

Trattamento combinato della fibrillazione atriale in pazienti candidati ad intervento chirurgico a cuore aperto: risultati clinici e funzionali a distanza

Simona Nascimbene, Stefano Benussi, Simone Calvi, Eustachio Agricola*,
Giovanni La Canna, Carlo Pappone**, Ottavio Alfieri

Divisione di Cardiocirurgia, *Divisione di Cardiologia, **Divisione di Aritmologia, IRCCS Ospedale San Raffaele, Milano

Key words:

Atrial fibrillation;
Mitral valve;
Radiofrequency.

Background. In recent years left atrial approaches have become popular because of technical simplicity, reproducibility and minor surgical trauma compared to the standard maze procedure. We analysed mid-term results of intraoperative left radiofrequency ablation of atrial fibrillation.

Methods. From February 1998 to August 2002, 206 patients (mean age 59.1 ± 10.2 years) scheduled for open-heart surgery underwent combined treatment of atrial fibrillation at our Institution. In 163 patients (79.1%) a standard left epicardial approach was performed while 43 patients (20.9%) needed a totally endocardial approach.

Results. All patients but 3 underwent mitral valve surgery (104 repair and 99 replacement). Hospital mortality was 1.9%. Actuarial freedom from atrial fibrillation was 78% at 2 years and 74% at 4 years. At 4 years survival was 94% and freedom from neurological events was 98%. All patients with stable sinus rhythm 3 months after surgery recovered biatrial contractility.

Conclusions. Left radiofrequency ablation of atrial fibrillation is effective in restoring sinus rhythm and normal atrial function. Combined atrial fibrillation treatment should be considered in all patients undergoing open-heart surgery.

(Ital Heart J Suppl 2004; 5 (3): 199-204)

© 2004 CEPI Srl

Lavoro selezionato del XXI Congresso Nazionale della Società Italiana di Chirurgia Cardiaca (Roma, 23-27 novembre 2002).

Ricevuto il 21 gennaio 2004; accettato il 6 febbraio 2004.

Per la corrispondenza:

Dr.ssa Simona Nascimbene

Divisione di Cardiocirurgia
IRCCS Ospedale San Raffaele
Via Olgettina, 60
20132 Milano
E-mail:
simona.nascimbene@hsr.it

Introduzione

La più comune situazione in cui il cardiocirurgo si trova a dover trattare la fibrillazione atriale è quando questa aritmia è associata ad una patologia cardiaca organica che richiede un trattamento di tipo chirurgico.

La recente diffusione di strategie ablativo-limitate all'atrio sinistro e l'utilizzo chirurgico di fonti di energia alternative hanno portato ad una notevole riduzione dei tempi chirurgici e della difficoltà di esecuzione rispetto alla tecniche precedenti, tra cui la *maze procedure*, ottenendo però un'efficacia comparabile. Applicando la tecnica dell'isolamento atriale sinistro Viganò et al.¹ hanno ottenuto il ripristino del ritmo sinusale in circa il 77% dei pazienti e un risultato simile è stato ottenuto da Sueda et al. mediante una semplice procedura limitata all'atrio sinistro^{2,3}.

A partire dal febbraio 1998 il nostro gruppo ha sviluppato, utilizzando cateteri a radiofrequenza, una tecnica ablativa eseguita prevalentemente sulla superficie epi-

cardica e a cuore battente, allo scopo di ridurre il tempo di clampaggio aortico e minimizzare il danno endocardico^{4,5}.

Riportiamo in questo studio i risultati del nostro approccio ablativo sul trattamento intraoperatorio dei pazienti affetti da patologia cardiaca e concomitante fibrillazione atriale.

Materiali e metodi

Pazienti. Dal febbraio 1998 all'agosto 2002, 206 pazienti affetti da fibrillazione atriale e candidati a chirurgia cardiaca elettiva sono stati sottoposti a concomitante trattamento intraoperatorio dell'aritmia, secondo lo schema ablativo messo a punto dal nostro gruppo. Le caratteristiche cliniche dei pazienti in studio sono riassunte nella tabella I.

