

# Θωρακοσκοπική και υβριδική κατάλυση κολπικής μαρμαρυγής

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΕΡΡΕΑΣ

Α' Καρδιοχειρουργική κλινική ΩΚΚ

---

## Λέξεις ευρετηρίου

Κολπική μαρμαρυγή, κατάλυση, θωρακοσκοπική, υβριδική, Atrial fibrillation, ablation, cox-maze επέμβαση, Convergent επέμβαση, χειρουργείο

---

## Επικοινωνία

Κωνσταντίνος Περρέας

Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο

Λ. Συγγρού 356, 17674 Καλλιθέα

Τηλ.: 2109493382

E-mail: perreas@ocsc.gr

**Η** επίπτωση της κολπικής μαρμαρυγής (ΚΜ) αφορά σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού (~3%) και βαίνει αυξανόμενη παγκοσμίως. Απορροφά σημαντικό μέρος εξόδων στα οργανωμένα συστήματα υγείας και περιορίζει σημαντικά την 5έτη επιβίωση των πασχόντων από αυτή. Οι διακαθετηριακές μέθοδοι που έχουν τη μερίδα του λέοντος στις καταλύσεις αντιμετωπίζουν μόλις το 4% των ασθενών με ΚΜ και κυρίως τα πρώιμα στάδια της.<sup>1</sup>

Το 1987 διενεργήθηκε η 1η επιτυχής χειρουργική επέμβαση σε ασθενή με ΚΜ με τομές και επανασυρραφή των κόλπων. Ονομάστηκε Cox-Maze (Maze= λαβύρινθος) βασισμένη σε σειρά πειραμάτων που κατέδειξαν ότι η νόσος χαρακτηρίζεται από μεγάλα κυκλώματα επανεισόδου διαμέτρου 5-6 εκ στους κόλπους σκύλων και μπορεί να αντιμετωπιστεί χειρουργικά διαμερισματοποιώντας μέρος των κολπικών τοιχωμάτων και δημιουργώντας μονόδρομο μονοπάτι-λαβυρίνθου για την αγωγή του ερεθίσματος του φλεβοκόμβου ως τον κολποκοιλιακό κόμβο.

Παρότι τα αποτελέσματα στη διατήρηση φλεβοκόμβου ήταν εξαιρετικά ακόμη και στην χρόνια ΚΜ (διατήρηση φλεβοκόμβου για >5 χρόνια 66% -79% χωρίς αντιαρρυθμική αγωγή και 79%-95% με αγωγή), είχε μικρή απήχηση λόγω της σχετικής τεχνικής δυσκολίας και της μεγάλης παρεμβατικότητας αφού απαιτείτο στερνοτομή.<sup>2</sup>

Η σημαντική διαπίστωση του Haissague (1997)<sup>3</sup> ότι η πλειονότητα (90%) των ερεθισματοαγωγών αφετηριών της παροξυσμικής ΚΜ εντοπίζεται στο χώρο εκβολής των πνευμονικών φλεβών οδήγησε στην εκθετική εξέλιξη των διακαθετηριακών τεχνικών. Έχοντας το πλεονέκτημα της ελάχιστης παρεμβατικότητας με την θετική συνέργεια της αλματώδους εξέλιξης της υποστηρικτικής βιοτεχνολογίας, η διακαθετηριακή αντιμετώπιση εξελίσσεται συνεχώς και αποτελεί το «χρυσό κανόνα» αντιμετώπισης συμπτωματικής παροξυσμικής ΚΜ, ενώ σε πιο προχωρημένες μορφές ΚΜ τα αποτελέσματα είναι

υποδεέστερα. Δυσεπίλυτες προκλήσεις της μεθόδου παραμένουν η διατοικωματική βλάβη, ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση εκτενών «γραμμών» αλλά και η δυσκολία διασφάλισης συνέχειας στις επιχειρούμενες καταλυτικές βλάβες. Η τεχνική φυσικά δεν είναι άμοιρη επιπλοκών. Σε συγκεντρωτική δημοσίευση πολλών μελετών η ολέθρια επιπλοκή του κολποισοφαγικού συρριγγίου παρατηρείται σχεδόν σε όλες τις αναφορές. Ποικίλλει από 2 - 26% ανάλογα με την έκταση της κατάλυσης στο οπίσθιο κολπικό τοίχωμα πέρα των πνευμονικών φλεβών, την ένταση της ενέργειας και τη θερμοκρασία που χρησιμοποιείται.

