

# Trattamento chirurgico delle aritmie associate a cardiopatia congenita

Gabriele Vignati

G Ital Aritmol Cardiol 2001;4:138-144

U.O. Cardiologia Pediatrica Dipartimento  
Cardiologico "A. De Gasperis", Ospedale  
Niguarda, Milano

## Introduzione

La terapia chirurgica delle aritmie, essendo particolarmente invasiva, ha sempre avuto un impiego limitato, trovando applicazione quasi esclusivamente nel trattamento di quelle forme aritmiche invalidanti o a elevato rischio e non responsive ai trattamenti convenzionali.<sup>1</sup> Con l'inizio poi degli anni Ottanta, in seguito alla introduzione e al successivo sviluppo delle metodiche di ablazione transcateretere, la terapia chirurgica delle aritmie ha conosciuto un periodo di progressivo abbandono. Tuttavia, negli ultimi anni, per vari motivi, si è assistito a una ripresa d'interesse verso questa metodica terapeutica.

Il miglioramento delle nostre conoscenze a riguardo della fisiopatologia del flutter<sup>2,4</sup> e della fibrillazione atriale<sup>5-7</sup> ha reso recentemente possibile, per il loro trattamento, la pianificazione di un approccio alternativo non farmacologico in caso di inefficacia della terapia medica.

Questo approccio alternativo sta via via aumentando il suo livello di efficacia non solo grazie agli enormi sviluppi delle metodiche di ablazione transcateretere, ma anche per le progressive migliorie apportate all'intervento di "maze" introdotto nella pratica corrente da Cox et al.<sup>8,9</sup> a partire dalla fine degli anni Ottanta. Tale procedura chirurgica, utilizzata con successo per il trattamento della fibrillazione atriale, sia isolata che associata a cardiopatia valvolare o ischemica,<sup>10,11</sup> ha subito negli ultimi anni sostanziali modifiche che hanno permesso di ridurre i lunghi tempi di esecuzione e la perdita della funzione contrattile atriale. Ciò è stato ottenuto con la riduzione del numero delle linee di incisione chirurgica e con la loro parziale sostituzione con linee di lesione determinate dall'azione della crioterapia<sup>12,13</sup> o della radiofrequenza.<sup>6,12,14</sup>

Le percentuali di successo del trattamento chirurgico della fibrillazione atriale sono ora comprese tra il 79 e il 97% a seconda delle varie casistiche e della durata del follow-up.<sup>8,10-13</sup>

Sulla scorta di questi risultati, un approccio simile è stato proposto anche per i pazienti con tachiaritmie sopraventricolari e cardiopatia congenita che richiede un trattamento chirurgico. L'esperienza in questo particolare gruppo di soggetti è molto limitata in quanto non solo sono poche le casistiche presenti in letteratura, ma esiguo è il numero di pazienti trattati.<sup>9,15-17</sup> Qui di

seguito abbiamo voluto analizzare i dati della letteratura e quelli della nostra personale esperienza per valutare le modalità di esecuzione delle varie procedure di trattamento intraoperatorio delle aritmie, per verificarne i risultati e per cercare di giungere a una pianificazione delle indicazioni all'impiego di tali procedure.

## Caratteristiche delle aritmie

Prima di analizzare i risultati delle procedure di trattamento intraoperatorio delle aritmie è importante ricordare quali sono le caratteristiche dei disturbi del ritmo che insorgono nei pazienti con cardiopatia congenita operata e non.

In questo gruppo di soggetti possono essere presenti vari tipi di aritmie ipercinetiche, sia sopraventricolari sia ventricolari. Sicuramente le forme sopraventricolari sono più frequenti in particolare nei pazienti con pregresso atto chirurgico eseguito a livello degli atri.

### Aritmie sopraventricolari preoperatorie

La dilatazione atriale conseguente a un sovraccarico di volume e/o pressione degli atri e/o dei ventricoli comporta la comparsa di aree di fibrosi miocardica. La fibrosi a sua volta si rende responsabile di una disomogeneità nella conduzione dello stimolo elettrico, che può favorire la comparsa del flutter e della fibrillazione atriale. L'incidenza di queste due aritmie è direttamente proporzionale all'entità della dilatazione atriale che a sua volta dipende dalla durata e dall'entità del sovraccarico di lavoro. Questo spiega perché, per esempio nei soggetti con difetti interatriali non operati, l'incidenza delle aritmie progressivamente cresce con l'età divenendo massima dopo i 40-50 anni di vita.<sup>15</sup>

Il tipo di aritmia presente è poi dipendente da quale cavità atriale viene interessata dalla dilatazione. Così mentre il flutter atriale è prevalentemente conseguente a una dilatazione atriale destra, la fibrillazione atriale può essere conseguente alla dilatazione sia dell'atrio destro sia di quello sinistro.

