

REVIEW

Flutter atriale atipico Tecniche di mappaggio e ablazione transcatetere Ruolo dell'imaging

Paolo Della Bella, Gaetano Fassini

G Ital Aritmol Cardioslim 2006;3:133-142

Centro Cardiologico Monzino,
Università degli Studi di Milano

Introduzione

Le forme di tachiaritmia atriale comprese nella definizione di flutter atriale atipico – tachicardia atriale regolare caratterizzata da macrorientro non dipendente dall'istmo cava-tricuspidale, e durante il quale l'attivazione endocavitaria atriale comprende tutta la lunghezza del ciclo, in assenza di intervallo silente diastolico – presentano diverse peculiarità che condizionano un'evoluzione continua della classificazione e delle linee guida di trattamento. La definizione classica di aritmia transitoria, instabile e associata a cardiopatia strutturale – in particolare le forme atriali destre legate per lo più a progressiva atriotomia, le sinistre nel contesto di valvulopatia¹ – è stata ampiamente rivista in tempi recenti, principalmente in relazione all'elevata incidenza di aritmia iatrogena conseguente alle procedure di isolamento delle vene polmonari e ablazione lineare in atrio sx;^{2,3} almeno il 20% dei casi di flutter atriale comprende, sia come manifestazione clinica sia come aritmia indotta allo studio elettrofisiologico, una forma atipica.¹ Tale dato è destinato ad aumentare in virtù della diffusione delle procedure di ablazione della fibrillazione atriale.

Flutter atriale atipico destro

Era la forma prevalente nell'era pre-isolamento delle vene polmonari; è un'aritmia che generalmente si realizza nel contesto di progressiva atriotomia (postintervento cardiocirurgico) che rappresenta l'area cicatriziale attorno alla quale il macrorientro si sostiene. Altre condizioni in cui le alterazioni strutturali dell'atrio destro sono alla base dell'aritmia sono la displasia aritmogena del ventricolo destro e il cuore polmonare cronico; in queste condizioni il sito critico di lenta conduzione (target dell'ablazione) è rappresentato dalla parete laterale dell'atrio destro.

Dal punto di vista elettrofisiologico il flutter atipico destro è classificato in *lower loop reentry*, caratterizzato da circuitazione antioraria attorno all'imbocco della vena cava inferiore, generalmente a lenta conduzione a livello della cresta terminalis o del seno coronarico, *upper loop reentry*, caratterizzato da rientro orario tra l'anello tricuspidalico e la vena cava superiore, e *double wave reentry*, in cui due fronti d'onda percorrono nella medesima direzione il circuito di rientro, forma insta-

bile e transitoria inducibile mediante extrastimolo o battito prematuro atriale in corso di flutter atriale. La presenza di barriere anatomiche "acquisite", ovvero cicatrici chirurgiche e patch, è il presupposto fisiopatologico per la formazione di macrorientro atriale, posta la coesistenza di adeguati tempi di conduzione e trigger: un esempio è rappresentato dal flutter atriale settale successivo a correzione chirurgica o percutanea di difetto interatriale. È stato osservato che l'atriotomia rende tanto più verosimile l'occorrenza di macrorientro atriale quanto più è estesa verso la cava inferiore, posizionata anteriormente e diretta verticalmente.^{4,5}

Condizioni di verosimile minore importanza sono rappresentate da alcune tipologie di cardiopatia organica (displasia aritmogena, cuore polmonare cronico) o da esiti di correzione chirurgica di cardiopatia congenita (correzione di Tetralogia di Fallot, intervento di Fontan): caratteristica comune è la presenza di ampie aree di basso voltaggio a carico della parete laterale dell'atrio dx, all'interno delle quali le porzioni di miocardio sano rappresentano gli istmi di lenta conduzione alla base del circuito di macrorientro.

La caratterizzazione mediante mappaggio convenzionale del meccanismo alla base dell'aritmia e l'identificazione dei siti critici target per l'ablazione transcateretere sono da considerarsi sufficientemente adeguate in un numero limitato di casi: il mappaggio dell'atrio destro mediante catetere ventipolare (Halo) consente di studiare l'attivazione peritricuspidalica, e l'elettrocateretere da mappaggio e ablazione (generalmente quadripolare deflettibile) è spesso inadeguato per mappare la conduzione lungo la cresta terminale, la parete posteriore e l'anello delle vene cave (e soprattutto non consente il mappaggio *simultaneo* di tali strutture). L'approccio standard è pertanto applicabile, ma i tempi di esposizione fluoroscopica possono divenire lunghi, e non è possibile estrapolare dati sull'anatomia della camera di interesse, né avere una guida efficace nell'esecuzione di linee di lesione. È inoltre da considerare che talvolta le aree di blocco a livello della parete atriale dx, attorno alle quali può sostenersi un macrorientro, sono di tipo *funzionale* e, quindi, non identificabili con il solo mappaggio convenzionale.^{1,4}