## Ελάχιστη επεμβατική χειρουργική κατάλυση

Το μειονέκτημα της «σύνθετης» χειρουργικής τεχνικής τομών και συρραφών παρακάμπηκε με καθετήρες που προκαλούν διατοικωματική βλάβη διακόπτοντας τη δυνατότητα αγωγής ηλεκτρικού ερεθίσματος. Πρώτος πάλι ο Cox δημοσίευσε ελάχιστη επεμβατική προσπέλαση με δεξιά πρόσθια θωρακοτομή, εξωσωματική και καρδιοπληγική παύση, προσομοιάζοντας τις τομές του με καθετήρα πρόκλησης βαθέως ψυκτικής διατοικωματικής βλάβης.<sup>4</sup>

Μετα-ανάλυση συγκριτικών μελετών κατάλυσης με τομές ή καθετήρες έκλυσης ενέργειας, ανέδειξε εφάμιλλα εξαιρετικά αποτελέσματα.<sup>5</sup>

Οι καθετήρες αυτοί μπορούν να λειτουργούν είτε εφαιπόμενοι σε επικαρδιακή επιφάνεια (και σε πάλλουσα καρδιά) είτε σε εσωτερική επιφάνεια (μετά από κολποτομή) είτε συγχρόνως και από τις 2 πλευρές των κολπικών τοιχωμάτων με εφαρμογή λαβίδων. Οι συνθεέστερα χρησιμοποιούμενες μορφές ενέργειας είναι η ραδιοσυχνότητα και η κρυοπηξία. Οι Ad et al ανακοίνωσαν διατήρηση φλεβοκόμβου στην 5ετία, χωρίς αντιαρρυθμικά σε 79% και χωρίς αντιπηκτικά στο 83% ασθενών με χρόνια εμμένουσα κολπική μαρμαρυγή!<sup>6</sup>

## Κατάλυση συνοδά με άλλες καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις

Ενώ η συνύπαρξη ΚΜ με συνοδές καρδιοχειρουργικές παθήσεις αφορά μόλις το 3% του επι-

πολασμού της νόσου, αποτελεί τη συνθεέστερα εκτελούμενη χειρουργική κατάλυση. Κατεξοχήν τέτοια είναι η επέμβαση στη μιτροειδή με ή χωρίς επέμβαση της τριγλώχινας. Σε δική μας μελέτη με μικρό αριθμό propensity score matched ασθενών με εμμένουσα και χρόνια ΚΜ, που υπεβλήθησαν σε επέμβαση στη μιτροειδή με ή χωρίς κατάλυση του αριστερού κόλπου, διαπιστώσαμε σημαντική διαφορά στη διατήρηση του φλεβοκόμβου.<sup>7</sup> Αποδεικτική ισχύ υπέρ του πιο «σκληρού» καταληκτικού σημείου της επιβίωσης προσέφερε αριθμός μελετών που έδειξαν πλεονέκτημα επιβίωσης και μείωση νευρολογικών συμβαμάτων, όταν προστίθεται η χειρουργική κατάλυση στην επέμβαση της μιτροειδούς,<sup>8,9</sup> αλλά και των επεμβάσεων της αορτικής βαλβίδας και αορτοστεφανιαίας παράκαμψης.

Καθώς αυξάνεται ο αριθμός κέντρων που εκτελούν αυτές τις επεμβάσεις ελάχιστη επεμβατικά, όπως και στο δικό μας, η ελάχιστη επεμβατική προσέγγιση μετακινείται στην πλήρως ενδοσκοπική-θωρακοσκοπική επιδιόρθωση της μιτροειδούς και της τριγλώχινος ή της αντικατάστασης της αορτικής βαλβίδας.