### Aritmie sopraventricolari postoperatorie

Le aritmie sono tra le più frequenti complicanze del trattamento chirurgico delle cardiopatie congenite. L'in-

tervento chirurgico solo in una minoranza di cardiopatie è realmente risolutivo, infatti nella maggior parte dei casi residuano anomalie che possono avere un impatto emodinamico anche significativo. L'atto chirurgico poi lascia delle cicatrici a livello miocardico. Le cicatrici insieme alle aree di fibrosi modificano l'eccito-conduzione venendo a creare un substrato aritmogenico che potrà poi essere attivato da un eventuale sovraccarico di pressione e/o volume.

Sebbene il flutter e la fibrillazione atriale ancora una volta possano manifestarsi in questo gruppo di pazienti, sono le tachicardie sopraventricolari da "rientro intraatriale", dette anche "incisionali", che rappresentano la forma aritmica di più frequente riscontro.<sup>18,19</sup> Le cicatrici a livello delle pareti atriali o del setto interatriale delimitano, con le strutture fibrose adiacenti, dei corridoi di tessuto protetto (istmi critici), nei quali spesso è possibile una conduzione rallentata e unidirezionale dello stimolo elettrico. Un tale substrato anatomico-funzionale predispone all'innescamento e al mantenimento di una tachicardia da macrorientamento localizzata a livello degli atri.

Gli "istmi critici" usualmente coinvolti in questi tipi di tachiaritmie sono diversi e sono riassunti nella Tabella I. Meno frequentemente le tachicardie da rientro intraatriale sono dovute a dei microrientamenti che possono realizzarsi per esempio nel contesto di una cicatrice, oppure tra due focolai di fibrosi miocardica tra loro attigui.<sup>18,20</sup> In base a queste caratteristiche anatomico-funzionali è facilmente comprensibile come nello stesso paziente possano coesistere vari tipi di tachicardie che utilizzano circuiti differenti e come l'interruzione di uno solo di questi circuiti spesso non sia curativa.

Sebbene le tachicardie "incisionali" possano manifestarsi in qualsiasi paziente che abbia una cicatrice atriale, sono più comuni in alcune cardiopatie rispetto ad altre.

I pazienti operati secondo la tecnica di Fontan classica o con una connessione cavopolmonare totale con condotto intracardiaco sono quelli a maggior rischio di sviluppare questo tipo di aritmie.<sup>16,21</sup> Infatti, in questi soggetti il substrato elettro-anatomico ha delle elevate probabilità di venir attivato dall'aumento delle dimensioni e delle pressioni atriali destre che usualmente conseguono all'intervento di Fontan o alle sue varianti. In questo gruppo di pazienti le tachicardie "incisionali" hanno generalmente un andamento cronico e sono mal

tollerate emodinamicamente influenzando negativamente sulla prognosi a lungo termine.

Altri pazienti in cui è relativamente frequente il riscontro di tachicardie "incisionali" sono quelli con trasposizione delle grandi arterie corretta con la tecnica di Mustad e Senning,<sup>22</sup> a causa delle numerose ed estese cicatrici atriali conseguenti a questo tipo d'intervento, e quelli con difetti interatriali nei quali le cicatrici si sommano alla dilatazione atriale che può rimanere significativa in particolare nei soggetti operati più tardivamente.<sup>23</sup>

Le tachicardie "incisionali" sono spesso poco responsive alla terapia farmacologica sia acutamente, quando è spesso necessario ricorrere alla cardioversione elettrica per la loro interruzione, sia in cronico in quanto rimane elevata l'incidenza di recidive anche con l'impiego di antiaritmici in associazione. Le procedure di ablazione intracavitaria hanno una buona efficacia spesso solo nel breve periodo e quasi esclusivamente nei soggetti senza importante dilatazione atriale.<sup>18-20,22</sup>

## Modalità di esecuzione del trattamento intraoperatorio delle aritmie

In letteratura il numero di soggetti con cardiopatia congenita avviati a un trattamento intraoperatorio delle aritmie contestualmente al trattamento della cardiopatia stessa è, come già ricordato, molto esiguo e limitato essenzialmente a due gruppi di pazienti: quelli con difetto interatriale e concomitante fibrillazione atriale<sup>15</sup> e quelli con pregresso intervento di Fontan e aritmie sopraventricolari recidive.<sup>16-17</sup>

Sebbene il tipo di tecnica chirurgica impiegata nelle

varie casistiche sia abbastanza differente, la sua finalità è quella di lesionare le regioni responsabili della genesi e del mantenimento delle varie forme aritmiche.