Al momento dell'intervento 189 pazienti (91.7%) presentavano fibrillazione atriale persistente o permanente da almeno 6 mesi (media 47.2 ± 66.0 mesi, mediana 23 mesi), mentre 17 pazienti (8.3%) erano affetti da fibrillazione atriale parossistica,

Tabella I. Caratteristiche cliniche dei pazienti.

N. pazienti	206
Sesso (M/F)	74/132
Età all'intervento (anni)	59.1 ± 10.2
Classe NYHA	
I	13 (6.3%)
II	114 (55.3%)
III	79 (38.4%)
FEVS (%)	58.4 ± 6.6
Diametro trasverso AS (mm)	59.4 ± 9.3
FA parossistica	17 (8.3%)
FA cronica	189 (91.7%)
Durata della FA cronica (mesi)	47.2 ± 66.0 (range 6-480; mediana 23)
Pacemaker definitivo	5 (2.4%)

AS = atrio sinistro; FA = fibrillazione atriale; FEVS = frazione di eiezione ventricolare sinistra.

con episodi settimanali documentati di aritmia, nonostante l'assunzione di farmaci antiaritmici.

La fibrillazione atriale era fortemente associata alla patologia valvolare mitralica, che nel nostro studio ha costituito l'indicazione chirurgica primaria in 201/206 pazienti (97.6%). Venticinque pazienti (12.1%) avevano subito in passato interventi di chirurgia cardiaca. Le patologie cardiache di base dei pazienti in studio sono riassunte nella tabella II.

La procedura ablativa è stata praticata in tutti i pazienti previo consenso informato.

Prima dell'intervento tutti i pazienti sono stati sottoposti ad ecocardiogramma transtoracico e transesofageo per valutare, oltre alla patologia cardiaca di base, le dimensioni dell'atrio sinistro, la frazione di eiezione ventricolare sinistra e per escludere la presenza di trombosi atriale sinistra. Ai controlli ecocardiografici preoperatori l'atrio sinistro si presentava molto dilatato, con un diametro trasverso medio di 59.4 ± 9.3 mm.

Tecnica chirurgica. Durante lo studio sono stati utilizzati differenti cateteri a radiofrequenza, seguendo l'evoluzione tecnologica in questo campo.

Lo schema ablativo da noi utilizzato è stato già descritto in precedenza^{4,5}.

In circolazione extracorporea a cuore battente viene eseguito un'emiencircling attorno agli osti delle vene polmonari destre e un encircling completo delle vene

polmonari sinistre, connesso con la base dell'auricola sinistra. Dopo il clampaggio aortico, l'encircling destro viene completato per mezzo di un'atriotomia sinistra standard parallela al solco interatriale. Lo schema viene quindi completato con 2 linee di ablazione endocardiche: la prima connette i 2 encircling sulla parete atriale postero-superiore e la seconda unisce l'auricola sinistra con l'anulus mitralico nella sua porzione posteriore. A questo punto viene suturata l'auricola sinistra e l'intervento procede come di norma per il trattamento della patologia cardiaca di base.

In caso di reintervento, presenza di materiale trombotico nelle cavità atriali accertato mediante ecocardiogramma transesofageo, o precedente impianto di pacemaker definitivo, è consigliabile eseguire tutte le ablazioni a livello endocardico sotto visione diretta.

Terapia medica e follow-up del paziente. Al termine del sanguinamento postoperatorio è stata intrapresa una terapia anticoagulante con eparina in infusione endovenosa; la terapia con dicumarolici per via orale è stata iniziata generalmente in prima giornata postoperatoria^{4,5}.

In quasi tutti i pazienti è stata iniziata una profilassi antiaritmica, utilizzando come farmaco di prima scelta l'amiodarone. I pazienti con controindicazioni alla somministrazione di amiodarone hanno assunto propafenone o sotalolo. In 16 pazienti non è stata intrapresa alcuna terapia antiaritmica. Dopo la dimissione la profilassi antiaritmica è stata mantenuta per i primi 6 mesi, momento in cui è stata valutata caso per caso l'opportunità della sua sospensione in presenza di ritmo sinusale stabile.