Le metodiche di mappaggio non fluoroscopico (mappaggio elettroanatomico e mappaggio non contact) consentono di definire le aree di miocardio malato rico-

struendo virtualmente la camera di interesse, permettendo quindi di relazionare queste ultime con il meccanismo di base dell'aritmia, e guidano l'esecuzione di linee di lesione e ne verificano la continuità. In un recente studio, Tai et al.⁶ identificano due principali tipologie di rientro (single loop e double loop) nell'ambito del flutter atipico destro non relato a cardiopatia strutturale, dimostrando che mediante mappaggio non contact risultano possibili la definizione del circuito di rientro e la scelta del sito di ablazione. Il mappaggio elettroanatomico permette di ricostruire fedelmente la geometria atriale, e questa caratteristica appare particolarmente significativa nei casi di dilatazione, dove la deformazione della parete libera rispetto all'imbocco delle vene cave e all'anello tricuspidalico non è apprezzabile con precisione. Con tale metodica la localizzazione e l'estensione della zona/e cicatriziale/i vengono definite con precisione, così come la posizione relativa degli eventuali tratti di miocardio compresi tra le zone cicatriziali che possono fungere da substrato per molteplici morfologie. Le strategie di mappaggio in ritmo sinusale con ablazione ed eliminazione della conduzione lungo tali aree è una strategia volta al controllo delle molteplici morfologie di flutter che possono insorgere in tale contesto.⁷ Usualmente, tuttavia, l'indicazione principale all'utilizzo della tecnica elettroanatomica è il mappaggio di attivazione di forme di flutter stabile e monomorfo, per le quali è possibile discriminare il meccanismo di rientro rispetto a quello focale e conseguentemente dirigere l'ablazione sulla zona responsabile del mantenimento dell'aritmia. Analogamente, il supporto tridimensionale permette di localizzare il sito di ablazione e di rappresentarne lo svolgimento lineare. Il sistema non-contact permette di documentare, sempre su un modello tridimensionale dell'atrio destro generato con il catetere d'ablazione, lo svolgimento dinamico del fronte di attivazione di ogni singolo battito. Il sistema permette di apprezzare lo svolgersi del processo di depolarizzazione su tutta la superficie endocardica riprodotta, mediante lo studio di potenziali unipolari generati dall'elaborazione di molteplici elettrogrammi non a contatto registrati su 64 elettrodi; in analogia con quanto si verifica con la tecnica elettroanatomica, è possibile studiare e mappare aritmie regolari e stabili. Il campo di applicazione peculiare del sistema non contact, tuttavia, è rappresentato da aritmie di breve dura-

ta, polimorfe, o da meccanismi di rientro complesso quali per esempio quelli che si basano su rientri multipli con lo svolgersi simultaneo di più fronti di attivazione.

La casistica del nostro laboratorio è in linea con questi riscontri: nell'ambito di una popolazione non consecutiva di 85 pazienti affetti da flutter atipico destro (aritmia spontanea o riscontrata in laboratorio), il mappaggio non contact è risultato efficace nella definizione dell'aritmia clinica, e di eventuali altre forme transitorie indotte durante la procedura (Fig. 1-3). Analogamente, il mappaggio elettroanatomico, del quale esiste un'ampia letteratura che ne dimostra l'importanza, rappresenta una guida alle procedure di mappaggio e ablazione in particolare nel contesto di "miopatia" atriale, in presenza di più morfologie di flutter o in caso di refrattarietà a procedure ablativo convenzionali.^{1,4-6}

Allo stato attuale le metodiche di imaging (ricostruzione tridimensionale reale) non sono applicabili all'atrio di destra, in quanto non consentono di ottenere una volumetria adeguata.

Flutter atriale atipico sinistro

La differenziazione ECGrafica consente un'iniziale classificazione e si basa sostanzialmente sulla morfologia dell'onda F in V1, che in questo caso è difasica o positiva, e sulla polarità dell'onda F in D1 e aVL (ten-



FIGURA 1

denzialmente negativa). Il mappaggio convenzionale in atrio destro indicherà un'attivazione precoce a livello settale alto (fascio di Bachmann); le manovre di pacing da più siti nelle rispettive camere atriali e il rapporto tra tempo di attivazione atriale e ciclo della tachicardia sono generalmente conclusivi in termini diagnostici.^{1,8} La popolazione affetta da flutter atriale sinistro presenta più frequentemente cardiopatia strutturale (fino all'80%); spesso coesiste fibrillazione atriale, ed è molto frequente l'associazione con pregresso intervento di chirurgia valvolare.

