαιμίας, υπόταση και αυξημένη κεντρική φλεβική πίεση.⁷¹ Παράδοξη εμβολή μπορεί να προκύψει μέσω ανοικτού ανατομικά ή λειτουργικά ωοειδούς τρήματος. Θεραπευτικά, απαιτείται η διακοπή του πνευμοπεριτοναίου, η τοποθέτηση του ασθενούς σε θέση Durant (με το κεφάλι κάτω και το δεξιό

πλάγιο πάνω), με στόχο τον εγκλωβισμό του αερίου, η αύξηση του αερισμού για την αποβολή του CO₂ και τέλος, εάν χρειαστεί, αναρρόφηση του αερίου μετά από δεξιό καθετηριασμό.⁷²

Η εμβολή με αέριο στην πυλαία φλέβα προκαλεί αρχικά εγκλωβισμό αερίου στην ηπατική πυλαία κυκλοφορία και η σταδιακή απελευθέρωση των φυσαλίδων αερίου οδηγεί σε καθυστερημένη εμφάνιση των επιπλοκών κατά τη διάρκεια της μετεγχειρητικής περιόδου.⁷³

Τέλος, κατά τη διάρκεια της εμφύσησης αερίου παρατηρείται ελάττωση στην κεντρική θερμοκρασία (0,3 °C για κάθε 50 L CO₂ που διοχετεύονται), που μπορεί να αποτελέσει σημαντικό πρόβλημα (λαπαροσκοπική υποθερμία) κατά την πορεία μακράς διάρκειας πολύπλοκων λαπαροσκοπικών επεμβάσεων.

5. ΛΑΠΑΡΟΣΚΟΠΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΑΕΡΙΟ (GASLESS LAPAROSCOPY)

Λόγω των παθοφυσιολογικών επιπτώσεων της αυξημένης ενδοκοιλιακής πίεσης, που προκαλεί το πνευμοπεριτόναιο, αναπτύχθηκε, τα τελευταία χρόνια, η μέθοδος της λαπαροσκόπησης χωρίς αέριο (gasless laparoscopy), με τη βοήθεια ειδικά κατασκευασμένων βραχιόνων που ανυψώνουν το κοιλιακό τοίχωμα, στην προσπάθεια επίτευξης ικανοποιητικού εγχειρητικού πεδίου. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά, καθώς οι παθοφυσιολογικές επιπτώσεις του πνευμοπεριτοναίου δεν παρατηρούνται,⁷⁴ και ως ουσιαστικό πρόβλημα παραμένει το αυξημένο κόστος αυτών των βραχιόνων και το μειωμέ-

νο εγχειρητικό οπτικό πεδίο που παρέχουν. Μια ενδιαφέρουσα πρόταση, που συνδυάζει τη μέθοδο ανύψωσης του κοιλιακού τοιχώματος με πνευμοπεριτόναιο χαμηλής ενδοπεριτοναϊκής πίεσης, φαίνεται ότι επιτυγχάνει ικανοποιητικό εγχειρητικό οπτικό πεδίο χωρίς ιδιαίτερες παθοφυσιολογικές επιπτώσεις.⁷⁵