La terapia anticoagulante orale è stata sospesa, dove possibile, 6 mesi dopo l'intervento nei pazienti con ritmo sinusale stabile e con ripristino della contrattilità atriale documentato all'ecocardiogramma transtoracico.

Nei pazienti che presentavano fibrillazione atriale nell'immediato postoperatorio e durante il follow-up è stato fatto almeno un tentativo di cardioversione elettrica.

Ad 1, 3, 6 e 12 mesi dall'intervento e poi annualmente i pazienti hanno eseguito un elettrocardiogramma a 12 derivazioni standard, un elettrocardiogramma secondo Holter e un ecocardiogramma transtoracico per valutare il recupero della funzione contrattile atriale.

Le variabili utilizzate per valutare il recupero della contrattilità atriale sono state: 1) la velocità del flusso transmitralico diastolico precoce o velocità di picco di riempimento diastolico precoce (E) e il suo integrale (VTI-E); 2) la velocità del flusso transmitralico diastolico tardivo o velocità di picco della contrazione atriale (A) e il suo integrale (VTI-A); 3) l'integrale della velocità del flusso transmitralico totale (VTI-totale); 4) il rapporto E/A, indice del contributo atriale al riempimento diastolico ventricolare: più il rapporto è elevato, minore è il contributo atriale al riempimento ventricolare (A) e minore è quindi la contrattilità atriale.

Tabella II. Patologia cardiaca di base.

Patologia valvolare	
Mitralica reumatica	104 (50.5%)
Mitralica degenerativa	97 (47.1%)
Aortica	10 (4.9%)
Insufficienza tricuspidalica	61 (29.6%)
Malattia coronarica	1 (0.5%)
Difetto del setto interatriale	6 (2.9%)
Aneurisma dell'aorta ascendente	2 (1%)
Progressi interventi di chirurgia cardiaca	25 (12.1%)

Analisi statistica. I valori sono espressi come media \pm DS, se non altrimenti specificato. La distribuzione dei tempi di sopravvivenza è stata calcolata con il metodo di Kaplan-Meyer. Vengono riportati inoltre le proporzioni della libertà da eventi e il 95% degli intervalli di confidenza (IC).

Risultati

Le procedure chirurgiche effettuate nei pazienti in studio sono riassunte nella tabella III. L'approccio combinato epicardico-endocardico è stato applicato in 163 pazienti (79.1%), mentre 43 pazienti (20.9%), con controindicazioni all'ablazione epicardica, sono stati trattati con lo schema ablativo chirurgico interamente endocardico.

La durata media del tempo di clampaggio aortico è stato di 75.8 ± 19.2 min, di cui 6.5 ± 3.2 min sono stati impiegati per effettuare le lesioni endocardiche. Il tempo medio di circolazione extracorporea è stato di 111.6

± 23.8 min. Non sono state riscontrate complicazioni legate alla procedura.

Il sanguinamento postoperatorio medio è stato di 387.5 ± 265.4 ml. In 6 pazienti (2.9%) è stata necessaria una revisione chirurgica per sanguinamento.

La durata media della degenza postoperatoria in terapia intensiva è stata di 1.9 ± 2.9 giorni. I pazienti sono stati dimessi 6.8 ± 4.7 giorni dopo l'intervento.

La sopravvivenza cumulativa a 4 anni è stata del 94% (IC 95% 88-99%), mentre la libertà da eventi ischemici cerebrali è stata del 98% (IC 95% 96-100%).

Ripristino del ritmo sinusale e recupero della funzione atriale. Dei 206 pazienti trattati, 156 (76%) hanno recuperato il ritmo sinusale dopo l'intervento. Durante la degenza postoperatoria 90 pazienti (44%) hanno sviluppato aritmie, tra cui fibrillazione atriale, flutter atriale e tachicardie atriali. Dopo circa 3 mesi dall'intervento il ritmo cardiaco si è stabilizzato.