Diverse strutture dell'atrio sinistro sono state ipotizzate in passato, e confermate in tempi recenti con l'ausilio del mappaggio elettroanatomico, come critiche per il mantenimento del flutter atriale sinistro: il seno coronarico, la parete posteriore dell'atrio sinistro, il tessuto perimitralico, l'area degli osti delle vene polmonari e il setto interatriale. Il ruolo del mappaggio non contact è minore in questo ambito, principalmente a causa delle difficoltà legate a posizionamento e stabilizzazione del catetere Ensite in atrio sinistro. L'approccio ablativo standard, con guida fluoroscopica, consiste nell'utilizzo di manovre di pacing (entrainment, intervallo post-pacing) e nel mappaggio endocardico (prematrità, presenza di elettrogrammi frazionati, elettrogrammi splittati lungo linee di blocco). L'ampia letteratura sull'argomento evidenzia la necessità di integrazione con il mappaggio elettroanatomico, posta la condizione necessaria (che rappresenta quindi un relativo limite della metodica) della presenza di tachicardia regolare e stabile: le aree caratterizzate da basso voltaggio (generalmente definito da un'ampiezza $<0,05$ mv) o assenza di segnale vengono definite cicatriziali e possono rappresentare la parte fissa attorno alla quale si sviluppa il macrorientro. Queste aree, un riscontro relativamente nuovo a livello atriale, sono state evidenziate in pazienti affetti da cardiopatia strutturale. Le casistiche maggiori hanno dimostrato la prevalenza di tali aree (circa il 50%) a livello della parete posteriore; le aree di blocco sono definite dalla registrazione di elettrogrammi splittati lungo una linea e/o un'area, e vengono rappresentate da sistema CARTO mediante due fronti di attivazione che collidono. Infine, le zone di lenta conduzione, caratterizzate da elettrogrammi continui plurifrazionati, sono rappresentate mediante la mappa di attivazione isocrona dall'aumento della densità delle aree di atti-