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η λαπαροσκοπική χειρουργική επεκτείνεται ταχέως, με συνεχώς αυξανόμενο αριθμό επεμβάσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν με την τεχνική αυτή. Ασθενείς με σημαντικές συνοδές παθήσεις ωφελούνται ιδιαιτέρως από τη λαπαροσκοπική χειρουργική, λόγω της μειωμένης επεμβατικότητας της μεθόδου και της ταχύτερης μετεγχειρητικής ανάνηψης. Παρόλα αυτά, οι διεγχειρητικές απαιτήσεις της μεθόδου προκαλούν συχνά σημαντικές φυσιολογικές διαταραχές σε σύγκριση με την ανοικτή μέθοδο, ιδιαιτέρως σε αυτή την ομάδα ασθενών. Στην προσπάθεια μείωσης αυτών των παθοφυσιολογικών διαταραχών, αναπτύχθηκε η λαπαροσκόπηση χωρίς αέριο (gasless laparoscopy), η χρήση άλλων αερίων για τη δημιουργία πνευμοπεριτοναίου (π.χ. ευγενή αέρια – αργό, ήλιο), η εξωπεριτοναϊκή εμφύσηση αερίου και η χρήση αγγειοδιασταλτικών φαρμάκων σε ασθενείς με συνοδά προβλήματα. Η προοδευτικά αυξανόμενη κατανόηση των πιθανών διεγχειρητικών προβλημάτων θα βοηθήσει στην καλύτερη πρόληψη και αντιμετώπισή τους και στην περαιτέρω πρόοδο της λαπαροσκοπικής χειρουργικής.

ABSTRACT

Laparoscopic surgery: Pathophysiologic consequences of pneumoperitoneum

G. SKROUBIS, C. VAGENAS, C. VAGIANOS

Department of Surgery, University of Patras, Medical School, Patras, Greece

Archives of Hellenic Medicine 2005, 22(4):325–335

The substantial increase of laparoscopic surgery's clinical applications over the last decade has created interest for the pathophysiologic consequences of pneumoperitoneum. Pneumoperitoneum may create lung atelectasis, reduction of functional residual lung capacity and high pulmonary pressures. Peritoneal CO₂ absorption may cause hypercapnia and acidosis, in the absence of adequate hyperventilation. Most studies investigating cardiovascular effects of pneumoperitoneum in healthy individuals, report increase of systemic vascular resistance and mean arterial pressure, accompanied with intraoperative alterations of cardiac index, without significant effect on cardiac frequency. Although main concern is given to global hemodynamic changes, regional circulatory disturbances occurred (i.e. increase of cerebral blood flow, reduction of splanchnic and renal perfusion), which must be considered clinical significant in critical patients who undergo laparoscopic procedures. Complications due to gas insufflation are rare, and can be demonstrated as subcutaneous emphysema, pneumothorax or pneumomediastinum. Air embolism is one of them, and although extremely rare is one of the most serious

and lethal complications of laparoscopic procedures. As a conclusion, the most important pathophysiologic alterations during laparoscopy correlate with the increased intra-abdominal pressure and the CO₂ usage. It is important for the surgeon, as well as the anesthesiologist to understand the pathophysiology of pneumoperitoneum, concerning its association with the cardiopulmonary function, and the increasing frequency of older patients with serious comorbidities that go through laparoscopic procedures nowadays.