La libertà dall'evento fibrillazione atriale è stata riscontrata nel 74% dei pazienti a 4 anni di follow-up (Fig. 1). Tutti i pazienti che presentavano preoperatoriamente fibrillazione atriale parossistica hanno recuperato un ritmo sinusale stabile, mentre dei 182 pazienti in fibrillazione atriale cronica, 142 pazienti (78%) erano in ritmo sinusale stabile all'ultimo follow-up. In un paziente si è reso necessario l'impianto di un pacemaker definitivo.

Tredici pazienti (6.4%) hanno sviluppato flutter atriale dopo la dimissione e sono stati trattati con ablazione per via percutanea con radiofrequenza dell'istmo cavo-tricuspidalico.

Tutti i controlli eseguiti dopo 3 mesi dall'intervento hanno mostrato un'efficace ripresa della contrattilità di entrambe le camere atriali, definita come un'onda A > 10 cm/s⁶.

Tabella III. Procedure chirurgiche associate al trattamento ablativo della fibrillazione atriale nei pazienti in studio.

Plastica mitralica	82 (39.8%)
Commissurotomia mitralica	22 (10.7%)
Sostituzione valvolare mitralica	99 (48.1%)
Riparazione di leak periprotetico	1 (0.5%)
Anuloplastica tricuspidalica	61 (29.6%)
Sostituzione valvolare aortica	8 (3.9%)
Riparazione di difetto interatriale	6 (2.9%)
Rivascolarizzazione miocardica	1 (0.5%)
Sostituzione dell'aorta ascendente	2 (1%)
Due o più procedure associate	71 (34.5%)

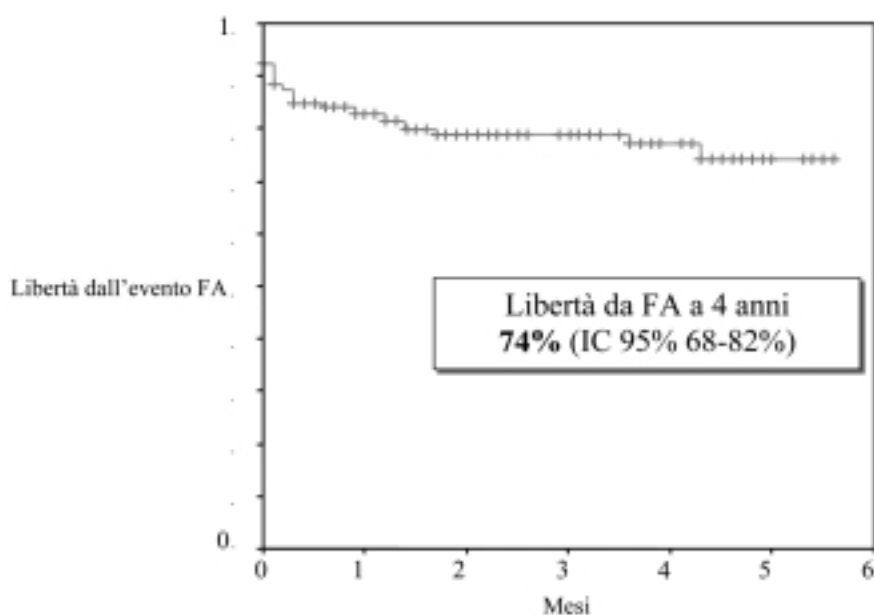


Figura 1. Libertà dall'evento fibrillazione atriale (FA).

All'ultimo follow-up il valore medio della velocità di picco della contrazione atriale (onda A) era 62 ± 40 cm/s per il flusso transmitralico e 42 ± 26 cm/s per il flusso transtricuspidalico; il valore medio del rapporto tra velocità di picco di riempimento diastolico precoce (onda E) e la velocità di picco della contrazione atriale (rapporto E/A) era 1.6 ± 1.1 per il flusso transmitralico e 1.1 ± 0.7 per il flusso transtricuspidalico.

Rispetto al preoperatorio, il diametro trasverso atriale sinistro a 4 anni di follow-up si presentava ridotto in tutti i pazienti, con una media di 47.5 ± 8.58 mm.