Il riconoscimento di queste regioni è generalmente basato sulla conoscenza acquisita del substrato anatomico-funzionale che è alla base delle singole forme aritmiche, piuttosto che sulla loro identificazione con varie tecniche di mappaggio pre- o intraoperatorio. Così il mappaggio può essere evitato nel flutter atriale, il quale è noto dipendere dalla regione compresa tra cava inferiore, seno coronarico e piano tricuspitale, infatti congiungendo tali strutture con linee di lesione è possibile l'interruzione definitiva dell'aritmia.<sup>3,4</sup>

Un accertamento elettrofisiologico non è neppure necessario nei casi di fibrillazione atriale che, quando associata a cardiopatia, richiede che vengano eseguite precise linee di lesione solo nell'atrio che si presenta dilatato,<sup>12,15</sup> come confermato ormai dai dati della letteratura.

Viceversa, qualche riserva potrebbe essere avanzata a riguardo delle tachicardie da rientro intraatriale, che possono essere trattate chirurgicamente, come anche nella nostra esperienza, senza un mappaggio preoperatorio.

Questo atteggiamento ha sicuramente dei limiti metodologici, ma nella prova pratica si è dimostrato valido soprattutto in termini di risultati ottenuti. A questo proposito va ricordato come in tutti i lavori presenti in letteratura, e questa è pure la nostra esperienza, venga sottolineata la necessità di eseguire linee di lesione che interrompano tutti i circuiti che possono essere alla base dei vari rientri.<sup>16,17</sup> D'altro canto una valutazione elettrofisiologica preoperatoria oltre a essere indagativa, a causa della dilatazione atriale che spesso è presente in questi pazienti, permetterebbe, come noto, di identificare solo alcuni dei circuiti attivabili, in quanto altri potrebbero rendersi evidenti solo dopo l'interruzione dei rientri più facilmente inducibili.<sup>18</sup> Il limite maggiore

### TABELLA I

#### Istmi critici alla base delle tachicardie da rientro intraatriale

- Istmo cavo-tricuspidale
- Istmo tra cresta terminale e sbocchi cavali
- Istmo tra eventuale cicatrice atriotomica e sbocchi cavali
- Istmo tra limbo superiore fossa ovale o tra bordo superiore patch interatriale e cava superiore
- Istmo tra limbo inferiore fossa ovale o bordo inferiore patch interatriale e piano tricuspitale
- Istmo tra cava superiore e anastomosi atriopolmonare (soggetti operati di Fontan)

della terapia chirurgica senza mappaggio è quello che sicuramente possono sfuggire i circuiti di microrientro e che potrebbero rendere ragione delle recidive di tachicardia osservate nel 21-38% dei soggetti trattati.<sup>16,17</sup> Questa evenienza può in parte essere ovviata, riducendo la massa di tessuto atriale potenzialmente aritmogena con una plastica riduttiva delle cavità atriali dilatate.<sup>16</sup> Di più difficile applicazione sarebbe invece un mappaggio intraoperatorio da ripetere dopo che tutti gli istmi critici sono stati trattati. Questo approccio, oltre a richiedere una strumentazione specifica non sempre disponibile, comporterebbe un ulteriore aumento della durata dell'intervento.

Come ricordato, le tecniche di trattamento intraoperatorio delle aritmie sono tra le più varie, anche perché risentono delle evoluzioni tecnologiche avvenute negli ultimi anni.

Quindi, accanto a lavori dove è ancora ampiamente utilizzata la tecnica di incisione della parete atriale,<sup>15</sup> ve ne sono altri in cui predominano le lesioni indotte con la crioterapia<sup>16,17</sup> oppure, come nella nostra esperienza, con la radiofrequenza.

In realtà l'approccio chirurgico al trattamento di queste specifiche aritmie è da considerarsi un approccio misto, dove accanto a lesioni eseguite con l'incisione della parete atriale vi sono quelle eseguite con la crioblazione o con la radiofrequenza.

