

REVIEW

I flutter atriali post-chirurgici e post-ablazione

Roberto De Ponti, Raffaella Marazzi,
Fabrizio Caravati, Valerio De Sanctis,
Giuseppe Cannizzaro, Neva Agostini,
Jorge A. Salerno-Uriarte

G Ital Aritmol Cardiotim 2006;3:143-150

Dipartimento di Scienze Cardiovascolari, Ospedale
di Circolo e Fondazione Macchi, Università degli Studi
dell'Insubria, Varese

Aritmie atriali complesse: nuova frontiera dell'ablazione transcatetere

Dopo più di 15 anni di esperienza di ablazione transcatetere possiamo asserire che questa opzione terapeutica è il trattamento di prima scelta per le aritmie cardiache a substrato "stereotipato", quali la tachicardia reciprocante nodale, le aritmie da via accessoria atrio-ventricolare e il flutter atriale tipico comune.^{1,2} Infatti, in questo tipo di aritmie le procedure di elettrofisiologia interventistica ottengono ottimi risultati in centri qualificati, con rischi procedurali minimi e tempi accettabili. Al momento attuale, nell'ambito delle tachicardie sopraventricolari, la nuova frontiera è rappresentata da aritmie complesse quali i flutter atriali atipici e le tachicardie da macrorientro atriale post-incisionale o post-ablazione, in cui la strategia ablativa va pianificata sulla base di solidi dati ricavati da un accurato mappaggio. Specialmente nei pazienti con pregresso intervento chirurgico per cardiopatie congenite complesse e in presenza di multiple morfologie di aritmia, la procedura di ablazione può essere indaginoso, prolungata e avere un successo a breve e a lungo termine molto limitato, con un aumentato rischio di complicanze. Effettivamente, i risultati dell'ablazione transcatetere, basata sulle metodiche convenzionali di mappaggio, riportati inizialmente in questo tipo di pazienti erano promettenti, ma decisamente non ancora ottimali.³⁻⁶ Da questo deriva una certa riluttanza da parte dell'elettrofisiologo al trattamento di questo tipo di aritmie, in cui il successo dell'ablazione viene colloquialmente riportato tra il 50 e il 70%. D'altra parte questi pazienti, essendo solitamente affetti da importante cardiopatia organica, sono coloro verso i quali dirigere maggiormente i nostri sforzi per il trattamento delle tachicardie sopraventricolari di cui sono affetti, in quanto possono essere responsabili in questi casi di sintomi maggiori e/o del peggioramento della cardiopatia di base. Recentemente, esperienze di singoli centri⁷⁻¹² in un numero limitato di casi, eseguite utilizzando sistemi non convenzionali di mappaggio come supporto all'ablazione, hanno mostrato la possibilità di ottenere ottimi risultati, sia nei flutter atriali atipici sia nelle tachicardie da macrorientro atriale dopo chirurgia per cardiopatie congenite o acquisite.

Lungi dall'essere differenti per il meccanismo aritmogenetico, il flutter atriale atipico e la tachicardia da macrorientro atriale si differenziano per l'aspetto dell'elettrocardiogramma di superficie. Infatti, il flutter atriale atipico mostra onda P con andamento sinusoidale in assenza di linea isoelettrica in almeno una derivazione, con morfologia differente rispetto a quella del flutter atriale tipico comune o reverso.¹³ Ne consegue che il ciclo del flutter atriale atipico è solitamente più rapido, intorno a 220-250 msec, e la morfologia dell'onda P di superficie più complessa da distinguere rispetto alla tachicardia atriale, proprio per l'assenza di linea isoelettrica. È noto da anni^{14,15} che gli esiti cicatriziali di pregressa atriotomia chirurgica possono provocare un gap di conduzione lenta, situato tra il tessuto cicatriziale e una barriera anatomica naturale o acquisita, che può rappresentare un substrato perfetto per l'instaurarsi e il mantenersi di un macrorientro atriale. D'altra parte aritmie sostenute da macrorientro atriale possono verificarsi anche dopo procedure di ablazione in atrio sinistro eseguite per fibrillazione atriale, e la loro insorgenza rischia di vanificare il successo a lungo termine della procedura.¹⁶⁻²⁰ Infatti, i flutter atriali sinistri post-ablazione, sebbene non siano così frequenti, possono però risultare meno tollerati e meno responsivi alla terapia farmacologica antiaritmica rispetto alla fibrillazione atriale. In questi ultimi tempi si è molto dibattuto se queste aritmie siano dovute a un meccanismo focale,¹⁶ a un rientro in relazione a lesioni lineari incomplete o ad ablazione circonfenziale delle vene polmonari eseguita per trattare la fibrillazione atriale,^{17,18} oppure alla combinazione dei due meccanismi in differenti gruppi di pazienti.¹⁹ L'impressione clinica è che questo tipo di aritmie, qualora ricorra tardivamente (>3 mesi) dopo l'ablazione in atrio sinistro per la fibrillazione atriale, riconosca come meccanismo aritmogenetico un circuito di rientro ben stabile, che è responsabile di aritmie incessanti o frequentemente ricorrenti, ma passibili di mappaggio e ablazione mirata alla loro completa eliminazione.