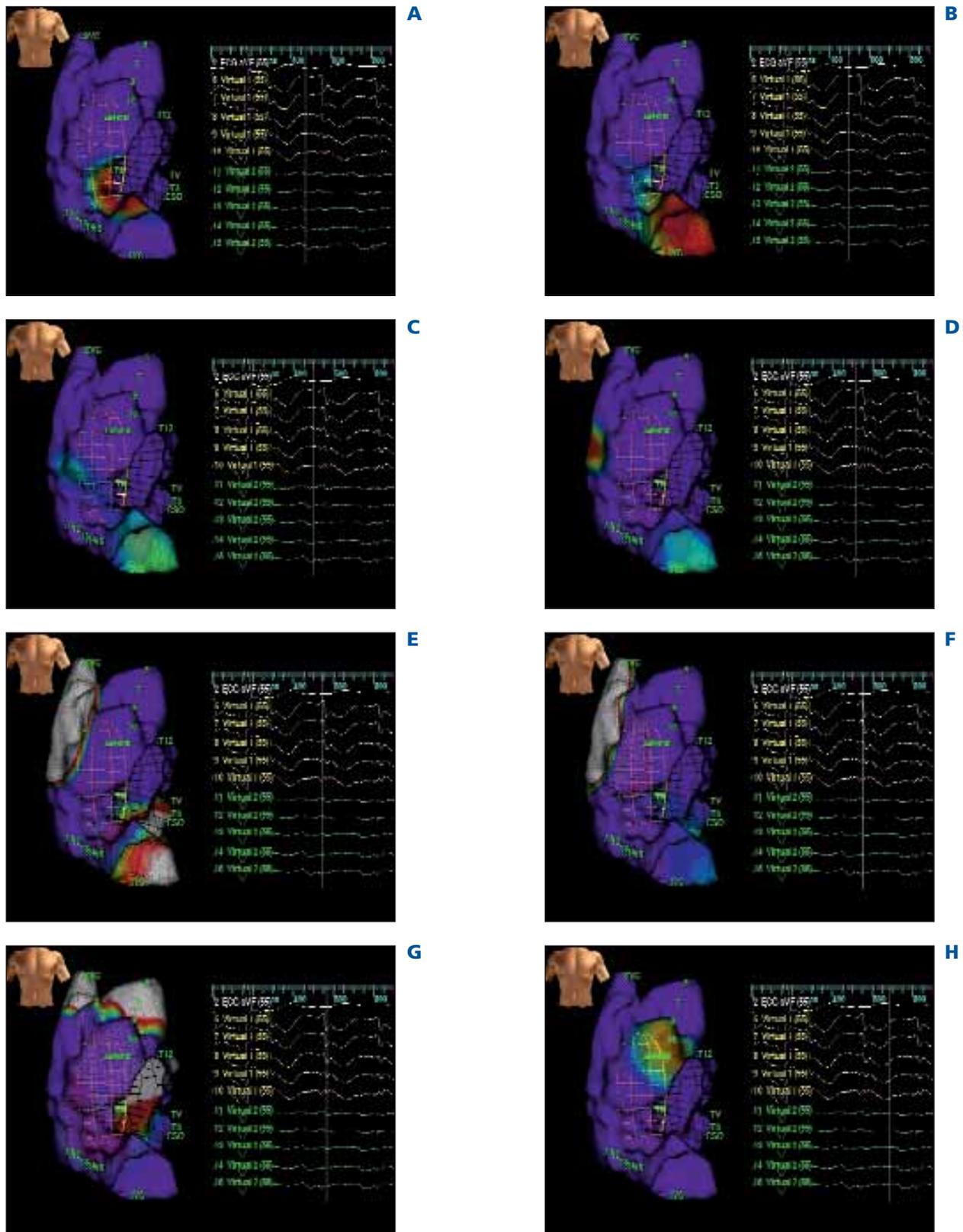


FIGURA 2

Flutter atriale atipico. Tecniche di mappaggio e ablazione transcateretere. Ruolo dell'imaging