Innanzitutto, è importante come viene eseguita l'atriotomia. Nei pazienti con cardiopatia congenita generalmente è l'atrio destro che viene interessato. In questi casi abbiamo sempre eseguito l'atriotomia lungo la cresta terminale, prolungando l'incisione sulle vene cave; in questo modo si risparmia di eseguire l'ablazione di tale regione come invece fatto da altri Autori,<sup>16</sup> che adottano un'apertura convenzionale dell'atrio destro. Sempre dal punto di vista chirurgico è importante che l'auricola destra venga sezionata e asportata, soprattutto nei casi in cui è presente fibrillazione atriale, e venga poi sempre eseguita una plastica riduttiva dell'atrio dilatato, in particolare nei pazienti in cui concomita tachicardia da rientro intraatriale.<sup>16,17</sup>

Per quanto concerne l'ablazione intraoperatoria, questa può essere ottenuta tanto col crioablattore quanto con la radiofrequenza. Con la prima metodica si eseguono linee di lesione punto a punto raffreddando il tessuto a  $-60^\circ$  per  $90''$  per ogni punto.<sup>13,16</sup> Questo tipo di

approccio ha lo svantaggio di essere lungo da eseguire, di lasciare delle lesioni di diametro ampio e di esporre alla possibilità di avere delle aree di tessuto vitale residuo comprese tra un punto di lesione e l'altro. In parte questi svantaggi sono stati superati, come nella nostra esperienza, con l'impiego della radiofrequenza. Questa è stata erogata utilizzando degli elettrocateri multipolari (Thermaline, Boston Scientific) appositamente adattati per l'impiego intraoperatorio.

Questi elettrocateri sono malleabili e quindi facilmente adattabili a tutte le superfici, sono composti di sette elettrodi selezionabili, che consentono di praticare linee di lesione sottili e della lunghezza desiderata in tempi brevi. Nella nostra esperienza le linee di lesione sono state praticate utilizzando temperature di  $70^\circ$  mantenute per  $90-120''$ . I principali svantaggi correlati a questa tecnica sono quelli propri della radiofrequenza, ossia il danneggiamento dell'endocardio con predisposizione quindi alla trombosi, evento però non verificatosi nella nostra esperienza, e la possibilità anche in questo caso di lasciare delle aree di tessuto vitale per l'inomogeneità delle lesioni eseguite.<sup>24</sup>

Nella Tabella II sono riassunte le linee di lesione più utilizzate nel trattamento intraoperatorio delle singole forme aritmiche.<sup>15-17</sup>

Nella nostra esperienza abbiamo adottato un approccio più esteso anche in presenza di aritmie semplici quali il flutter atriale tipico, in particolare se concomitava atriomegalia. In questi casi abbiamo associato alle lesioni tipiche dell'istmo cavo-tricuspidale, quelle estese sul setto interatriale soprattutto se concomitava un difetto interatriale oppure se vi era una dilatazione atriale importante. Questa strategia è stata eseguita nell'intento di prevenire l'eventuale insorgenza della fibrillazione atriale, anche se questa aritmia non era stata mai documentata.

Infine, nella nostra esperienza, abbiamo trattato a scopo puramente profilattico due pazienti asintomatici dal punto di vista aritmologico, ma che avevano una situazione potenzialmente aritmogena legata rispettivamente a un'atriomegalia destra conseguente a Fontan in fallimento e un'atriomegalia sinistra dovuta a un grave vizio mitralico congenito.

Nei pazienti sottoposti a conversione della Fontan classica a connessione cavopolmonare totale con contestuale trattamento delle aritmie può essere utile posi-

## TABELLA II

### Typo di trattamento nelle diverse aritmie e differenti cardiopatie

- a) Flutter e fibrillazione atriale (difetto interatriale o altre cardiopatie con dilatazione atriale destra):
- lesione tra seno coronarico e tricuspide;
  - lesione tra tricuspide e cava inferiore;
  - lesione tra bordo inferiore difetto interatriale e cava inferiore o in alternativa lesione del setto interatriale perpendicolare all'incisione atriale;
  - isolamento vene polmonari (non sempre eseguito);
  - lesione tra vene polmonari e anello mitralico (non sempre eseguito);
  - asportazione auricola destra e plastica riduttiva atrio destro.
- b) Tachicardia rientro intraatriale (Fontan):
- lesione tra cava inferiore e piano atrioventricolare;
  - lesione tra seno coronarico e cava inferiore;
  - lesione tra seno coronarico e piano atrioventricolare;
  - lesione lungo la cresta terminale sino agli sbocchi cavali;
  - lesione tra bordo superiore patch interatriale e cava superiore;
  - plastica riduttiva dell'atrio con asportazione auricola destra.