Οι υπάρχουσες μελέτες έδωσαν και το έναυσμα ένταξης της χειρουργικής κατάλυσης τόσο στις Αμερικανικές,<sup>10</sup> όσο και τις Ευρωπαϊκές κατευθυντήριες οδηγίες.<sup>11</sup>

Μια τέτοια πρόσφατη δημοσίευση σύγκρισης χειρουργικής αντικατάστασης αορτικής με σύγχρονη κατάλυση (n=1.424) έναντι διακαθετηριακής (n=800) έδειξε όχι μόνο την αναμενόμενη διατήρηση φλεβοκόμβου στους ασθενείς του χειρουργικού σκέλους αλλά, σημαντικότερα, και όφελος 5 -ετούς επιβίωσης!

## Θωρακοσκοπική κατάλυση κολπικής μαρμαρυγής

### Μεμονωμένη κολπική μαρμαρυγή

Παράλληλα ωστόσο με την πλήρη αλλά ελάχιστη επεμβατική Cox-Maze IV που απαιτεί εξωσωματική και διάνοιξη των καρδιακών κοιλοτήτων πολλές ομάδες σε Ευρώπη και Αμερική, παρακολουθώντας την μεγάλη απήχηση της διακαθετηριακής κατάλυσης εισήγαγαν παραλλαγές τεχνικών εξωκαρδιακής κατάλυσης σε πάλλουσα καρδιά με θωρακοσκοπική προσπέλαση. Στις τε-

χνικές αυτές προστέθηκαν η απολίνωση του ωτίου του αριστερού κόλπου, και κατάλυση των γαγγλίων των πνευμονικών φλεβών καθώς και του συνδέσμου Marshall. Συνηθέστερα διενεργείται μόνο το «κυτίο» βλάβης γύρω από το χώρο εκβολής των πνευμονικών φλεβών, ενώ κάποιες ομάδες προσθέτουν γραμμές προς το ωτίο και το μιτροειδικό δακτύλιο και λιγότερο συχνά στην επικαρδιακή επιφάνεια του δεξιού κόλπου.<sup>12</sup>

Μελέτη αμφοτερόπλευρης θωρακοσκοπικής προσπέλασης σε 157 ασθενείς, και κατάλυση των άντρων των πνευμονικών φλεβών και των παρασυμπαθητικών γαγγλιονίων άμφω με ραδιοσυχνότητα, και αποκλεισμό του ωτίου του αριστερού κόλπου χωρίς χρήση εξωσωματικής. έδειξε<sup>13</sup> ιατήρηση φλεβοκόμβου 85% στο 1ο έτος και 62% στα πέντε έτη!

Έτσι ενώ η πλήρης ελάχιστη επεμβατική, Cox-Maze IV αποτελεί την ιδανική επέμβαση αντιμετώπισης όλων των μετά την παροξυσμική ΚΜ σταδίων, αυτή αποτελεί λιγότερο από το 15% της πρακτικής έναντι της πλήρους θωρακοσκοπικής, σε πάλλουσα καρδιά, όπως φαίνεται σε δημοσίευση της συγκεντρωτικής δραστηριότητας μεμονωμένης χειρουργικής κατάλυσης στις Η.Π.Α.<sup>14</sup>

Παρόλο που ο συνολικός αριθμός μεμονωμένων χειρουργικών καταλύσεων παγκοσμίως αποτελεί μικρή μόνο μερίδα έναντι των συνδυασμένων υπάρχει πληθώρα δημοσιεύσεων μεσο- και μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων. Οι τεχνικές εκτείνονται από μεμονωμένο αποκλεισμό των άντρων των πνευμονικών φλεβών, σε πλήρεις γραμμές αριστερού κόλπου με ή χωρίς γραμμές στο δεξιό κόλπο. Σε μια μετα-ανάλυση θωρακοσκοπικής κατάλυσης ομαδοποιήθηκαν 1.171 ασθενείς από 14 τέτοιες μελέτες<sup>15</sup> με παρόμοια τεχνική κατάλυσης με χαμηλά ποσοστά επιπλοκών (0 περιεγχειρητικοί θάνατοι, μετατροπή σε στερνοτομή 0,85%). Επαναδιερεύνηση για αιμορραγία 0,26%, ενδονοσοκομειακή θνητότητα ήταν επίσης 0,26%, εμφύτευση βηματοδότη 0,77%). Τα ετήσια αποτελέσματα διατήρησης φλεβοκόμβου χωρίς αντιαρρυθμικά ήταν 81% (95% CI: 73–86%, n = 7) για παροξυσμική ΚΜ, 63% (95% CI: 57–69%, n = 5) για εμμένουσα ΚΜ και 67% (95% CI: 52–79%, n = 3) για χρόνια εμμένουσα ΚΜ. Παρόλο που τα αποτελέσματα αποτιμώνται ως εξαιρετικά, το τμήμα μιας μικρής μείωσης της επιτυχίας σε σχέση με

