

Cardioversión Eléctrica Interna. Indicaciones y Técnica

Julio García Tejada, Javier Sanz Salvo, Ignacio Sánchez Pérez, Mercedes Catalán Gonzalez, Raúl Coma Sanmartín,
Jesús Rodríguez García.

Unidad Coronaria y Servicio de Cardiología. Hospital 12 de Octubre. Madrid



Dr. García Tejada

INTRODUCCIÓN

La fibrilación auricular (FA) constituye en la actualidad la taquiarritmia sostenida más frecuente¹. Su prevalencia aumenta con la edad, siendo menor del 1% por debajo de los 60 años y superior al 6% en los mayores de 80 años^{2,3}

La prevalencia de la FA es mayor en pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva o en presencia de cardiopatía estructural, aumentando paralelamente al grado de severidad de las mismas⁴. El riesgo de eventos tromboembólicos en los pacientes con FA es de 2 a 7 veces superior a los pacientes con ritmo sinusal^{5,6}; el gasto cardíaco se reduce aproximadamente el 35%⁷, y la capacidad de ejercicio está disminuida en estos pacientes, especialmente en presencia de cardiopatía subyacente⁸. La morbilidad y mortalidad asociadas a estas alteraciones hemodinámicas y a los eventos tromboembólicos generan un coste social y económico importante.

La restauración y mantenimiento del ritmo sinusal permite mejorar la sintomatología de estos pacientes, evita el desarrollo de taquimiocardiopatía y previene la aparición de tromboembolismo, lo que constituye el objetivo principal del tratamiento¹.

En general, la cardioversión farmacológica es una estrategia más simple pero menos eficaz que la cardioversión eléctrica para restaurar el ritmo sinusal. En casos seleccionados la administración de fármacos antiarrítmicos se puede hacer de manera ambulatoria, siendo su principal inconveniente la toxicidad de la mayoría de estos compuestos¹. La cardioversión farmacológica puede acelerar la restauración del ritmo sinusal en pacientes con FA de reciente comienzo, siendo su eficacia menor tras 24-48 horas de inicio de la arritmia, y mucho menos eficaz (algunos fármacos totalmente ineficaces) en pacientes con FA persistente^{1,9}.

La cardioversión (CV) eléctrica se realiza habitualmente utilizando la técnica transtorácica (CV externa). El éxito de esta técnica depende fundamentalmente de la presencia y tipo de cardiopatía subyacente, y de la intensidad

de la corriente que atraviesa el miocardio auricular. La intensidad de la corriente depende a su vez del voltaje del desfibrilador, tamaño y posición de los electrodos (la posición antero-posterior parece superior a la antero-anterior)^{10,11}, tipo de onda (monofásica o bifásica)¹² e impedancia de la pared torácica¹³. El éxito de esta técnica oscila entre el 60% y el 95%, siendo mayor si los pacientes están bajo tratamiento antiarrítmico en el momento de la CV^{1,14}. Sin embargo, la CV eléctrica externa precisa de sedación profunda y tiene una eficacia significativamente menor en pacientes obesos.

La falta de eficacia de la CV externa se asocia, además, a la existencia de FA persistente, edad avanzada, presencia de dilatación auricular izquierda, cardiomegalia y cardiopatía estructural subyacente¹⁵. En los pacientes en los que la CV externa no es efectiva, inicialmente se pueden ensayar nuevas posiciones de los electrodos, administración previa y/o concomitante de fármacos antiarrítmicos o descargas de altas energías con dos desfibriladores simultáneos.

En 1988 Levy et al¹⁶ introdujeron la técnica de CV eléctrica interna. Inicialmente se trataba de un procedimiento transvenoso mediante el que se administraba una descarga monofásica de 200-300 J entre un electrodo endocavitario y una placa externa. Esta técnica lograba cardiovertir a pacientes en los que la CV externa había fallado previamente. Posteriormente se desarrollaron sistemas en los que la corriente (bifásica) se administraba entre dos electrodos endocavitarios, requiriéndose, por tanto, menor energía para restaurar el ritmo sinusal¹⁷.

Este método de CV interna se ha ensayado utilizando diferentes configuraciones de los electrodos para que la intensidad de corriente que atraviesa el tejido auricular sea máxima. Se ha ensayado en animales^{18,19} y en humanos^{20,21,22}, y es superior a la CV externa en términos de porcentaje de éxito primario, requerimientos de energía y necesidad de sedación, siendo su principal inconveniente la necesidad de acceso venoso y de control fluoroscópico para la colocación de los electrodos.

DESARROLLO DE LA TÉCNICA.

Mirowski et al²³ fueron los primeros en estudiar la eficacia de la cardioversión intraauricular para la reversión de la FA inducida en un modelo experimental.

Posteriormente Cooper et al¹⁸ evaluaron en ovejas la eficacia de la aplicación de corriente monofásica y bifásica utilizando diferentes configuraciones de electrodos endocavitarios. Estos autores destacaron la necesidad de evitar la aplicación de energía junto al nodo sinusal y el aurículo-ventricular (para evitar alteraciones en la conducción tras la cardioversión) y la necesidad de sincronía del choque con los complejos QRS (para evitar la inducción de fibrilación ventricular). Ayers et al²⁴ demostraron que si el intervalo RR previo a la descarga sincronizada era inferior a 300 ms el riesgo de inducir fibrilación ventricular era significativamente mayor.