zionare un elettrodo epicardico a diluizione di steroidi a livello atriale.<sup>16</sup> Dopo l'intervento è infatti elevata la possibilità di avere una disfunzione sinusale significativa che a quel punto non sarebbe più possibile trattare col pacing endocavitario per l'impossibilità di raggiungere le cavità cardiache per via transvenosa.

## Risultati

I risultati della terapia chirurgica delle aritmie nei pazienti con cardiopatia congenita sono sicuramente buoni anche se i follow-up sono ancora troppo brevi per trarre delle conclusioni definitive (Tabella III). In ogni caso nel breve-medio termine l'efficacia di queste procedure si è mantenuta tra il 62 e il 95%<sup>15-17</sup> (79% nella nostra esperienza).

La mortalità operatoria osservata nelle varie casistiche è compresa tra lo 0 e il 7%<sup>15-17</sup> (13% nella nostra esperienza). La mortalità non è mai stata correlata a problematiche di tipo aritmologico o al trattamento delle aritmie, ma è dipesa dal trattamento chirurgico della cardiopatia di base. La mortalità, in tutte le casistiche, è stata ritrovata esclusivamente nei pazienti operati di conversione di una Fontan in fallimento, e quindi in pazienti emodinamicamente molto instabili e compromessi. Nella nostra esperienza la maggior mortalità osservata è stata probabilmente dovuta al fatto che sono

stati avviati a questo tipo d'intervento pazienti anche con disfunzione ventricolare significativa e quindi con un rischio di per sé molto elevato.

Sempre entro il primo anno postoperatorio sono state osservate recidive aritmiche nel 12-38% dei casi<sup>15,16</sup> (nel 21% nella nostra esperienza). I pazienti sottoposti a intervento di conversione della Fontan sono quelli a maggior rischio di sviluppare aritmie nel follow-up. Questo comportamento dipende dal fatto che l'intervento modifica solo parzialmente il substrato aritmogenico, in quanto residuano sia cicatrici che aree di fibrosi atriale, inoltre possono essere presenti aree di tessuto vitale nel contesto delle linee di lesione praticate; tutto ciò predispone alla comparsa di aritmie da rientro. È però importante sottolineare che in tutti i pazienti con recidive, sia nella nostra esperienza sia in quella di altri Autori, la terapia farmacologica è risultata efficace nella prevenzione di ulteriori tachiaritmie, cosa che non era mai stata possibile prima del trattamento chirurgico.

A proposito della terapia farmacologica, vi sono dati discordanti sulla necessità di proseguire una profilassi antiaritmica dopo l'intervento. Siamo del parere, riprendendo l'esperienza maturata nell'ambito del trattamento intraoperatorio della fibrillazione atriale associata a valvulopatia, che una profilassi antiaritmica sia utile nei primi 3-6 mesi dopo l'intervento.<sup>13</sup> Tale profilassi andrebbe iniziata immediatamente al termine dell'in-



TABELLA III

Risultati delle procedure del trattamento intraoperatorio delle aritmie

Autore	n. pz	Età (anni)	Tipo CC	Aritmia	Procedura	Mortalità	Efficacia acuta	Follow-up (anni)	Recidive tardive
Kobayashy	26	58 ± 9	DIA	FA	M+C	0%	96% (25/26)	2,7 ± 1,7	12% (3/25)
Mavrudis	14	14 ± 4	RedoFontan	TRA	C	7% (1/14)	100%	1,7 ± 1,6	38% (5/13)
Kawahna	4	21	RedoFontan	TRA	C	0%	100%	2,8 ± 2	0%
Vignati	22	23 ± 12	RedoFontan 15 pz Altro 7 pz	TRA 18 pz Flutter 2 pz	C 8 pz RF 14 pz	13% (3/22)	100%	1,3 ± 0,5	21% (4/19)

Tipo CC, tipo cardiopatia congenita; DIA, difetto interatriale; RedoFontan, conversione Fontan in connessione cavopolmonare totale extracardiaca; TRA, tachicardia rientro intraatriale; FA, fibrillazione atriale; M, maze; C, crioablazione; RF, ablazione con radiofrequenza.