Key words: Laparoscopic surgery, Pathophysiology, Pneumoperitoneum

Βιβλιογραφία

- HIMAL HS. Minimally invasive (laparoscopic) surgery. The future of general surgery. *Surg Endosc* 2002, 16:1647–1652
- GRACE PA, QUERESHI A, COLEMAN J, KEANE R, McENTEE G, BROE P ET AL. Reduced postoperative hospitalization after laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 1991, 78:160–162
- HARVEY MH, CAHILL J, WASTELL C. Laparoscopic general surgery. *Br J Hosp Med* 1992, 47:655–662
- CUSCHIERI A. Minimal access surgery and the future of interventional laparoscopy. *Am J Surg* 1991, 161:404–407
- O'MALLEY C, CUNNINGHAM AJ. Anesthesia for minimally invasive surgery: Laparoscopy, thoracoscopy, hysteroscopy – Physiologic changes during laparoscopy. *Anesthesiol Clin North Am* 2001, 19:1–19
- MENES T, SPIVAK H. Laparoscopy. Searching for the proper insufflation gas. *Surg Endosc* 2000, 14:1050–1056
- WITTEGEN CM, ANDRUS CH, FITZGERALD SD, BAUDENDISTEL LJ, DAHMS TE, KAMINSKI DL. Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991, 126:997–1001
- NEUMAN GG, SIDEBOTHAM G, NEGOIANU E, BERNSTEIN J, KOPMAN AF, HICKS RG ET AL. Laparoscopy explosion hazards with nitrous oxide. *Anesthesiology* 1993, 78:875–879
- HUNTER JG, STAHELI J, ODDSDOTTIR M, TRUS T. Nitrous oxide pneumoperitoneum revisited: Is there a risk of combustion? *Surg Endosc* 1995, 9:501–504
- WOLF JS Jr, CARRIER S, STOLLER ML. Gas embolism: Helium is more lethal than carbon dioxide. *J Laparoendosc Surg* 1994, 4:173–177
- MANN C, BOCCARA G, GREVY V, NAVARRO F, FABRE JM, COLSON P. Argon pneumoperitoneum is more dangerous than CO₂ pneumoperitoneum during venous gas embolism. *Anesth Analg* 1997, 85:1367–1371
- ODEBERG-WERNERMAN S. Laparoscopic surgery—effects on circulatory and respiratory physiology: An overview. *Eur J Surg* 2000, 585(Suppl):4–11
- WAHBA RWM. Perioperative functional residual capacity. *Can J Anaesth* 1991, 38:384–400
- RAUH R, HEMMERLING TM, RIST M, JACOBI KE. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on respiratory system compliance. *J Clin Anesth* 2001, 13:361–365
- FAHY BG, BARNAS GM, NAGLE SE, FLOWERS JL, NJOKU MJ, AGARWAL M. Changes in lung and chest wall properties with abdominal insufflation of carbon dioxide are immediately reversible. *Anesth Analg* 1996, 82:501–505
- OIKKONEN M, TALLGREN M. Changes in respiratory compliance at laparoscopy: Measurements using side stream spirometry. *Can J Anaesth* 1995, 42:495–497
- WRIGHT DM, SERPELL MG, BAXTER JN, O'DWYER PJ. Effect of extraperitoneal carbon dioxide insufflation on intraoperative blood gas and haemodynamic changes. *Surg Endosc* 1995, 9:1169–1172
- NYARWAYA JB, MAZOIT JX, SAMII K. Are pulse oximetry and end-tidal carbon dioxide tension monitoring reliable during laparoscopic surgery? *Anaesthesia* 1994, 49:775–778
- IWASAKA H, MIYAKAWA H, YAMAMOTO H, KITANO T, TANIGUCHI K, HONDA N. Respiratory mechanics and arterial blood gases during and after laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1996, 43:129–133
- BURES E, FUSCIARDI J, LANQUETOT H, DHOSTE K, RICHER JP, LACOSTE L. Ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996, 40:566–573
- SPRUNG J, WHALLEY DG, FALCONE T, WARNER DO, HUBMAYR RD, HAMMEL J. The impact of morbid obesity, pneumoperitoneum, and posture on respiratory system mechanics and oxygenation during laparoscopy. *Anesth Analg* 2002, 94:1345–1350
- HALEVY A, KAIS H, EFRATI Y, WEINBERG M, NEGRI M, BEHAR M ET AL. Continuous esophageal pH monitoring during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 1994, 8:1294–1296
- BRIMACOMBE JR, ORLAND H, GRAHAM D. Endobronchial intubation during upper abdominal laparoscopic surgery in the reverse Trendelenburg position. *Anesth Analg* 1994, 78:607
- RICHARDSON JD, TRINKLE JK. Hemodynamic and respiratory alterations with increased intra-abdominal pressure. *J Surg Res* 1976, 20:401–404
- KASHTAN J, GREEN JF, PARSONS EQ, HOLCROFT JW. Hemodynamic effects of increased abdominal pressure. *J Surg Res* 1981, 30:249–255
- MOTEW M, IVANKOVICH AD, BIENIARZ J, ALBRECHT RF, ZAHED B, SCOMMEGNA A. Cardiovascular effects and acid base and blood gas during laparoscopy. *Am J Obstet Gynecol* 1973, 115:1002–1012
- DEXTER SP, VUCEVIC M, GIBSON J, McMAHON MJ. Hemodynamic consequences of high- and low-pressure capnoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 1999, 13:376–381