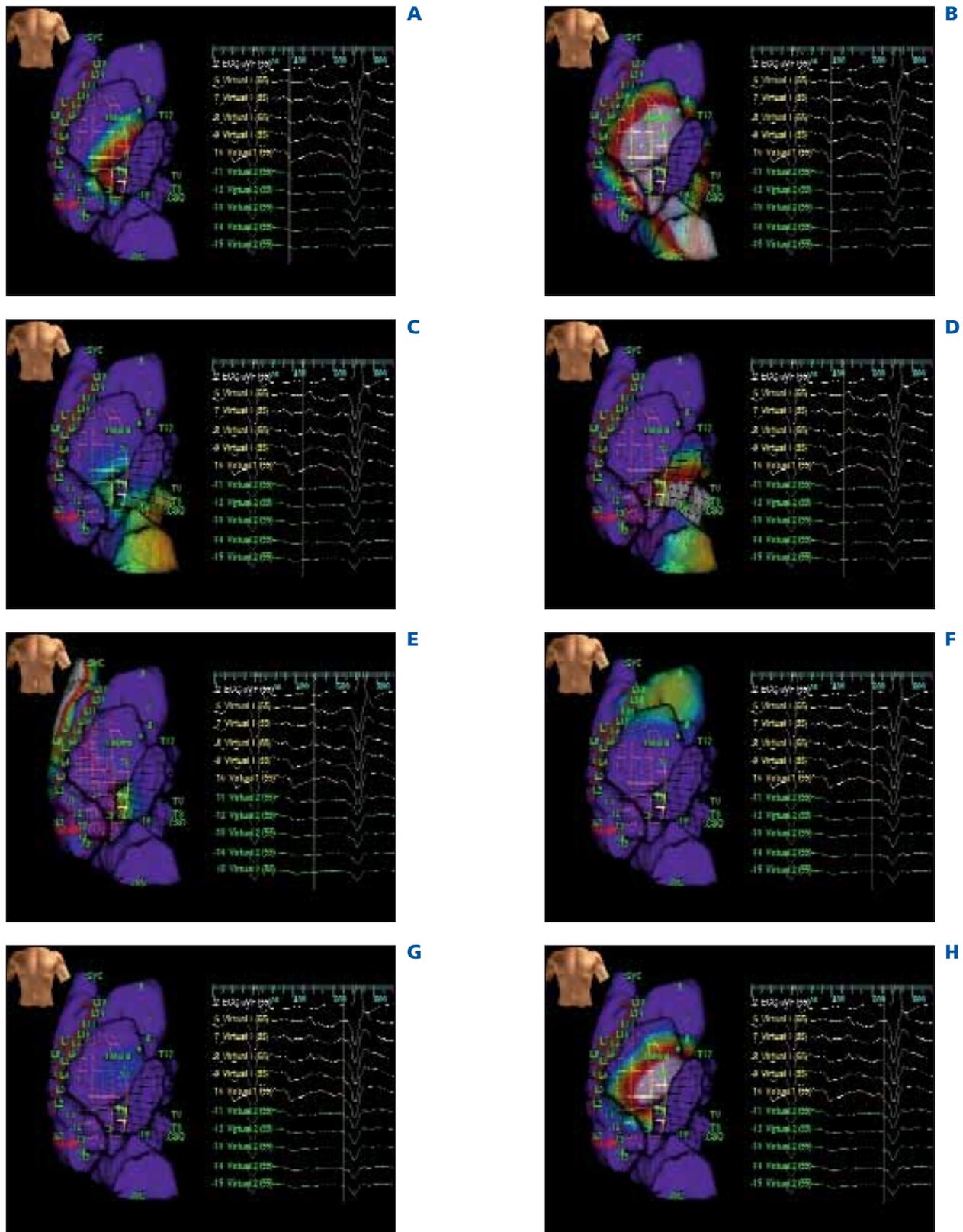


FIGURA 3

vazione locale (quantitativamente, una velocità di attivazione $<0,05$ cm/msec è definita lenta conduzione). Anche nell'ambito del flutter atriale sinistro è possibile identificare circuiti di rientro con loop singolo (prevalenti e perimitralici), loop multipli e microrientri (più rari), questi ultimi localizzati generalmente tra l'auricola e le vene polmonari sinistre o a livello settale.^{8,9} L'ablazione transcatetere consente il mantenimento del ritmo sinusale a lungo termine nel 70% circa dei pazienti; va considerato che un'elevata percentuale presenta cardiopatia strutturale, e che parte delle recidive può essere ascritta a fibrillazione atriale (la cui incidenza successivamente all'ablazione può arrivare al 21%). Le evidenze in letteratura depongono per l'utilizzo di catetere irrigato (necessario in caso di ablazione in aree con elevata impedenza o con maggiore spessore tissutale); l'ablazione consiste nell'applicazione di linee di lesione a livello dell'istmo del macrorientro; il sistema consente di verificare l'effettivo blocco bidirezionale lungo la linea di lesione. Alcuni Autori raccomandano in questi pazienti l'ablazione sistematica dell'istmo cava-tricuspidale.⁸

Flutter atriale atipico: forme iatrogene

Un aspetto che deriva dalla notevole diffusione della procedura di isolamento delle vene polmonari per il trattamento della fibrillazione atriale è l'insorgenza di flutter atriale sinistro, legata alla presenza di gap a livello dell'ostio o dell'antro delle vene polmonari.²⁻³ L'incidenza di tali aritmie iatrogene è da considerare in crescita, data la recente tendenza, quasi univoca, di effettuare la deconnessione in regione più prossimale ("antrale") per ridurre l'incidenza di stenosi delle vene polmonari. Le aree di gap possono derivare sia da deconnessione incompleta sia da ripresa parziale di conduzione ostiale; il riconoscimento di tali aritmie è fondamentale, anche per una corretta definizione dell'outcome, in quanto la documentazione ECG e i sintomi possono erroneamente deporre per inefficacia dell'ablazione di fibrillazione atriale. Un dato fondamentale è che tali aritmie iatrogene complicano qualunque tipo di approccio all'isolamento delle vene polmonari, cardiocirurgico,¹⁰ percutaneo mediante encircling o mediante isolamento guidato da catetere circonfrenziale: l'incidenza, in

questo ambito, varia dal 2,5 al 20%. In casi limitati tali aritmie sono state studiate con mappaggio elettroanatomico: oltre a un prevedibile meccanismo di macrorientro relato a linee di lesione o deconnessione incomplete, è stato ipotizzato anche un possibile meccanismo "focale" legato alla risoluzione del rimodellamento elettrico all'interno di un'area di bassi potenziali.

La tendenza all'aumento delle forme di flutter atipico iatrogeno è stata anche osservata nel corso dell'evoluzione dell'esperienza di ablazione di fibrillazione atriale presso il nostro laboratorio al Centro Cardiologico. Recidive in flutter atipico non erano state riscontrate nelle fasi iniziali dell'esperienza, caratterizzata da procedura di deconnessione ostiale.¹¹ L'introduzione di lesioni lineari ha comportato un aumento dell'incidenza di flutter atipico, non osservato nei pazienti con sola deconnessione delle vene polmonari o in caso di trattamento lineare completo, ovvero con documentazione di blocco bidirezionale lungo l'istmo mitralico sinistro. Al contrario, l'incidenza di forme di flutter atipico è stata dell'11% nei pazienti con lesione lineare incompleta.¹²