Va inoltre sottolineato che l'aumento dell'esperienza in questo tipo di aritmie ha portato a osservare macrorientri atriali anche in assenza di esiti cicatriziali di pregressa atriotomia.¹⁸ In alcuni casi infatti è possibile osservare tachicardie da macrorientro o flutter atipici atriali in presenza di zone di miocardio atriale, anche

di dimensioni rilevanti, completamente prive di segnale elettrico, pur in assenza di dimostrabile cardiopatia organica. In questi casi, una cardiopatia allo stato iniziale o di tipo molto parcellare può essere responsabile di questi fenomeni.

Infine, nei casi con tachicardie da macrorientro atriale post-chirurgico è possibile osservare come "aritmia d'accompagnamento" anche una tachicardia atriale focale; queste forme sono state descritte solo occasionalmente e poco dettagliatamente.²¹⁻²⁵ In questi casi l'aritmia, pur mantenendo le caratteristiche fondamentali di una tachicardia focale, mostra delle peculiarità che mettono talora a dura prova le capacità diagnostiche dell'elettrofisiologo e possono contribuire a rendere ulteriormente complesso un caso già di per sé non semplice.²⁶

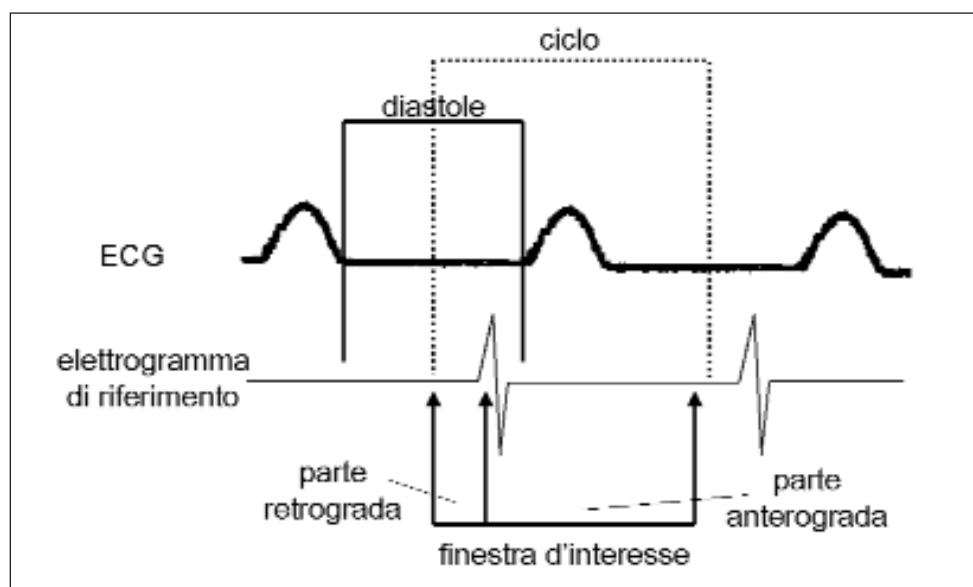
Approccio al paziente con flutter atriale atipico e tachicardia da macrorientro atriale

In tutti i casi è importante prendere visione della documentazione clinica quanto più completa possibile del paziente. Se il paziente è stato sottoposto precedentemente a uno o più interventi chirurgici è necessario, quando possibile, disporre della descrizione dell'intervento chirurgico, per individuare il numero e l'estensione delle atriotomie che l'intervento stesso ha direttamente o indirettamente comportato. Ciò vale anche per le forme post-ablazione, in cui è importante conoscere la metodica con cui l'ablazione è stata eseguita e se sia già stato prodotto blocco della conduzione istmica. Inoltre, è solitamente di grande utilità valutare i tracciati elettrocardiografici a 12 derivazioni di tutti gli episodi in cui l'aritmia clinica sia stata documentata dal punto di vista elettrocardiografico, per valutare la/e morfologia/e presente/i. Nei casi di flutter atriale atipico e di tachicardia atriale post-incisionale non è infrequente osservare anche episodi di flutter atriale tipico,²⁷ la cui presenza va rilevata al fine di provvedere poi al blocco della conduzione lungo l'istmo cavo-tricuspidalico durante la procedura stessa, anche nel caso in cui questa aritmia non risulti inducibile mediante stimolazione elettrica. Va ribadito che per orientare e successivamente guidare la procedura elettrofisiologica (vedi oltre) è importante identificare la morfologia e l'inizio delle onde P di superficie. Qualora queste non

risultino chiare sul tracciato di superficie per un elevato rapporto di conduzione atrioventricolare (1:1 oppure 2:1), è necessario eseguire manovre di stimolazione vagale o somministrare bolo endovenoso di adenosina, per ridurre il rapporto di conduzione atrioventricolare, mentre si esegue registrazione dell'elettrocardiogramma di superficie con le 12 derivazioni disposte verticalmente (Fig. 1).