την πλήρη αμφικολπική κατάλυση αξίζει την ανταλλαγή της ελάχιστης επεμβατικότητας που προσφέρει η μέθοδος. Αυτή άλλωστε είναι και η επιτυχία των διακαθετηριακών μεθόδων στις οποίες μειώνεται η αποτελεσματικότητα στις πιο προχωρημένες μορφές ΚΜ αλλά η μερική παρεμβατικότητα τις κάνει αφενός θελκτικές στον ασθενή αφετέρου επιτρέπει επαναλήψεις.

Σε αυτή την τεχνική όπως παρουσιάζεται από ολλανδική ομάδα<sup>16</sup> εκτελείται αποκλεισμός των πνευμονικών φλεβών με αμφοτερόπλευρη θωρακοσκόπηση. Στην πορεία προστέθηκαν τομές στην επιφάνεια του δεξιού κόλπου ενώ σε μια παραλλαγή που επινόησε και η ομάδα του Dallas προσέθεσαν βλάβες στην οροφή του κόλπου προς το ινώδες τρίγωνο και προς τη βάση του ωτίου του αριστερού κόλπου όπου όμως βρίσκεται το δεμάτιο Bachman που συντονίζει την ηλεκτρομηχανική διέγερση των 2 κόλπων.

Η μελέτη FAST αποτελεί μια από τις σημαντικότερες τυχαίοποιημένες μελέτες σύγκρισης χειρουργικής με διακαθετηριακή κατάλυση σε ασθενείς με συμπτωματική ΚΜ για τουλάχιστο 1 χρόνο που είχαν αποτύχει να ελεγχθούν με τουλάχιστο ένα αντιαρρυθμικό φάρμακο. Και οι 2 μέθοδοι χρησιμοποίησαν ραδιοσυχνότητα. Οι ασθενείς του χειρουργικού σκέλους υποβλήθηκαν συγχρόνως και σε εκτομή του ωτίου του αριστερού κόλπου. Στον πρώτο χρόνο ελεύθεροι ΚΜ χωρίς αντιαρρυθμική αγωγή ήταν 66% της θωρακοσκοπικής ομάδας έναντι 36,5% της διακαθετηριακής. Συχνότερες ωστόσο περιεπεμβατικές επιπλοκές καταγράφηκαν στους θωρακοσκοπικούς (23% έναντι των διακαθετηριακών (3,2%). Το 2019 δημοσιεύτηκαν τα πιο μακροπρόθεσμα δεδομένα με πολύ χαμηλότερα ποσοστά υποστροφής κολπικών αρρυθμιών στην θωρακοσκοπική ομάδα έναντι της διακαθετηριακής (56% έναντι 87%!)). Οι ασθενείς της διακαθετηριακής ομάδας είχαν επίσης πολύ συχνότερες επαναλήψεις κατάλυσης (49% έναντι 13% για τις θωρακοσκοπικές).