tervento, in quanto è noto che nella prima settimana postoperatoria residua un'instabilità elettrica che potrebbe favorire la comparsa di aritmie. Questa instabilità elettrica è multifattoriale e dipende dall'edema cardiaco, dall'elevato livello di catecolamine circolanti, dall'irritazione miocardica secondaria alle lesioni praticate e non ultimo dal fatto che le lesioni eseguite non sono ancora evolute in una cicatrice stabile.<sup>25-27</sup> Il recupero del danno miocardico e la formazione di una cicatrice stabile richiedono generalmente 2-3 mesi di tempo, periodo durante il quale è possibile la scomparsa spontanea di quelle aritmie che sono recidivate subito dopo l'intervento.<sup>25,26</sup>

## Conclusioni

Nei pazienti con cardiopatia congenita che deve essere operata o rioperata e con concomitanti aritmie sopraventricolari, il trattamento contestuale intraoperatorio delle aritmie viene a rappresentare un nuovo modo di approcciare un problema spesso complesso e con soluzioni terapeutiche non ottimali.

Sebbene i follow-up siano brevi e le casistiche poco numerose, i risultati di questo approccio terapeutico sono sicuramente confortanti.

Al momento consideriamo che il trattamento intraoperatorio del flutter, della fibrillazione atriale e delle tachicardie da rientro intraatriale debba essere propo-

sto in tutti quei pazienti con queste forme aritmiche e che devono essere sottoposti a intervento cardiocirurgico. Nei soggetti operati di Fontan con aritmie non più controllabili dalle terapie convenzionali, vi sarebbe indicazione alla conversione della Fontan in connessione cavopolmonare totale e contestuale ablazione degli istmi critici, anche in assenza di altri elementi indicativi di un cattivo funzionamento della Fontan stessa. In questo particolare gruppo di pazienti andrebbe però attentamente valutata la funzione ventricolare, in quanto se compromessa verrebbe a rappresentare un fattore di rischio elevato e tale da orientare verso soluzioni terapeutiche più radicali come il trapianto cardiaco.

Sebbene i pochi dati disponibili indichino un'utilità del trattamento intraoperatorio, nella profilassi delle tachiaritmie sopraventricolari nei soggetti con importanti dilatazioni atriali ma asintomatici al momento dell'intervento, saranno necessari studi controllati su un numero adeguato di pazienti prima di estendere l'impiego delle procedure di ablazione intraoperatoria anche a questo particolare gruppo di soggetti.

Infine, i nostri dati confermano che nella maggior parte dei pazienti la terapia chirurgica può essere eseguita con buona efficacia senza dover ricorrere a un mappaggio pre- o intraoperatorio, purché al momento dell'intervento, in base al tipo di aritmia presente venga praticato un suo trattamento estensivo.

Per quanto concerne le tecniche di ablazione intra-

operatoria, sebbene la maggior esperienza si abbia con la crioablazione, la radiofrequenza sembrerebbe avere, rispetto a questa, alcuni vantaggi quali la maggior precisione e la maggior rapidità di esecuzione. Tuttavia, per confermare l'effettiva superiorità della radiofrequenza sulla crioablazione saranno necessari ancora una volta studi controllati con casistiche più numerose rispetto a quelle sino a ora disponibili.