Discussione

Negli ultimi anni sono state proposte molte tecniche chirurgiche per il trattamento della fibrillazione atriale isolata o associata a patologie cardiache organiche, nel tentativo di minimizzare i rischi chirurgici e ottenere risultati soddisfacenti sul recupero del ritmo sinusale e della contrattilità atriale.

L'approccio prevalentemente epicardico che è stato utilizzato nello schema ideato nel nostro istituto costituisce un'alternativa molto promettente per il trattamento chirurgico della fibrillazione atriale combinata a patologie cardiache organiche: a livello endocardico vengono effettuate solamente 2 linee di ablazione, fattore che permette di limitare notevolmente il tempo di clampaggio aortico necessario per la procedura di ablazione.

Non vengono effettuate incisioni chirurgiche aggiuntive, a parte l'atriotomia convenzionale necessaria per accedere all'atrio sinistro; di conseguenza questa procedura non aumenta il rischio di sanguinamento rispetto ad interventi standard di chirurgia a cuore aperto. Inoltre, effettuando quasi tutte le lesioni sulla superficie epicardica, si evita il trauma da calore sull'endocardio, che può essere causa di fenomeni tromboembolici. Il limite maggiore dell'utilizzo di questa metodica è l'impossibilità di documentare con certezza la transmuralità delle lesioni che vengono create.

A 4 anni dall'intervento il 74% dei pazienti arruolati nello studio è stabilmente in ritmo sinusale. I risultati delle procedure di ablazione limitate all'atrio sinistro sono sostanzialmente simili a quelli dello studio qui descritto¹⁻³.

Soltanto la *maze procedure* si è dimostrata più efficace nel curare definitivamente la fibrillazione atriale associata a trattamento di altre patologie cardiache organiche. Kim et al.⁷ riportano un successo del 90% nel ripristino del ritmo sinusale. La *maze procedure* porta però ad un notevole allungamento dei tempi chirurgici ed espone il paziente ad un alto rischio di sanguinamento per le molte incisioni e risuture che vengono eseguite, soprattutto se in associazione al trattamento chirurgico di altre patologie cardiache⁸.

Nel trattare la fibrillazione atriale, uno dei principali obiettivi è il recupero della funzione contrattile atriale.

Con la *maze procedure* il recupero della contrattilità atriale è stato ottenuto, secondo diversi studi, in una percentuale di pazienti variabile fra il 63 e il 90%^{9,10}. Altri autori hanno riportato in letteratura percentuali di recupero della contrattilità atriale sinistra < 100%, eccetto Nitta et al.¹¹, che tuttavia hanno descritto la tecnica dell'approccio radiale su un numero molto limitato di pazienti.

Nella nostra casistica tutti i pazienti in cui la procedura ha permesso il ripristino del ritmo sinusale hanno recuperato completamente la funzione atriale. La differenza nel recupero della contrattilità atriale fra la *maze procedure* e la strategia ablativa utilizzata in questo istituto può essere spiegata dal limitato numero di incisioni e dalla minima esclusione elettromeccanica di aree della parete atriale.

Durante la procedura è stata posta particolare attenzione al fine di evitare il verificarsi di alcune complicanze maggiori, descritte in letteratura, fra cui lesioni dell'arteria circonflessa e dell'esofago¹²⁻¹⁵. Mediante l'infusione di cardioplegia a basso flusso per via retrograda, si riduce il rischio di trauma da calore alle coronarie. È inoltre possibile adattare lo schema ablativo alla specifica anatomia coronarica del paziente, per ridurre ulteriormente il rischio di traumatizzare un ramo coronarico principale nel solco atrioventricolare¹⁶. La lesione che unisce i 2 *encircling* viene effettuata sulla parete postero-superiore dell'atrio sinistro, in modo tale da ridurre il contatto con il mediastino posteriore, e quindi con l'esofago. Un'altra possibile complicanza di cui è necessario tenere conto nel trattamento ablativo con radiofrequenza è la stenosi delle vene polmonari, che può essere provocata dalla cicatrizzazione del tessuto sottostante la lesione ablativa. Al fine di non incorrere in questa grave complicanza, l'*encircling* polmonare deve essere eseguito a livello del tessuto atriale che circonda l'ostio delle vene polmonari, evitando di eseguire le lesioni ablative sulle vene polmonari stesse. Allo scopo di diminuire il rischio di sviluppo di eventi tromboembolici nel caso di una recidiva di fibrillazione atriale, l'auricola viene suturata in tutti i pazienti.