Πρόσφατη μετα-ανάλυση (2022) σύγκρισης διακαθετηριακής έναντι χειρουργικής κατάλυσης, ανέδειξε υπεροχή της χειρουργικής μεθόδου στη διατήρηση φλεβοκόμβου στην ετήσια παρακολούθηση τη σχετική αύξηση των μετεπεμβατικών επιπλοκών.<sup>17</sup>

## Υβριδική

Η πλήρως θωρακοσκοπική προσέγγιση επικαρδιακά σε πάλλουσσα καρδιά, στην καλύτερη περίπτωση, πλησιάζει ίσως επιτυχέστερα των διακαθετηριακών, αλλά δεν μπορεί να αναπαράγει την αποτελεσματικότητα της Cox-Maze IV. Οι διακαθετηριακές μέθοδοι από την άλλη, παρά το πλεονέκτημα της χαρτογράφησης είναι οι ελαχιστότερα επεμβατικές με το μειονέκτημα ότι: α. επικεντρώνονται κυρίως στις πνευμονικές φλέβες, β. δεν μπορούν να εξασφαλίσουν εύκολα και γρήγορα διατοικωματικές συνεχείς γραμμές. Η υβριδική προσέγγιση επιχειρεί να ενώσει τα πλεονεκτήματα των 2 μεθόδων.<sup>18</sup> Δηλαδή θωρακοσκοπική δημιουργία διατοικωματικών γραμμών και στη συνέχεια, στην ίδια ή επόμενη συνεδρία, χαρτογράφηση και ολοκλήρωση υπολειπόμενων εστιών. Τη μέθοδο αυτή ακολουθούν διάφορες ομάδες σε Ευρώπη και Αμερική με κάποιες παραλλαγές.<sup>19,20</sup>

Η κύρια διαφορά είναι ότι κάποιες ομάδες ολοκληρώνουν την θωρακοσκοπική χειρουργική κατάλυση και η ηλεκτροφυσιολογική μελέτη και η ολοκλήρωση κενών διενεργείται σε δεύτερο χρόνο ενώ σε άλλα κέντρα όπως του La Meir, οι 2 ομάδες λειτουργούν στην ίδια συνεδρία με αποτέλεσμα η ηλεκτροφυσιολογική χαρτογράφηση να κατευθύνει από την αρχή και τις ακριβείς κατά περίπτωση χειρουργικές γραμμές κατάλυσης.

Η υβριδική αντιμετώπιση συγχρόνως κατευθύνει σε δημιουργία γραμμών κατάλυσης κατά περίπτωση ασθενή, ανάλογα με τη χαρτογράφηση.

Τέλος η Convergent (συγκεντρωτική) υβριδική τεχνική αποτελεί εξέλιξη παλαιότερης τεχνικής στην οποία η οπίσθια επιφάνεια του αριστερού κόλπου όπου δημιουργούνται γραμμές κατάλυσης προσεγγίζεται μέσω υποξιφοειδικής τομής. Στη συνέχεια τα μη προσπελάσιμα σημεία ολοκληρώνονται ενδοκαρδιακά με ηλεκτροφυσιολογική κατάλυση.

Πρόσφατη προοπτική τυχαίοποιημένη μελέτη της υβριδικής προσέγγισης, περιλαμβάνοντας αποκλειστικά ασθενείς με εμμένουσα ή μακροχρόνια εμμένουσα ΚΜ, έδειξε υπεροχή στην ελευθερία από κολπικές ταχυαρρυθμίες<sup>21</sup> στους 18 μήνες 66% έναντι 50% στην απλή διακαθετηριακή.

Σε πρόσφατη μετά-ανάλυση 5 μελετών υβριδικής κατάλυσης (3 συνέκριναν την υβριδική με την

διακαθετηριακή και 2 με την χειρουργική) ανεδείχθη πλεονέκτημα έναντι της διακαθετηριακής, με παρόμοια αποτελέσματα με τη χειρουργική.<sup>22</sup>

## Προοπτικές και προκλήσεις για το μέλλον

Η απίστευτη ταχύτητα με την οποία εξελίσσεται η υποστηρικτική βιοτεχνολογία δίνουν καθημερινά νέα στοιχεία και όπλα στην αντιμετώπιση της ΚΜ.

Η κατανόηση των μηχανισμών επαγωγής της ΚΜ θα προσθέσουν περισσότερη πληροφορία γενετικών και περιβαλλοντικών επιδράσεων καθοδηγώντας την πρόληψη.

Η προτυποποίηση των ορισμών και του τρόπου τεκμηρίωσης επεισοδίων και συναφών συμβαμάτων θα βοηθήσει σε καλύτερη αναγνώριση των αποτελεσμάτων.