28. ISHIZAKI Y, BANDAI Y, SHIMOMURA K, ABE H, OHTOMO Y, IDEZUKI Y. Safe intraabdominal pressure of CO₂ pneumoperitoneum during laparoscopic surgery. *Surgery* 1993, 114:549–554
29. JORIS JL, NOIROT DP, LEGRAND MJ, JACQUET NJ, LAMY ML. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993, 76:1067–1071
30. BRANCHE PE, DUPERRÉ SL, SAGNARD PE, BOULEZ JL, PETIT PL, VIALE JP. Left ventricular loading modifications induced by pneumoperitoneum: A time course echocardiographic study. *Anesth Analg* 1998, 86:482–487
31. GANNEDAHL P, ODEBERG S, BRODIN L, SOLLEVI A. Effects of posture and pneumoperitoneum during anaesthesia on the indices of left ventricular filling. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996, 40:160–166
32. O'LEARY E, HUBBARD K, TORMEY W, CUNNINGHAM AJ. Laparoscopic cholecystectomy: Hemodynamic and neuroendocrine responses after pneumoperitoneum and changes in position. *Br J Anaesth* 1996, 76:640–644
33. HIRVONEN EA, POIKOLAINEN EO, PAAKKONEN ME, NUUTINEN LS. The adverse hemodynamic effects of anesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 2000, 14:272–277
34. HARRIS SN, BALLANTYNE GH, LUTHER MA, PERRINO AC Jr. Alterations of cardiovascular performance during laparoscopic colectomy: A combined haemodynamic and echocardiographic analysis. *Anesth Analg* 1996, 83:482–487
35. CURET MJ. Minimal access surgery: Special problems in laparoscopic surgery (previous abdominal surgery, obesity and pregnancy). *Surg Clin North Am* 2000, 80:1093–1110
36. DUMONT L, MATTYS M, MARDIROSOFF C, PICARD V, ALLE JL, MASSAUT J. Hemodynamic changes during laparoscopic gastropasty in morbidly obese patients. *Obes Surg* 1997, 7:326–331
37. STRUTHERS AD, CUSCHIERI A. Cardiovascular consequences of laparoscopic surgery. *Lancet* 1998, 352:568–570
38. PORTERA CA, COMPTON RP, WALTERS DN, BROWDER IW. Benefits of pulmonary artery catheter and transesophageal echocardiographic monitoring in laparoscopic cholecystectomy patients with cardiac disease. *Am J Surg* 1995, 169:202–207
39. FEIG BW, BERGER DH, DOUGHERTY TB, DUPUIS JF, HSI B, HICKEY RC ET AL. Pharmacologic intervention can reestablish baseline hemodynamic parameters during laparoscopy. *Surgery* 1994, 116:733–741
40. DUALE C, BAZIN JE, FERRIER C, RUIZ F, SCHOEFLER P. Hemodynamic effects of laparoscopic cholecystectomy in patients with coronary disease. *Br J Anaesth* 1994, 72(Suppl 1):A31
41. FUJII Y, TANAKA H, TSURUOKA S, TOYOOKA H, AMAHA K. Middle cerebral arterial blood flow velocity increases during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1994, 78:80–83
42. DE COSMO G, IANNACE E, PRIMIERI P, VALENTE MR, PROIETTI R, MATTEIS M ET AL. Changes in cerebral hemodynamics during laparoscopic cholecystectomy. *Neurol Res* 1999, 21:658–660