Il ripristino del ritmo sinusale e il recupero della contrattilità atriale permettono la sospensione del trattamento anticoagulante e antiaritmico dopo 6 mesi dall'intervento nei pazienti sottoposti a chirurgia riparativa mitralica o a sostituzione valvolare con protesi biologica, migliorando la qualità della vita.

Il trattamento della fibrillazione atriale ha influito sul miglioramento della sintomatologia dei pazienti con recupero del ritmo sinusale. Infatti nella nostra esperienza, ad un follow-up medio di 23 ± 17 mesi, abbiamo osservato una riduzione della classe funzionale NYHA e del numero di pazienti sintomatici per palpazioni.

In conclusione, i dati raccolti finora suggeriscono dunque che l'ablazione intraoperatoria con catetere a radiofrequenza, eseguita prevalentemente sulla superfi-

cie epicardica, è una procedura efficace nel ripristinare il ritmo sinusale e la contrattilità atriale in pazienti affetti da fibrillazione atriale e candidati a chirurgia elettiva per una patologia cardiaca organica.

La procedura è tecnicamente molto semplice, facilmente riproducibile e prevede dei tempi chirurgici molto limitati, potendo quindi essere effettuata in tutti i pazienti in fibrillazione atriale durante interventi chirurgici a cuore aperto.

La discrepanza esistente fra i risultati della *maze procedure* e quelli raccolti in questo studio, in termini di ripristino del ritmo sinusale, pone come obiettivo primario per il prossimo futuro quello di riuscire ad eseguire delle lesioni completamente transmurali anche senza l'utilizzo di una tecnica che preveda incisioni a tutto spessore e risuture. I nuovi device attualmente in corso di sperimentazione dovrebbero infatti portare ad una migliore transmuralità delle lesioni e ad una notevole ulteriore riduzione dei tempi di ablazione.

Per mezzo di studi elettrofisiologici intraoperatori sarà possibile accertarsi della transmuralità delle lesioni e della presenza di eventuali porzioni di tessuto non completamente interessate dalla lesione ablativa, attraverso cui possano svilupparsi dei circuiti di rientro. Durante lo stesso studio queste soluzioni di continuo potranno quindi essere completate mediante ablazione per via endovascolare¹⁷.

La possibilità di eseguire l'ablazione completamente sulla superficie epicardica è in grado di aprire la strada verso una chirurgia della fibrillazione atriale totalmente a cuore battente e successivamente anche con approcci sempre meno invasivi. Questo potrebbe portare entro breve tempo anche al trattamento appropriato della fibrillazione atriale isolata, che ad oggi può essere trattata chirurgicamente soltanto per mezzo di interventi a cuore aperto, esponendo il paziente a rischi non trascurabili e sicuramente non ben accettati dal paziente stesso.

Riassunto

Razionale. Negli ultimi anni gli approcci limitati all'atrio sinistro hanno subito una rapida diffusione grazie alla semplicità di esecuzione, alla riproducibilità e al minor trauma chirurgico rispetto alle tecniche tradizionali. Riportiamo i risultati a distanza dello schema ablativo sinistro intraoperatorio con radiofrequenza, ideato dal nostro gruppo, per il trattamento della fibrillazione atriale.

Materiali e metodi. Dal febbraio 1998 all'agosto 2002, 206 pazienti (età media 59.1 ± 10.2 anni), candidati a chirurgia a cuore aperto, sono stati sottoposti a trattamento combinato della fibrillazione atriale. In 163 pazienti (79.1%) è stato possibile eseguire lo schema ablativo sinistro epicardico, mentre in 43 pazienti (20.9%) è stato necessario eseguire l'intero schema ablativo a livello endocardico.