Nella più recente esperienza di ablazione transcatetere guidata da tecniche di integrazione dell'immagine precedentemente acquisite da TC su mappa elettroanatomica, il protocollo operatorio prevede un'ablazione più prossimale rispetto all'ostio delle vene polmonari, comprendente una porzione circonfrenziale di miocardio atriale prossimale allo sbocco di ogni vena polmonare (Fig. 4). Questa strategia ablativa comporta spesso l'eliminazione di una quota maggiore di tessuto potenzialmente aritmogeno, ma anche la possibile creazione di "istmi" protetti di miocardio atriale tra i mosti delle vene e l'anello mitralico, o intorno all'area perimetrale della zona di ablazione, possibile substrato di episodi di flutter atriale.¹³ Durante il follow-up sono stati documentati 5 episodi di flutter atriale atipico in 68 pazienti trattati con questa tecnica (7%). In tale contesto una procedura guidata da image integration risulta di fondamentale importanza nel ricondurre la localizzazione delle zone di gap, o dell'istmo responsabile del macrorientro, a una definita struttura anatomica. Tale informazione è infatti desumibile dall'analisi dei dettagli anatomici della parete libera dell'atrio sinistro, così come nel contesto dell'ostio delle vene o in particolari sedi preferenziali di localizzazione di istmi in corso di



FIGURA 4

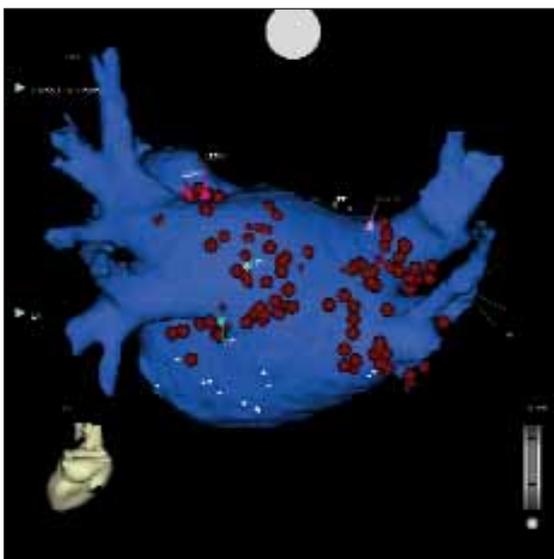
flutter atipico iatrogeno (membrana compresa tra l'auricola sinistra e la vena superiore; Fig. 4-6).

Flutter atriale atipico destro: ablazione guidata da mappaggio non contact

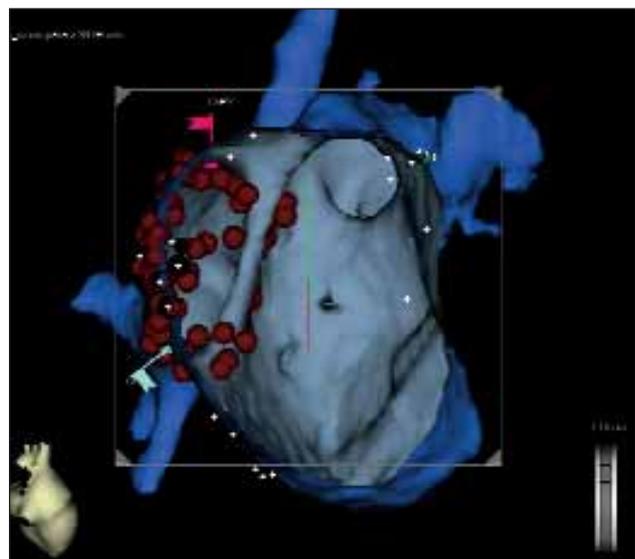
Nella Figura 1 è mostrata l'aritmia di presentazione di un paziente di sesso maschile, di 42 anni, sottoposto 4 anni prima a correzione chirurgica di Tetralogia

di Fallot; da circa 4 mesi era presente flutter atriale atipico persistente, resistente alla profilassi antiaritmica. I momenti cruciali dell'intero ciclo della tachicardia sono freezeati e rappresentati, in figura 2, da A ad H. In A e B si documentano momenti successivi dell'attivazione peritricuspidale in senso antiorario, suggestivi di un meccanismo di flutter tipico con rotazione antioraria. In C tuttavia si documenta dopo 20 msec l'insorgenza di un fronte secondario di propagazione diretto verso la parete laterale, anche se con voltaggi ridotti. In D è possibile osservare la prosecuzione di un fronte di attivazione come da flutter tipico, e simultaneamente una seconda attivazione che dalla parete laterale si dirige verso la parete superiore dell'atrio destro. La propagazione di entrambi i fronti d'onda di attivazione nelle successive fasi del ciclo è apprezzabile in E e in F. La collisione e la successiva fusione in un unico fronte d'onda dal tetto alla regione anterolaterale sono documentate in G, e successivamente in H è rintracciabile unicamente l'attivazione peritricuspidale seguita dall'attivazione come nel pannello A. L'importanza della modalità di attivazione dell'atrio sinistro in direzione cranio-caudale a opera del secondo fronte d'onda giustifica la polarità delle onde F nelle diaframmatiche, anche se è documentato un meccanismo peritricuspidalico.