43. ROSENTHAL RJ, HIATT JR, PHILLIPS EH, HEWITT W, DEMETRIOU AA, GRODE M. Intracranial pressure. Effects of pneumoperitoneum in a large animal model. *Surg Endosc* 1997, 11:376–380
44. HALVERSON AL, BARRETT WL, IGLESIAS AR, LEE WT, GARBER SM, SACKIER JM. Decreased cerebrospinal fluid absorption during abdominal insufflation. *Surg Endosc* 1999, 13:797–800
45. ROSENTHAL RJ, FRIEDMAN RL, CHIDAMBARAM A, KHAN AM, MARTZ J, SHI Q ET AL. Effects of hyperventilation and hypoventilation on PaCO₂ and intracranial pressure during acute elevations of intraabdominal pressure with CO₂ pneumoperitoneum: Large animal observations. *J Am Coll Surg* 1998, 187:32–38
46. IRGAU I, KOYFMAN Y, TIKELLIS JI. Elective intraoperative intracranial pressure monitoring during laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1995, 130:1011–1013
47. BLOOMFIELD GL, DALTON JM, SUGERMAN HJ, RIDINGS PC, DEMARIA EJ, BULLOCK R. Treatment of increasing intracranial pressure secondary to the acute abdominal compartment syndrome in a patient with combined abdominal and head trauma. *J Trauma* 1995, 39:1168–1170
48. MOBBS RJ, YANG MO. The dangers of diagnostic laparoscopy in the head injured patient. *J Clin Neurosci* 2002, 9:592–593
49. CHOL YB, LIM KS. Therapeutic laparoscopy for abdominal trauma. *Surg Endosc* 2003, 17:421–427
50. JUNGHANS T, BOHM B, GRUNDEL K, SCHWENK W, MULLER JM. Does pneumoperitoneum with different gases, body positions, and intraperitoneal pressures influence renal and hepatic blood flow? *Surgery* 1997, 121:206–211
51. KOIVUSALO AM, KELLOKUMPU I, RISTKARI S, LINDGREN L. Splanchnic and renal deterioration during and after laparoscopic cholecystectomy: A comparison of the carbon dioxide pneumoperitoneum and the abdominal wall lift method. *Anesth Analg* 1997, 85:886–891
52. IWASE K, TAKENAKA H, ISHIZAKA T, OHATA T, OSHIMA S, SAKAGUCHI K. Serial changes in renal function during laparoscopic cholecystectomy. *Eur Surg Res* 1993, 25:203–212
53. KOIVUSALO AM, KELLOKUMPU I, SCHEININ M, TIKKANEN I, MAKIALO H, LINDGREN L. A comparison of gasless mechanical and conventional carbon dioxide pneumoperitoneum methods for laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1998, 86:153–158
54. HAMILTON BD, CHOW GK, INMAN SR, STOWE NT, WINFIELD HN. Increased intra-abdominal pressure during pneumoperitoneum stimulates endothelin release in a canine model. *J Endourol* 1998, 12:193–197
55. LONDON ET, HO HS, NEUHAUS AM, WOLFE BM, RUDICH SM, PEREZ RV. Effect of intravascular volume expansion on renal function during prolonged CO₂ pneumoperitoneum. *Ann Surg* 2000, 231:195–201
56. KNOLMAYER TJ, BOWYER MW, EGAN JC, ASBUN HJ. The effects of pneumoperitoneum on gastric blood flow and traditional hemodynamic measurements. *Surg Endosc* 1998, 12:115–118