Η βελτίωση των τεχνικών απεικόνισης, η συνεισφορά του machine learning<sup>23</sup> οι τεχνολογίες πιο εκλεπτυσμένης και ακριβέστερης αλλά και ασφαλέστερης μεταφοράς καταλυτικής ενέργειας θα βελτιώνουν τα αποτελέσματα.

Σε ανθρώπινο επίπεδο η συνεργασία μεταξύ αρρυθμιολόγων, καρδιοχειρουργών, υπερηχογραφιστών και κλινικών καρδιολόγων, η ανταλλαγή γνώσης και η συμμετοχή του ενημερωμένου ασθενή δίνουν νέες δυνατότητες. Συγκεκριμένα, στα κέντρα όπου υπάρχει ισχυρή και πολυάσχολη ηλεκτροφυσιολογική ομάδα, με μοντέρνα τεχνολογία στη διάθεση της μαζί με καρδιοχειρουργική ομάδα με εμπειρία στις αρχές χειρουργικής κατάλυσης και πρόγραμμα ελάχιστα επεμβατικής ενδοσκοπικής καρδιοχειρουργικής, υπάρχει μεγάλο περιθώριο διαχείρισης όλου του εύρους βαρύτητας των ασθενών με ΚΜ. συμπεριλαμβανομένων όσων υποβάλλονται συγχρόνως σε άλλη καρδιοχειρουργική επέμβαση αλλά, σημαντικά, και αυτών που έχουν προχωρημένες μορφές μεμονωμένης κολπικής μαρμαρυγής.

Σε ότι αφορά την καρδιοχειρουργική στη χώρα μας εκκρεμεί αναγνώριση και θεσμοθέτηση στοιχειώδους ΚΕΝ για τη χειρουργική κατάλυση, η οποία, μετά από 30 χρόνια πορείας δίνει σήμερα με τη θωρακοσκοπική και υβριδική αντιμετώπιση νέες ευκαιρίες σε ασθενείς με ΚΜ οι οποίοι πιθανά έχουν εξαντλήσει όλες τις άλλες θεραπευτικές τους δυνατότητες.