Mentre l'identificazione dell'inizio della durata dell'onda P periferica è un'operazione sempre fondamentale per distinguere durante il mappaggio endocavitario la fase diastolica da quella sistolica del ciclo dell'aritmia, la morfologia dell'onda P di superficie può non essere affidabile per indicare l'origine dell'aritmia (principalmente atrio destro o sinistro), in quanto la presenza di cicatrici atriali e/o di aree fibrotiche prive di segnale elettrico può modificare molto la propagazione atriale e di conseguenza la morfologia dell'onda P durante tachicardia.

Prima di eseguire la procedura elettrofisiologica, oltre alla routine diagnostica è necessario eseguire in ogni caso ecocardiogramma transesofageo per escludere la presenza di formazioni trombotiche intracavitarie, che possono avere maggiore incidenza in questi pazienti solitamente portatori di cardiopatia strutturale importante. Nel caso si sospetti un'origine sinistra e il paziente assuma anticoagulante orale è necessario sostituire tale terapia con eparina da sospendere qualche ora prima della procedura, in modo che la puntura transettale avvenga in assenza di terapia anticoagulante, per minimizzare le conseguenze che può avere la puntura mediante ago di Brockenbrough in siti non appropriati. La terapia anticoagulante può essere ripresa subito dopo l'esecuzione del cateterismo transettale. La presenza di una valvola mitralica meccanica o una precedente chiusura chirurgica di difetto interatriale non controindicano di per sé l'esecuzione di cateterismo transettale per eseguire mappaggio e ablazione in atrio sini-



Esempio di flutter atriale post-chirurgico in una paziente di 69 anni in precedenza sottoposta a intervento di chiusura di difetto interatriale. Come si può notare la presenza di complessi QRS larghi per blocco di branca sinistra e il rapporto di conduzione 2:1 non consentono un'ottimale interpretazione della morfologia dell'onda P, che si identifica invece facilmente durante massaggio del seno carotideo. La disposizione verticale delle derivazioni elettrocardiografiche consente di identificare più rapidamente l'inizio e la durata dell'onda P.

FIGURA 1

stro. In questi casi comunque è importante utilizzare tutti gli accorgimenti necessari e valutare l'indicazione alla procedura caso per caso.

Valutazione elettrofisiologica invasiva: metodologia di approccio e risultati

Molto spesso i flutter atriali atipici, così come la forma tipica comune, non sono di semplice induzione, in quanto è frequentemente richiesto un protocollo di stimolazione aggressivo che può indurre fibrillazione atriale sostenuta, con la necessità di ripetute cardioversioni che limitano la tollerabilità della procedura. Contrariamente al flutter tipico comune, nelle forme atipiche e nelle tachicardie da macrorientro atriale l'induzione dell'aritmia è richiesta in quanto il sito critico del circuito di rientro viene identificato in modo completo e chiaro solo mediante mappaggio endocardico durante aritmia. Per tale motivo è preferibile eseguire la procedura quando il paziente presenta una forma persistente dell'aritmia. In alternativa, come seconda scelta, è possibile eseguire la procedura in ritmo sinusale, basandosi sui dati forniti dai sistemi non convenzionali di mappaggio per definire la sede dei possibili circuiti di rientro. Quando la procedura viene eseguita durante tachicardia è importante, come menzionato in precedenza, distinguere la fase sistolica del ciclo dell'aritmia (coincidente con la durata dell'onda P di superficie) dalla fase diastolica rappresentata dall'intervallo tra le onde P di superficie. Dopodiché deve essere chiarito il percorso del circuito di rientro e identificata la zona ad attivazione diastolica che ne costituisce l'area critica. A questo scopo si può procedere con mappaggio elettrofisiologico convenzionale, anche se in questi casi si raccomanda l'utilizzo del mappaggio elettroanatomico che ha il vantaggio di rappresentare in forma tridimensionale le informazioni "convenzionali" ottenibili durante mappaggio cardiaco. Le esperienze finora maturate in questo campo in altri centri^{7,9,28} mostrano che questo ausilio può essere utilizzato per chiarire il percorso del circuito di rientro, localizzando poi l'area critica del rientro in maniera convenzionale mediante "entrainment mapping", con ricerca del sito dove si ottiene concealed entrainment con ciclo post-stimola-