57. ELEFThERiADiS E, KOTZAMPASSi K. Influence of pneumoperitoneum on the mesenteric circulation. In: Rosenthal RJ, Friedman RL, Philips EH (eds) *The pathophysiology of pneumoperitoneum*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1998:49–61
58. WINDBERGER UB, AUER R, KEPLINGER F, LANGLE F, HEINZE G, SCHINDL M ET AL. The role of intra-abdominal pressure on splanchnic and pulmonary hemodynamic and metabolic changes during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Gastrointest Endosc* 1999, 49:84–91
59. MORRISON CA, SCHREIBER MA, OLSEN SB, HETZ SP, ACOSTA MM. Femoral venous flow dynamics during intraperitoneal and preperitoneal laparoscopic insufflation. *Surg Endosc* 1998, 12:1213–1216
60. ALISHAHi S, FRANCIS N, CROFTS S, DUNCAN L, BICKEL A, CUSCHIERI A. Central and peripheral adverse hemodynamic changes during laparoscopic surgery and their reversal with a novel intermittent sequential pneumatic compression device. *Ann Surg* 2001, 233:176–182
61. KARAYIANNAKIS AJ, MAKRI GG, MANTZIOKA A, KAROUSOS D, KARATZAS G. Systemic stress response after laparoscopic or open cholecystectomy: A randomized trial. *Br J Surg* 1997, 84:467–471
62. DELOGU G, FAMULARO G, LUZZI S, RUBCICH P, GIARDINA A, MASCIANGELO R ET AL. General anesthesia mode does not influence endocrine or immunologic profile after open or laparoscopic cholecystectomy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 1999, 9:326–332
63. GITZELMANN CA, MENDOZA-SAGAON M, TALAMINI MA, AHMAD SA, PEGOLI W Jr, PAIDAS CN. Cell-mediated immune response is better preserved by laparoscopy than laparotomy. *Surgery* 2000, 127:65–71
64. BOUVY ND, MARQUET RL, TSENG LN, STEYERBERG EW, LAMBERTS SW, JEEKEL H ET AL. Laparoscopic vs conventional bowel resection in the rat. Earlier restoration of serum insulin-like growth factor 1 levels. *Surg Endosc* 1998, 12:412–415
65. GUPTA A, WATSON DI. Effect of laparoscopy on immune function. *Br J Surg* 2001, 88:1296–1306
66. MYLES PS. Bradyarrhythmias and laparoscopy: A prospective study of heart rate changes with laparoscopy. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 1991, 31:171–173
67. DOYLE DJ, MARK PW. Reflex bradycardia during surgery. *Can J Anaesth* 1990, 37:219–222
68. KENT RB. Subcutaneous emphysema and hypercarbia following laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991, 126:1154–1156
69. WADHWA RK, MCKENZIE R, WADHWA SR, KATZ DL, BYERS JF. Gas embolism during laparoscopy. *Anesthesiology* 1978, 48:74–76
70. COUTURE P, BOUDREAU D, DEROUIN M, ALLARD M, LEPAGE Y, GIRARD D ET AL. Venous carbon dioxide embolism in pigs: An evaluation of end-tidal carbon dioxide, transesophageal echocardiography, pulmonary artery pressure, and precordial auscultation as monitoring modalities. *Anesth Analg* 1994, 79:867–873
71. DE PLATER RM, JONES IS. Non-fatal carbon dioxide embolism during laparoscopy. *Anaesth Intensive Care* 1989, 17:359–361
72. SHULMAN D, ARONSON HB. Capnography in the early diagnosis of carbon dioxide embolism during laparoscopy. *Can Anaesth Soc J* 1984, 31:455–459
73. ROOT B, LEVY MN, POLLACK S, LUBERT M, PATHAK K. Gas embolism death after laparoscopy delayed by “trapping” in portal circulation. *Anesth Analg* 1978, 57:232–237
74. McDERMOTT JP, REGAN MC, PAGE R, STOKES MA, BARRY K, MURIARTY DC ET AL. Cardiorespiratory effects of laparoscopy with and without gas insufflation. *Arch Surg* 1995, 130:984–988
75. LINDGREN L, KOIVUSALO AM, KELLOKUMPU I. Conventional pneumoperitoneum compared with abdominal wall lift for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1995, 75:567–572

Corresponding author:

C. Vagianos, Department of Surgery, University of Patras, University Hospital of Patras, GR-265 00 Rio, Patras, Greece
e-mail: vagian@otenet.gr