## Βιβλιογραφία

1. Stewart, S.; Hart, C.L.; Hole, D.J.; McMurray, J.J. A population-based study of the long-term risks associated with atrial fibrillation: 20-year follow-up of the Renfrew/Paisley study. *Am. J. Med.* 2002, 113, 359–364.
2. McCarthy, P.M.; Cox, J.L.; Kislitsina, O.N.; Kruse, J.; Churyla, A.; Malaisrie, S.C.; Mehta, C.K. Surgery and Catheter Ablation for Atrial Fibrillation: History, Current Practice, and Future Directions. *J. Clin. Med.* 2022, 11, 210.
3. Haissaguerre, M.; Jais, P.; Shah, D.C.; Takahashi, A.; Hocini, M.; Quiniou, G.; Garrigue, S.; Le Mouroux, A.; Le Metayer, P.; Clementy, J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N. Engl. J. Med.* 1998, 339, 659–666.
4. The Minimally Invasive Maze-III Procedure Cox, James L. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, Volume 5, Issue 1, 79 - 92.
5. Khargi K, Hutten BA, Lemke B, et al. Surgical treatment of atrial fibrillation; a systematic review. *Eur J Cardiothorac Surg.* Feb 2005; 27(2): 258-65. PMID 15691679
6. Ad, N.; Holmes, S.D.; Friehling, T. Minimally Invasive Stand-Alone Cox Maze Procedure for Persistent and Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation: Perioperative Safety and 5-Year Outcomes. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2017, 10.
7. Konstantinos Perreas , Anna Kostopoulou , Efthimios Iivanis , AIKiviadis Michalis A Case-Matched Comparative Study of Surgical Radiofrequency (RF) Ablation for Patients with Persistent or Long-Standing Atrial Fibrillation Undergoing Concomitant Heart Surgery .*Hellenic J Cardiol* 2012; 53: 420-425
8. Musharbash, F.N.; Schill, M.R.; Sinn, L.A.; Schuessler, R.B.; Maniar, H.S.; Moon, M.R.; Melby, S.J.; Damiano, R.J., Jr. Performance of the Cox-maze IV procedure is associated with improved long-term survival in patients with atrial fibrillation undergoing cardiac surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018, 155, 159–170.
9. Suwalski, P.; Kowalewski, M.; Jasinski, M.; Staromlynski, J.; Zembala, M.; Widenka, K.; Brykczynski, M.; Skiba, J.; Zembala, M.O.; Bartus, K.; et al. Survival after surgical ablation for atrial fibrillation in mitral valve surgery: Analysis from the Polish National Registry of Cardiac Surgery Procedures (KROK). *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2019, 157, 1007–1018
10. Badhwar V, Rankin JS, Damiano RJ Jr, Gillinov AM, Bakaeen FG, Edgerton JR, Philpott JM, McCarthy PM, Bolling SF, Roberts HG, Thourani VH, Suri RM, Shemin RJ, Firestone S, Ad N. The Society of Thoracic Surgeons 2017 Clinical Practice Guidelines for the Surgical Treatment of Atrial Fibrillation. *Ann Thorac Surg.* 2017 Jan;103(1):329-341
11. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J* 2021; 42:373.
12. Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Europace.* Jan 01 2018; 20(1).
13. R. K. Wolf, E. W. Schneeberger, R. Osterday et al., "Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation," *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, vol. 130, no. 3, pp. 797–802, 2005.
14. Ad N, Holmes S.D, Roberts H.G, Rankin J.S, Badhwar V. Surgical treatment for stand-alone atrial fibrillation in North America. *Ann Thorac Surg.* 2020; 109: 745-752
15. B.P. Laar, C.V., Kelder, J. Van Putte. The totally thoracoscopic maze procedure for the treatment of atrial fibrillation (2017) *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 24 (1), pp. 102 - 111
16. Geuzebroek, G.S.; Bentala, M.; Molhoek, S.G.; Kelder, J.C.; Schaap, J.; Van Putte, B.P. Totally thoracoscopic left atrial Maze: Standardized, effective and safe. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2016, 22, 259–264.
17. Rattanawong, P, Kanitsoraphan, C, Kewcharoen, J, et al. Surgical versus catheter ablation in atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2022; 1- 12..
18. van der Heijden, C.A.J.; Vroomen, M.; Luermans, J.G.; Vos, R.; Crijns, H.; Gelsomino, S.; La Meir, M.; Pison, L.; Maesen, B. Hybrid versus catheter ablation in patients with persistent and longstanding persistent atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2019, 56, 433–443.
19. Muneretto, C.; Bisleri, G.; Rosati, F.; Krakor, R.; Giroletti, L.; Di Bacco, L.; Repossini, A.; Moltrasio, M.; Curnis, A.; Tondo, C.; et al. European prospective multicentre study of hybrid thoracoscopic and transcatheter ablation of persistent atrial fibrillation: The HISTORIC-AF trial. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2017, 52, 740–745.
20. Pison, L.; La Meir, M.; van Opstal, J.; Blaauw, Y.; Maessen, J.; Crijns, H.J. Hybrid thoracoscopic surgical and transvenous catheter ablation of atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012, 60, 54–61.
21. Luo, X.; Li, B.; Zhang, D.; Zhu, J.; Qi, L.; Tang, Y. Efficacy and safety of the convergent atrial fibrillation procedure: A meta-analysis of observational studies. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2019, 28, 169–176.
22. Hao, J, Xi, Y, Chen, W, Liang, Y, Lin, Z, Wei, W. Hybrid ablation procedure for the treatment of nonparoxysmal atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2022; 1-9
23. Baalman, S.W.E.; Lopes, R.R.; Ramos, L.A.; Neefs, J.; Driessen, A.H.G.; van Boven, W.P.; de Mol, B.A.J.M.; Marquering, H.A.; de Groot, J.R. Prediction of Atrial Fibrillation Recurrence after Thoracoscopic Surgical Ablation Using Machine Learning Techniques. *Diagnostics* 2021, 11, 1787. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11101787>