zione uguale a quello della tachicardia. Nella nostra esperienza invece, utilizzando la definizione sul sistema CARTO della finestra d'interesse con approccio "tailored",²⁹ è possibile ottenere sulla stessa mappa l'identificazione del percorso del rientro, e dell'area critica dello stesso, mediante interpretazione del codice di colore con cui il sistema identifica i diversi tempi di attivazione. La Figura 2 mostra la modalità per definire la finestra d'interesse, cioè la parte del ciclo che il sistema analizza per identificare l'attivazione di ogni sito di mappaggio. In questo modo la finestra ha inizio in mesodiastole e termine nella successiva mesodiastole, coprendo il 95% del ciclo della tachicardia. La zona critica del circuito di rientro, che tipicamente mostra attivazione mesodiastolica, è identificata dall'interfaccia tra la "testa" del circuito (in rosso nel codice di colore del sistema) e la sua "coda" (identificata in viola), in altre parole nel sito dove l'attivazione della precedente mesodiastole incontra quella della successiva mesodiastole. Campionando in modo uniforme ed estensivo multipli siti endocardici e interpretando l'attivazione elettrica osservata in ogni sito è possibile ricostruire la geometria della camera cardiaca, chiarire la sequenza di attivazione elettrica, identificare l'area critica del rientro e pianificare razionalmente la strategia di ablazione sulla base dei dati così ottenuti. Nei casi in cui il circuito di rientro sia localizzato nell'atrio sinistro, l'attivazione atriale destra avrà cronologia sistolica. Pertanto, il tempo di attivazione atriale destra coprirà solo una parte (solitamente non superiore al 40% del ciclo della tachicardia), con attivazione più precoce a livello settale, in coincidenza dell'inserzione in atrio destro dei fasci preferenziali di conduzione interatriale, quali il fascio di Bachmann, la fossa ovale e le connessioni interatriali postero-mediali,³⁰ come rappresentato in Figura 3A. In presenza di questi aspetti di attivazione atriale destra, corroborati dai dati dell'elettrofisiologia convenzionale indicanti che l'aritmia è sostenuta da un circuito di rientro e non ha origine focale, è necessario procedere alla puntura transettale per proseguire il mappaggio in atrio sinistro. Come si vede in Figura 3B, in questi casi l'attivazione atriale sinistra copre la totalità del ciclo dell'aritmia e, se il mappaggio è stato sufficientemente accurato, appare evidente l'aspetto di "head-meets-tail" con identificazione della zona critica ad attivazione mesodiastolica. Sulla base di questi dati si procede pertanto all'ablazione della zona

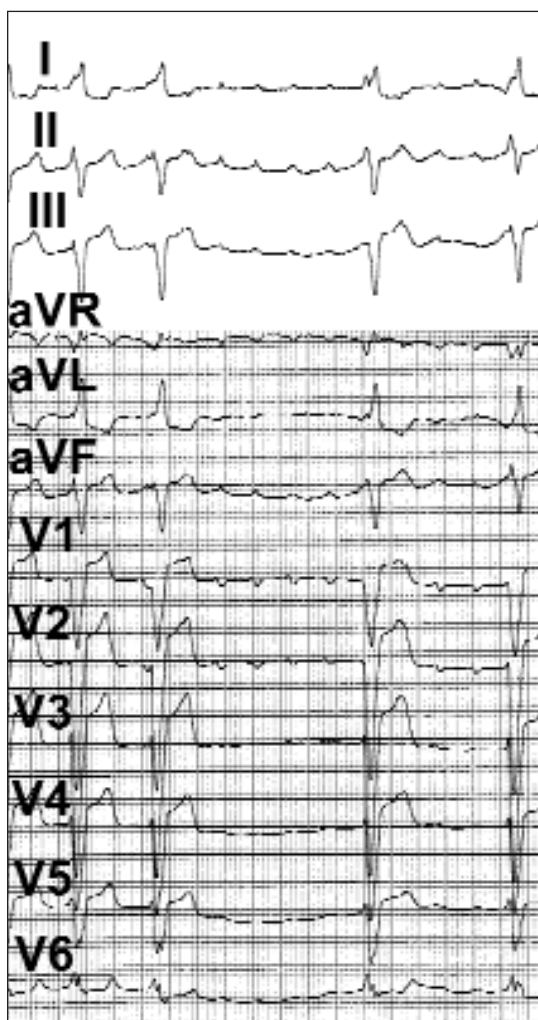
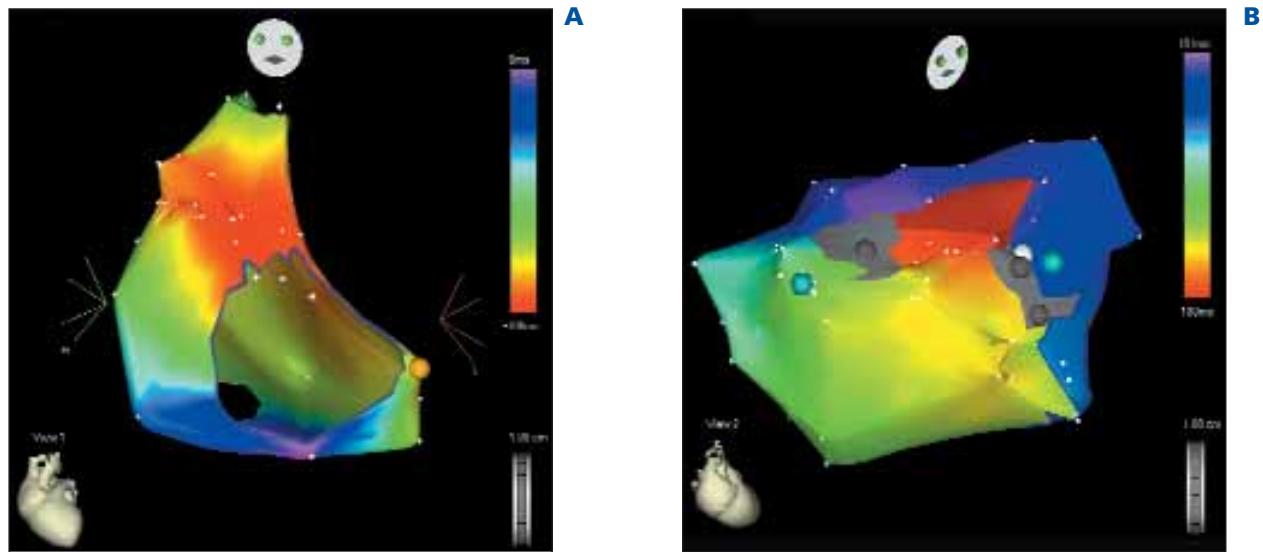