In A (Fig. 3) nello stesso paziente i successivi 8 pannelli documentano la modificazione del quadro di attivazione intracavitario dopo una serie di lesioni volte a



A



B

FIGURA 5

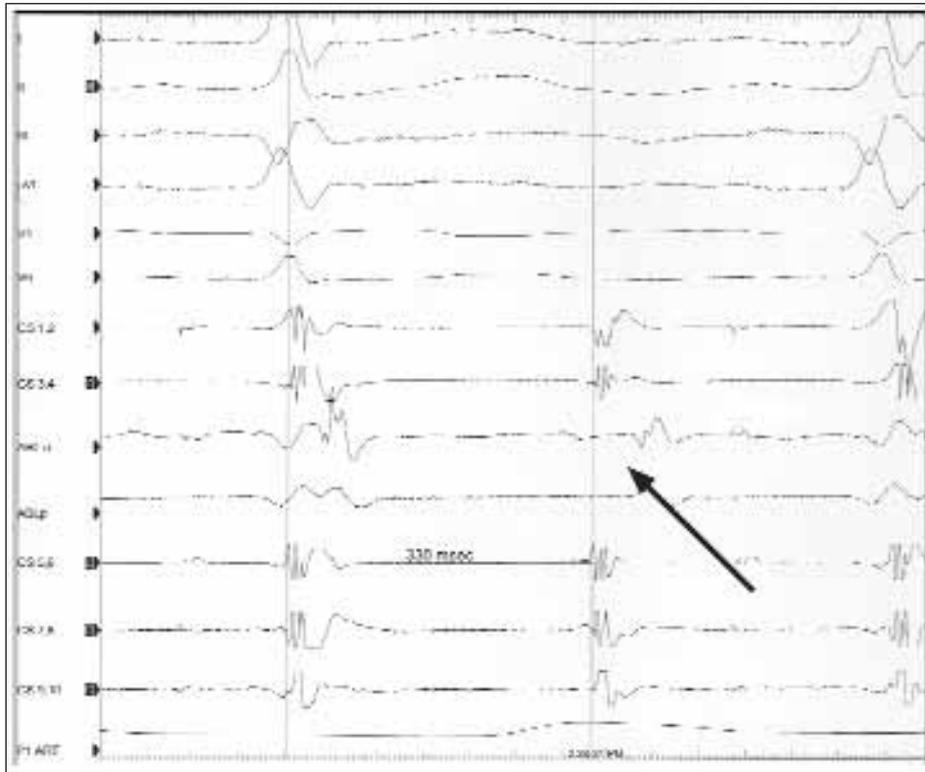


FIGURA 6



FIGURA 7

creare una linea di blocco per il fronte d'onda secondario (L1-L13). I pannelli da A ad H documentano che, per sovrapponibili fasi del ciclo, il meccanismo di rientro è unicamente peritricuspidale; il successivo completamento della lesione istmica comporta terminazione del flutter e il ripristino di ritmo sinusale stabile.

Flutter atriale atipico sinistro successivo a deconnessione delle vene polmonari: ablazione guidata da image integration (mappaggio elettroanatomico integrato a immagine tomografica multislice)

Paziente di 65 anni, affetto da fibrillazione atriale persistente e sottoposto a deconnessione delle vene polmonari guidata da CARTO MERGE; recidiva intraospedaliera di flutter atriale atipico (Fig. 4). Le Figure 5A e 5B si riferiscono alla procedura di deconnessione delle vene polmonari. Il pannello A offre una visione della parete posterolaterale dell'atrio sinistro: indicati dalle frecce i gap successivi alla procedura di deconnessione e potenzialmente responsabili di mantenimento di flutter sinistro. Le frecce evidenziano il setpimento di congiunzione tra auricola sinistra e vena polmonare superiore, sede in questo caso dell'istmo critico del flutter in esame, a livello del quale (Fig. 6, freccia) si identificano elettrogrammi splittati e anticipati; in tale sede (Fig. 7) si ottiene l'interruzione dell'aritmia.

La procedura di ablazione eseguita mediante CARTO MERGE (mappaggio elettroanatomico in real-time integrato con l'immagine della camera atriale sinistra ottenuta mediante TC multislice) ha permesso di identificare il circuito dell'aritmia sull'immagine tridimensionale così ottenuta (Fig. 5) e di localizzare l'istmo critico (Fig. 6: area di lenta conduzione con elettrogrammi ampiamente splittati e anticipati di circa 30 msec rispetto alla più precoce attivazione), consentendo l'interruzione dell'aritmia (Fig. 7).