Estudios recientes han comparado la eficacia de diferentes configuraciones de los electrodos para lograr la reversión a ritmo sinusal. El umbral de desfibrilación empleando electrodos en aurícula derecha (AD) y seno coronario (SC) o arteria pulmonar (AP) izquierda parece menor que en otras posiciones²⁵.

Recientemente se han descrito técnicas que permiten realizar la CV interna utilizando un único catéter transvenoso^{26,27,28}.

Independientemente de la configuración, la eficacia para finalizar la FA con energías relativamente bajas es del 90%-100% en los casos de FA paroxística^{29,30} y del 70%-100% en los casos de FA persistente^{30,31,32}.

Además de las características clínicas del paciente y de la posición de los electrodos^{30,33}, el umbral de desfibrilación, depende del tamaño y composición de los electrodos³⁴, longitud del coil³⁵ y de la configuración del choque. La utilización de choques bifásicos permite, así mismo, disminuir la energía aplicada para lograr una CV exitosa³⁶.

TECNICA DE LA CARDIOVERSION INTERNA.

Tras anestesia local de la zona inguinal, se realiza la punción de la vena femoral y se coloca un introductor calibre 7F. A través del mismo, se introduce un catéter-balón, similar en su diseño a un cateter de Swan-Ganz, en el que se encuentran los electrodos de desfibrilación (Alert®). El catéter se avanza hasta la arteria pulmonar izquierda, o en su defecto a pulmonar derecha, dejando el electrodo proximal (cátodo) a nivel de aurícula derecha y el distal (ánodo) preferiblemente a nivel de arteria pulmonar izquierda. (Figura 1)

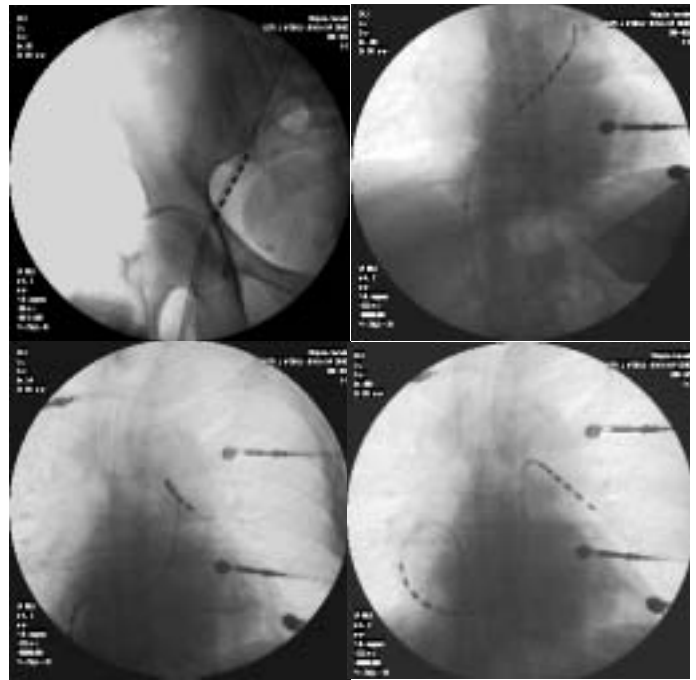


Figura 1.- Secuencia de posicionamiento del cateter de cardioversión, que muestra sucesivamente: el acceso a través de vena femoral derecha, colocación del extremo distal en el tronco de la arteria pulmonar, colocación en arteria pulmonar izquierda y por último posición definitiva con electrodos situados en arteria pulmonar izquierda y cara lateral de la aurícula derecha

Para facilitar el avance y posicionamiento del catéter el sistema está provisto de dos guías (una recta y otra preformada en J) que se introducen a través del mismo, para facilitar su manejo.

Los electrodos de descarga constan de dos grupos de 6 anillos de platino de 0,5 cm de diámetro, con una superficie de 2,4 cm² cada uno y una vez situado el catéter se conectan las terminales a un desfibrilador externo con capacidad de administrar choques de onda bifásica y baja