FIGURA 2

Definizione della finestra d'interesse in una tachicardia da macroriento atriale. La prima traccia mostra la sequenza di onde P in tachicardia, mentre la seconda traccia identifica un atriogramma endocavitario definito come segnale di riferimento. È definita anche la durata del ciclo della tachicardia (da mesodiastole a mesodiastole sul segnale di superficie) e la fase diastolica (definita sempre sul tracciato di superficie) del ciclo cardiaco. Come si nota, il valore da attribuire al segmento retrogrado (rispetto all'atriogramma di riferimento) della finestra d'interesse è quello dell'intervallo tra la mesodiastole definita sul tracciato di superficie e l'atriogramma di riferimento, mentre quello del segmento anterograde equivale all'intervallo tra il segnale di riferimento e il punto in cui si raggiunge il 95% del ciclo cardiaco. Con questo tipo d'impostazione della finestra di interesse si ottiene una distribuzione dei colori nella mappa di attivazione tale per cui le zone meso-tele-diastoliche risultano "precocemente" attivate (colore rosso-arancione), mentre quelle protodiastoliche mostrano attivazione "tardiva" (colore blu-viola). In questo modo, la parte tardiva del circuito di rientro incontra la parte precoce, con una collisione di colori viola e rosso, nella zona con attivazione mesodiastolica, di particolare interesse per la ricerca dell'area critica del rientro.

critica del rientro. Nei casi in cui il circuito di rientro sia localizzato in atrio destro, quando possibile è necessario individuare con precisione e prima dell'ablazione la sede di strutture particolarmente sensibili, quali il nodo senoatriale e atrioventricolare, in modo da evitare di danneggiarle inavvertitamente. Sia nei casi di forme post-chirurgiche sia nei flutter atriali sinistri è preferibile utilizzare cateteri con circuito di raffreddamento dell'elettrodo distale, per la possibile particolare resistenza del substrato (forme post-chirurgiche) e per la maggiore sicurezza di questa tecnologia nell'evitare la carbonizzazione all'interfaccia tra elettrodo e tessuto (ablazione in atrio sinistro). Solitamente l'energia viene erogata in modalità di controllo di tempera-

tura, con temperatura limite di 43°C e potenza massima erogata di 40-45 W per un tempo non superiore a 60 sec per ogni applicazione. Durante erogazione di energia di radiofrequenza è possibile assistere a interruzione dell'aritmia con ripristino stabile del ritmo sinusale oppure a conversione in un'altra morfologia di tachicardia/flutter. Nel primo caso è bene, per ottenere un effetto della procedura completo e a lungo termine,⁹ produrre lesione di tutta la zona identificata come critica sulla mappa elettroanatomica continuando la procedura in ritmo sinusale e validando, dove possibile, la presenza di una linea continua di blocco nell'area critica del circuito di rientro. Nel secondo caso è necessario procedere a un nuovo mappaggio di questa ulteriore