Ablazione lungo l'istmo mitralico sinistro guidata da Carto Merge¹⁴

Paziente sottoposto a procedura combinata di ablazione per fibrillazione atriale e per flutter atriale atipico sinistro. In figura 8 e 9 è possibile apprezzare, mediante visuale laterale sinistra (Fig. 8) e interna (Fig. 9), la sequenza di polsi di radiofrequenza, erogati a livello endocardico (punti evidenziati) ed epicardico in seno

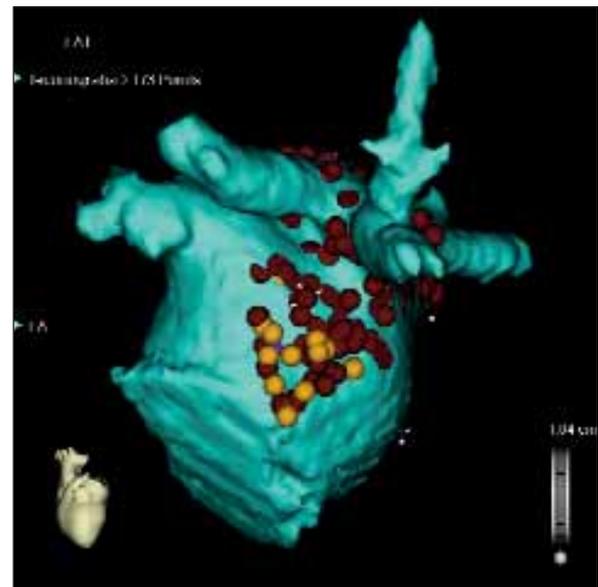


FIGURA 8



FIGURA 9

coronarico distale (punti gialli), volti a ottenere blocco bidirezionale lungo l'istmo mitralico sinistro (area compresa tra vena inferiore sinistra e anello mitralico).

Bibliografia

1. Della Bella P, Fraticelli A, Tondo C, et al. Atypical atrial flutter: clinical features, electrophysiological characteristics and response to radiofrequency catheter ablation. *Europace* 2002;4:241-253.
2. Villacastin J, Perez-Castellano N, Moreno J, et al. Left atrial flutter after radiofrequency catheter ablation of focal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003;14:417-421.
3. Mesas CE, Pappone C, Lang CCE, et al. Left atrial tachycardia after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation. Electroanatomic characterization and treatment. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1071-1079.
4. Shah D, Jais P, Haissaguerre M. Electrophysiological evaluation and ablation of atypical right atrial flutter. *Cardiac Electrophysiology Review* 2002;6:365-370.
5. Horlitz M, Schley P, Shin DI, et al. Identification and ablation of atypical atrial flutter. Entrainment pacing combined with electroanatomic mapping. *Z Cardiol* 2004;93:463-473.
6. Tai CT, Liu TY, Lee PC, et al. Non-contact mapping to guide radiofrequency ablation of atypical right atrial flutter. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1080-1086.
7. Nakagawa H, Shah N, Matsudaira K, et al. Characterization of re-entrant circuit in macroreentrant right atrial tachycardia after surgical repair of congenital heart disease: isolated channels between scars allow "focal" ablation. *Circulation* 2001;103:699-709.
8. Jais P, Hocini M, Weerasoryia R, et al. Atypical left atrial flutters. *Cardiac Electrophysiology Review* 2002;6:371-377.
9. Marrouche N, Natale A, Oussama W, et al. Left septal atrial flutter. Electrophysiology, anatomy, and result of ablation. *Circulation* 2004;109:2440-2447.
10. Thomas SP, Nunn GR, Nicholson IA, et al. Mechanism, localization and cure of atrial arrhythmias occurring after a new intraoperative endocardial radiofrequency ablation procedure for atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:442-450.
11. Della Bella P, Riva S, Fassini G, et al. Long-term follow-up after radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation: role of the acute procedure outcome and of the clinical presentation. *Europace* 2005;7(2):95-103.
12. Fassini G, Riva S, Chiodelli R, et al. Left mitral isthmus ablation associated with PV Isolation: long-term results of a prospective randomized study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005;16(11):1150-1156.
13. Ouyang F, Ernst S, Chun J, et al. Electrophysiological findings during ablation of persistent atrial fibrillation with electroanatomic mapping and double Lasso catheter technique. *Circulation* 2005;112(20):3038-3048.
14. Dukkipati S, Holmvang G, Ruskin J, Mansour M. Ablation of mitral-isthmus dependent atrial flutter using integration of real-time electroanatomic mapping with three-dimensional computed tomography. *Heart Rhythm* 2006;3(1):124.

Indirizzo per la corrispondenza

Paolo Della Bella
Centro Cardiologico Monzino
Università degli Studi di Milano
Via C. Parea, 4
20138 Milano
E-mail: paolo.dellabella@ccmf.it