## Bibliografia

1. Cooley DA, Crawford FA. Surgical treatment of tachyarrhythmias. In: Gillette PC, Garson A jr (eds): *Pediatric arrhythmias electrophysiology and pacing*. Philadelphia, WB Saunders Company, 1990;580-590.
2. Shah DC, Jais P, Haissaguerre M, et al. Three dimensional mapping of the common atrial flutter circuit in the right atrium. *Circulation* 1997;96:3904-3912.
3. Olshansky B, Okumura K, Hess PG, Waldo AL. Demonstration of an area of slow conduction in the human atrial flutter. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:1639-1648.
4. Cosio FG, Lopez Gil M, Goicolea A, et al. Radiofrequency ablation of the inferior vena cava-tricuspid valve isthmus in common atrial flutter. *Am J Cardiol* 1993;71:705-709.
5. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Eng J Med* 1998;339:659-666.
6. Gaita F, Riccardi R, Calò L, et al. Atrial mapping and radiofrequency catheter ablation in patients with idiopathic atrial fibrillation: electrophysiologic findings and ablation results. *Circulation* 1998;97:2136-2145.
7. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC. Right and left atrial radiofrequency catheter therapy of paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1996;7:1132-1134.
8. Cox JL, Shuessler RB, F'Agostino HJ, et al. The surgical treatment of atrial fibrillation III. Development of a definitive surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991;101:569-592.
9. Cox JL, Boineau JP, Shuessler RB. An 8 1/2-years clinical experience with surgery for atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 1996;224:267-273.
10. Kamata J, Kawazoe K, Izumoto H, et al. Predictors of sinus rhythm restoration after Cox Maze procedure concomitant with other cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 1997;64:394-398.
11. Kosakai Y, Kawaguchi AT, Isobe F, et al. Modified maze procedure for patients with fibrillation undergoing simultaneous open heart surgery. *Circulation* 1995;92(Suppl 2):359-364.
12. Chen MC, Guo BF, Chang JP, Yoh KH, Fun M. Radiofrequency and cryoablation of atrial fibrillation in patients undergoing valve operations. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1666-1672.
13. Gaita F, Gallotti R, Calò L, et al. Limited posterior atrial cryoablation in patients with chronic atrial fibrillation undergoing valvular heart surgery. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:159-166.
14. Kottkamp H, Hindricks G, Hamel D, et al. Intraoperative radiofrequency ablation of chronic atrial fibrillation: a left atrial curative approach by elimination of anatomic "anchor" reentrant circuits. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999;10:772-780.
15. Kobayashi J, Yamamoto F, Nakano K. Maze procedure for atrial fibrillation associated with atrial septal defect. *Circulation* 1998;98(Suppl 2):399-402.
16. Mavrudis C, Backer CL, Deal BJ, Johnsrude CL. Fontan conversion to cavopulmonary connection and arrhythmia circuit cryoablation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115:547-556.
17. Kawahura Y, Uemura H, Yagihara T, et al. Renewal of the Fontan circulation with concomitant surgical intervention for atrial arrhythmias. *Ann Thorac Surg* 2001;71:919-921.
18. Delacretaz E, Ganz LI, Soejima K, et al. Multiple atrial macroreentry circuits in adults with reaped congenital heart disease: entrainment mapping combined with three-dimensional electroanatomic mapping. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1665-1676.
19. Baker BM, Lindsay BD, Bomberg BJ, et al. Catheter ablation of clinical intratrial reentrant tachycardias resulting from previous atrial surgery: localizing and transecting the critical isthmus. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:411-417.
20. Paul T, Windhagen-Mahnen B, Kriebel T, et al. Atrial reentrant tachycardia after surgery for congenital heart disease. Endocardial mapping and radiofrequency catheter ablation using a normal, non contact mapping system. *Circulation* 2001;103:2266-2271.
21. Gewillig M, Wyse RK, de Laval MR, Deanfield JE. Early and late arrhythmias after the Fontan operation: predisposing factors and clinical consequences. *Br Heart J* 1992;67:72-79.
22. Van Hare GF, Lesh MD, Ross BA, et al. Mapping and radiofrequency ablation of intraatrial reentrant tachycardia after Senning or Mustard procedure for transposition of the great arteries. *Am J Cardiol* 1996;77:985-991.
23. Murphy JG, Gersh BJ, McGoon MD, et al. Longterm outcome after surgical repair of isolated atrial septal defect. *N Engl J Med* 1990;323:1645-1650.
24. Rodriguez LM, Leunissen J, Hoekstra A, et al. Transvenous cold mapping and cryoablation of the AV node in dogs: observations of chronic lesion and comparison to those obtained using radiofrequency ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1998;9:1055-1061.
25. Melo JQ, Neves J, Adrago P, et al. When and how to report results of surgery on atrial fibrillation. *Eur J Cardiovasc Surg* 1997;12:739-745.
26. Jessurun ER, Van Henel NM, Defawn JAMT, et al. Results of maze surgery for lone paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2001;101:1559-1567.
27. Tielman RG, Van Gelder IC, Crijns HJGM, et al. Early recurrences of atrial fibrillation after electrical cardioversion: a result of fibrillation-induced electrical remodelling of the atria? *J Am Coll Cardiol* 1998;31:167-173.

### Indirizzo per la corrispondenza

Gabriele Vignati  
Via Ovada, 43  
20142 Milano  
Tel 02/8910715  
Fax 02/64442953  
e-mail: famvi@iol.it