Mappa elettroanatomica di attivazione dell'atrio destro in proiezione obliqua anteriore sinistra (A) e dell'atrio sinistro in proiezione obliqua anteriore destra cranializzata (B) in una paziente con flutter atriale sinistro a ciclo di 260 msec senza dimostrata cardiopatia organica. In A, è evidente che l'attivazione atriale destra durante tachicardia ha inizio in un'area relativamente ampia nella regione supero-mediale, in corrispondenza dell'inserzione del fascio di Bachmann. La durata dell'attivazione atriale destra è pari al 40% del ciclo della tachicardia. Questi reperti sono indicativi di un'origine sinistra dell'aritmia. In B, si può notare che l'attivazione endocardica dell'atrio sinistro copre l'intera durata del ciclo dell'aritmia. Il circuito è "dual loop" (con un "loop" antiorario intorno all'anello mitralico e un secondo "loop" co-dominante intorno alle vene polmonari destre) con chiaro aspetto di "head-meets-tail" (il colore rosso incontra il viola) che identifica l'area critica sul tetto mediale dell'atrio sinistro. Questa area è compresa tra due zone, che, pure in assenza di evidente cardiopatia organica e di pregresso intervento chirurgico, mostrano totale assenza di potenziali elettrici (aree grigie). L'ablazione in corrispondenza dell'area rossa ha interrotto il circuito di rientro e soppresso permanentemente l'aritmia.

FIGURA 3

forma di aritmia, definendo nuovamente e in modo appropriato i limiti della finestra d'interesse.

La metodologia qui descritta è stata validata nell'esperienza multicentrica promossa e coordinata dal nostro centro, denominata "Setting the Window of interest in macrorE-Entrant Tachycardia Trial" (SWE-ETT).²⁹ I centri partecipanti sono riportati in Appendice. In questo studio sono stati finora considerati 64 pazienti con 80 morfologie di tachicardia da macrorientro atriale o flutter atriale atipico. Il 48% di questa popolazione aveva aritmie post-chirurgiche per correzione di cardiopatia congenita o acquisita (Fig. 4), o flutter atriale atipico dopo ablazione in atrio sinistro per fibrillazione atriale. In questa popolazione il mappaggio elettroanatomico ha evidenziato il circuito di rientro e la

localizzazione dell'aritmia critica, target dell'ablazione nel 97% delle morfologie; nel 3% dei casi in cui ciò non è stato ottenuto, il motivo è stato l'interruzione traumatica durante mappaggio dell'aritmia clinica con l'impossibilità di successiva induzione. Il successo nel terminare e rendere non più inducibile l'aritmia è stato ottenuto nel 93% delle morfologie, e ciò indipendentemente dal fatto che si sia potuto procedere a validare mediante "entrainment mapping" il sito identificato come critico dal mappaggio anatomico. I risultati ottenuti acutamente sono stati confermati in un follow-up a medio e lungo termine.

Considerando questi dati come risultato di un'esperienza multicentrica anche in casi molto complessi di aritmia, i risultati sono alquanto incoraggianti, tanto da

poter affermare che, utilizzando appropriatamente il mappaggio elettroanatomico, l'ablazione può ottenere ottimi risultati nella stragrande maggioranza dei casi, modificando l'attuale assunto di un successo non superiore al 50-70% nei casi di trattamento delle tachicardie da macrorientro atriale e nei flutter atriali atipici. Ulteriori studi dovranno definire se ciò consentirà di espandere le indicazioni all'ablazione a questi casi, che ora vengono ritenuti per definizione complessi e pertanto vengono preselezionati.

Appendice

Hanno partecipato allo studio SWE-ETT i centri di seguito riportati: Ospedale P. Cosma, Camposampiero (PD): R. Verlato, P. Turrini;

Ospedale di Conegliano Veneto: L. Corò, L. Sciarra, P. Delise; Ospedale ULSS 13, Mirano (VE): E. Bertaglia, F. Zerbo; C.C. dott. Pederzoli; Presidio Ospedaliero ULSS 22, Peschiera del Garda (VR): A. Fusco, A. Vicentini; Ospedale S. Maria Nuova, Reggio Emilia: N. Bottoni, F. Quartieri; Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Roma: F. Drago, M. Silvetti; Ospedale S. Chiara, Trento: M. Del Greco, M. Marini; Ospedale Ca' Foncello, Treviso: R. Mantovan, V. Calzolari; Ospedale di Circolo e Fondazione Macchi, Università dell'Insubria, Varese: F. Caravati, R. Marazzi; Ospedale S. Bortolo, Vicenza: R. Ometto, C. Bonanno.