Risultati. Tutti i pazienti eccetto 3 sono stati sottoposti a chirurgia mitralica (104 riparazioni e 99 sostituzioni). La mortalità ospedaliera è stata dell'1.9%. La curva attuariale della libertà dall'evento fibrillazione atriale mostra che circa il 78% dei pazienti era in ritmo sinusale a 2 anni e il 74% dei pazienti a 4 anni. A 4 anni la sopravvivenza cumulativa è del 94%, mentre la libertà da eventi ischemici cerebrali è del 98%. Tutti i pazienti con un ritmo sinusale stabile dopo 3 mesi dall'intervento hanno recuperato anche la funzione meccanica di entrambi gli atri.

Conclusioni. L'ablazione intraoperatoria con approccio limitato all'atrio sinistro sembra essere efficace nel ripristinare il ritmo sinusale e la normale funzione meccanica atriale. Il trattamento chirurgico combinato della fibrillazione atriale dovrebbe essere dunque considerato in tutti i pazienti candidati ad interventi chirurgici a cuore aperto.

Parole chiave: Chirurgia mitralica; Fibrillazione atriale; Radiofrequenza.

Bibliografia

1. Viganò M, Graffigna A, Ressa L, Minzioni G, Pagani F, Aiello M. Surgery for atrial fibrillation. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996; 10: 490-7.
2. Sueda T, Nagata H, Shikata H, Orihashi K, Morita S, Sueshiro M. Simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation associated with mitral valve disease. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1796-800.
3. Imai K, Sueda T, Orihashi K, Watari M, Matsuura Y. Clinical analysis of results of a simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 577-81.
4. Benussi S, Pappone C, Nascimbene S, et al. A simple way to treat chronic atrial fibrillation during mitral valve surgery: the epicardial radiofrequency approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17: 524-9.
5. Benussi S, Nascimbene S, Agricola E, et al. Surgical ablation of atrial fibrillation using the epicardial radiofrequency approach: mid-term results and risk analysis. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1050-7.
6. Yuda S, Nakatani S, Isobe F, Kosakai Y, Miyatake K. Comparative efficacy of the maze procedure for restoration of atrial contraction in patients with and without giant left atrium associated with mitral valve disease. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1097-102.
7. Kim KB, Cho KR, Sohn DW, Ahn H, Rho JR. The Cox-Maze III procedure for atrial fibrillation associated with rheumatic mitral valve disease. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 799-804.
8. Kawaguchi AT, Kosakai Y, Sasako Y, Eishi K, Kiyoharu N, Kawashima Y. Risks and benefits of combined maze procedure for atrial fibrillation associated with organic heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 985-90.
9. Itoh T, Okamoto H, Nimi T, et al. Left atrial function after Cox's maze operation concomitant with mitral valve operation. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 354-60.
10. Kim YJ, Sohn DW, Park DG, Kim HS, Oh BH, Lee MM. Restoration of atrial mechanical function after maze operation in patients with structural heart disease. *Am Heart J* 1998; 136: 1070-4.

11. Nitta T, Ishii Y, Ogasawara H, Sakamoto S, Miyagi Y, Yamada K. Initial experience with the radial incision approach. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 805-11.
12. Kottkamp H, Hindricks G, Autschbach R, et al. Specific linear left atrial lesions in atrial fibrillation: intraoperative radiofrequency ablation using minimally invasive surgical techniques. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 475-80.
13. Gillinov AM, Pettersson G, Rice TW. Esophageal injury during radiofrequency ablation for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 122: 1239-40.
14. Sueda T, Shikata H, Mitsui N, Nagata H, Matsuura Y. Myocardial infarction after a maze procedure for idiopathic atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 112: 549-50.
15. Berreklouw E, Bracke F, Meijer A, Peels KH, Relik D. Cardiogenic shock due to coronary narrowings one day after a Maze III procedure. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1065-6.
16. Benussi S, Nascimbene S, Calvi S, Alfieri O. A tailored anatomical approach to prevent complications during left atrial ablation. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 1979-81.
17. Pappone C, Oreto G, Rosanio S, Vicedomini G, Tocchi M, Gugliotta F. Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation: efficacy of an anatomic approach in a large cohort of patients with atrial fibrillation. *Circulation* 2001; 104: 2539-44.