Bibliografia

1. Natale A, Newby KH, Pisanò E, et al. Prospective randomized comparison of antiarrhythmic therapy versus first-line radio-frequency ablation in patients with atrial flutter. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:1898-1904.
2. Cheng CHF, Sanders GD, Hlatky MA, et al. Cost-effectiveness

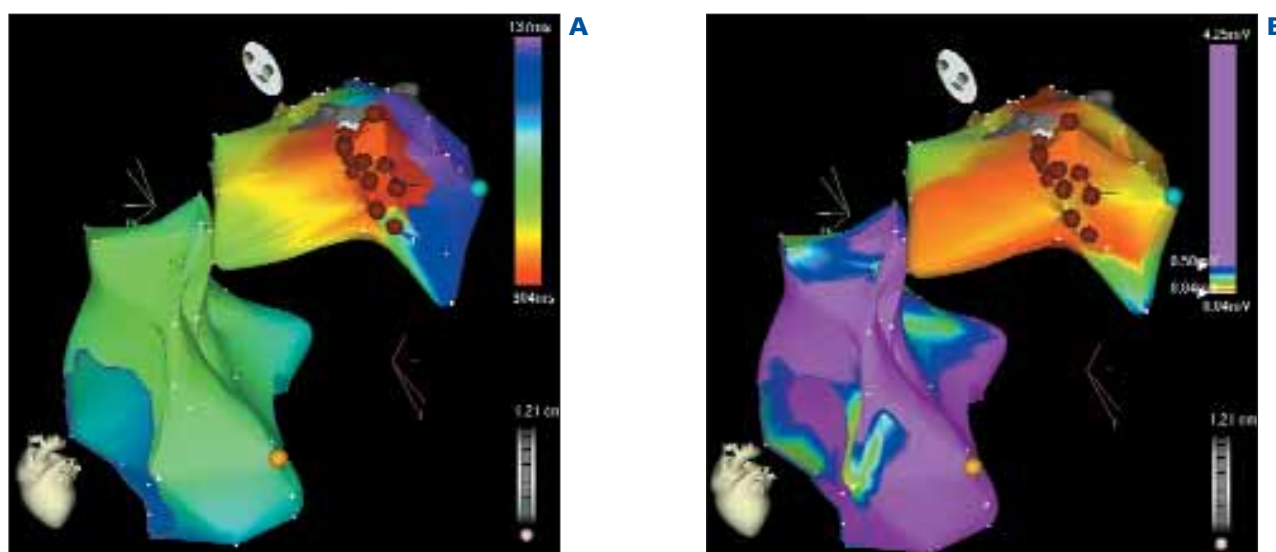


FIGURA 4

Mappa elettroanatomica biatriale di attivazione (A) e di voltaggio (B) di flutter atriale sinistro in paziente sottoposta a intervento di sostituzione valvolare mitralica con protesi meccanica, in proiezione obliqua anteriore sinistra cranializzata. In A è mostrata la mappa dell'atrio destro e della parte craniale (lontano alla protesi meccanica) dell'atrio sinistro. Come si può notare il circuito di rientro con aspetto di "head-meets-tail" (il colore rosso incontra il viola) è confinato nella parte craniale dell'atrio sinistro con chiara identificazione della zona critica del rientro tra un'area cicatriziale (in grigio) sul tetto atriale sinistro e l'impianto dell'auricola sinistra. I punti rossi indicano i siti in cui è stata eseguita l'ablazione che ha prodotto interruzione della tachicardia con creazione di linea continua di blocco di conduzione e soppressione dell'induzione dell'aritmia. In B è riportato il voltaggio bipolare dell'atrio destro e sinistro durante tachicardia prima di eseguire ablazione; è evidente la riduzione del voltaggio (in rosso-arancione) nella regione craniale dell'atrio sinistro intorno all'area cicatriziale.

- of radiofrequency ablation for supraventricular tachycardia. *Ann Intern Med* 2000;133:864-876.
3. Kalman JM, VanHare GF, Olgin JE, et al. Ablation of "incisional" reentrant atrial tachycardia complicating surgery for congenital heart disease: use of entrainment to define a critical isthmus of conduction. *Circulation* 1996;93:502-512.
 4. Baker BM, Lindsay BD, Bromberg BI, et al. Catheter ablation of clinical intraatrial reentrant tachycardias resulting from previous atrial surgery: localizing and transecting the critical isthmus. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:411-417.
 5. Friedman JK, Bergau DM, Saul JP, et al. Efficacy of radiofrequency ablation for control of intraatrial reentrant tachycardia in patients with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1032-1038.
 6. 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.
 7. Jais P, Shah DC, Haissaguerre M, et al. Mapping and ablation of left atrial flutters. *Circulation* 2000;101:2928-2934.
 8. Shah D, Jais P, Haissaguerre M. Electrophysiologic evaluation and ablation of atypical right atrial flutter. *Card Electrophysiol Rev* 2002;6:365-370.
 9. Ouyang F, Ernst S, Vogtman T, et al. Characterization of reentrant circuits in left atrial macroreentrant tachycardia: critical isthmus block can prevent atrial tachycardia recurrence. *Circulation* 2002;105:1934-1942.
 10. Heist EK, Doshi SK, Singh JP, et al. Catheter ablation of atrial flutter after orthotopic heart transplantation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004;15:1366-1370.
 11. Nabar A, Timmermans C, Medeiros A, et al. Radiofrequency ablation of atrial arrhythmias after previous open-heart surgery. *Europace* 2005;7:40-49.
 12. Lukac P, Pedersen AK, Mortensen PT, et al. Ablation of atrial tachycardia after surgery for congenital and acquired heart disease using an electroanatomic mapping system: which circuit to expect in which substrate? *Heart Rhythm* 2005;2:64-72.
 13. Saoudi N, Cosio F, Waldo A, et al. Classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiologic mechanism and anatomic bases: a statement from a joint expert group from the Working group of arrhythmias of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2001;12:852-866.
 14. Lesh MD, Van Hare GF, Epstein LM, et al. Radiofrequency catheter ablation of atrial arrhythmias: results and mechanisms. *Circulation* 1994;89:1074-1089.
 15. Friedman JK, Saul JP, Weindling SN, et al. Radiofrequency ablation of intra-atrial reentrant tachycardia after surgical palliation of congenital heart disease. *Circulation* 1995;91:707-714.
 16. Gerstenfeld EP, Callans DJ, Dixit S, et al. Mechanisms of organized left atrial tachycardias occurring after pulmonary vein isolation. *Circulation* 2004;110:1351-1357.
 17. Kobza R, Hindricks G, Tanner H, et al. Late recurrent arrhythmias after ablation of atrial fibrillation: incidence, mechanisms, and treatment. *Heart Rhythm* 2004;1:676-683.
 18. Jais P, Hocini M, Sanders P, et al. An approach to noncavotricuspid isthmus dependent flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005;16:666-673.
 19. Cummings JE, Schweikert R, Saliba W, et al. Left atrial flutter following pulmonary vein antrum isolation with radiofrequency energy: linear lesions or repeated isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005;16:293-297.
 20. Kilicaslan F, Verma A, Yamaji H, et al. The need for atrial flutter ablation following pulmonary vein antrum isolation in patients with and without previous cardiac surgery. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:690-696.
 21. Ott P, Kelly PA, Mann DE, et al. Tachycardia-induced cardiomyopathy in a cardiac transplant recipient: treatment with radiofrequency catheter ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1995;6:391-395.
 22. De Ponti R, Zardini M, Tritto M, et al. Sistema non fluoroscopico per mappaggio cardiaco elettroanatomico tridimensionale (CARTO). *Cardiologia* 1999;44 (Suppl. I):387-390.
 23. Leonelli FM, Tomassoni G, Richey M, et al. Ablation of incisional atrial tachycardias using a three-dimensional nonfluoroscopic mapping system. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001;24:1653-1659.
 24. Markowitz SM, Brodman RF, Stein KM, et al. Lesional tachycardias related to mitral valve surgery. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1973-1983.
 25. Magnin-Poull I, De Chillou C, Miljoen H, et al. Mechanism of right atrial tachycardia occurring late after surgical closure of atrial septal defects. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005;16:681-687.
 26. De Ponti R, Verlato R, Pelargonio G, et al. Electroanatomic mapping to support ablation of complex supraventricular arrhythmias: does it matter? In: Raviele A (ed): *Cardiac Arrhythmias* 2005. Milano, Springer-Verlag Italia 2006:39-54.
 27. Akar JG, Kok LC, Haines DE, et al. Coexistence of type I atrial flutter and intra-atrial re-entrant tachycardia in patients with surgically corrected congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:377-384.
 28. Tanner H, Lukac P, Schwick N, et al. Irrigated-tip catheter ablation of intraatrial reentrant tachycardia in patients late after surgery of congenital heart disease. *Heart Rhythm* 2004;1:268-275.
 29. De Ponti R, Verlato R, Bertaglia E, et al. Efficacy of electroanatomic mapping with a tailored window of interest to support ablation of atypical macro-reentrant atrial tachycardia/flutter: a prospective multicentric trial. (Abstract) *Eur Heart J* 2005;26:524.
 30. Dong J, Zrenner B, Schreieck J, et al. Catheter ablation of left atrial focal tachycardia guided by electroanatomic mapping and new insights into interatrial electrical conduction. *Heart Rhythm* 2005;2:578-591.

Indirizzo per la corrispondenza

Roberto De Ponti
Dipartimento di Scienze Cardiovascolari
Ospedale di Circolo e Fondazione Macchi
Università degli Studi dell'Insubria
Viale Borri, 57
21100 Varese
Tel.: 0332-278934
Fax: 0332-393309
E-mail: rdeponti@alice.it