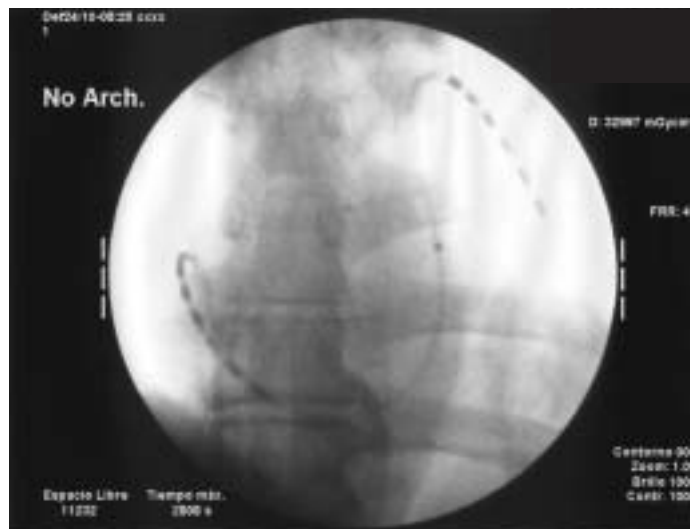


Figura 2.- Situación recomendada del cateter Alert® ,con electrodos distales en arteria pulmonar izquierda y electrodos proximales en cara lateral de aurícula derecha. Se observan los dos grupos de seis anillos

energía (Alert ®). Este sistema registra un electrograma ventricular con el que se sincroniza la descarga, cuya energía es seleccionable entre 0,5 y 15 J. (Figura 2)

El procedimiento se realiza, en nuestro medio bajo sedación ligera con etomidato y diazepam intravenosos y no es precisa la intubación ni la ventilación mecánica pues no se produce depresión respiratoria que así lo exija.

EFICACIA DE LA CARDIOVERSION INTERNA.

La CV interna se puede realizar con diferentes configuraciones de los electrodos endocavitarios: colocando un electrodo en la aurícula derecha y otro en seno coronario, o en AP derecha o en AP izquierda; o bien, colocando un electrodo en aurícula derecha o vena cava superior y el otro en el ventrículo derecho.

Estas configuraciones pretenden que la corriente eléctrica englobe en su campo de actuación, la mayor parte posible de tejido auricular con objeto de asegurar la eficacia del choque.

En el caso de la CV interna utilizando un único catéter transvenoso en el que se encuentran los dos electrodos de desfibrilación, se debe colocar uno de ellos, el proximal en la pared lateral de la aurícula derecha y el otro en arteria pulmonar derecha o izquierda^{26,27,28}. La colocación del catéter en arteria pulmonar izquierda se asocia a una tasa

de éxito mas elevada ya que esta configuración permite englobar mayor masa de tejido auricular al desplazarse la corriente entre el suelo de la aurícula derecha y la AP izquierda³⁷ (Figura 3).

Independientemente de situación del electrodo la eficacia para finalizar los episodios de FA, tanto paroxística como persistente, es muy elevada, siendo superior a la CV externa. Así, en un estudio randomizado que compara ambas técnicas la CV interna fue superior, especialmente en pacientes obesos y en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva, aunque la frecuencia de recurrencias con ambas técnicas fue similar²².

La CV interna ha demostrado su eficacia en la restauración del ritmo sinusal en diferentes grupos de pacientes, incluyendo aquellos que no responden a la CV externa^{30,33,38}, FA crónica o paroxística³⁰ y FA de reciente comienzo o inducida mediante estudio electrofisiológico³⁹ (figura 4). Las diferentes características clínicas de estos pacientes hacen que las tasas de éxito difieran entre los diferentes grupos, situándose la tasa de éxito global entre el 70% y el 95%, incluyendo aquellos que no responden a la CV externa. Además de las características clínicas del paciente y de la posición de los electrodos, la eficacia de la desfibrilación depende del tamaño y composición de los electrodos³⁴, longitud del coil³⁵ y de la configuración del choque. La utilización de choques bifásicos permite, así mismo, disminuir la energía aplicada para lograr una CV efectiva³⁶.



Figura 3.- Choque cardioversión interna, con restauración del ritmo sinusal. Paciente de la figura 2

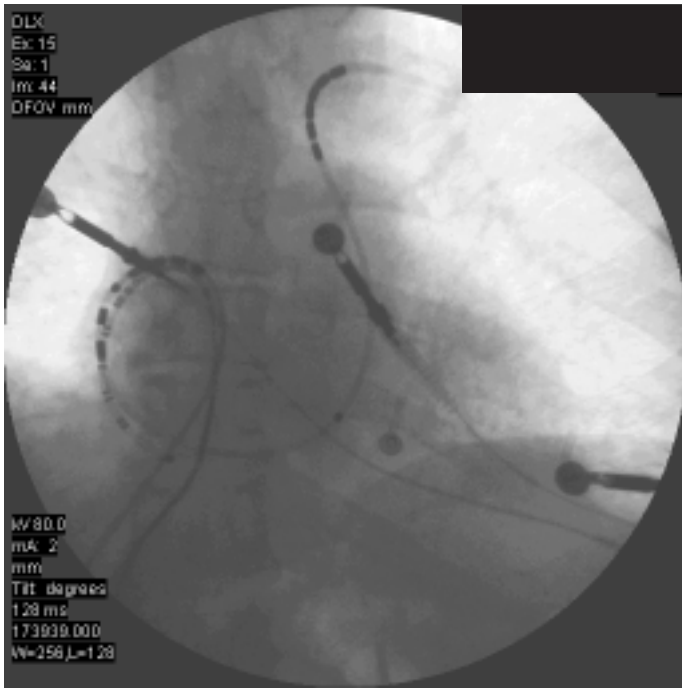


Figura 4.- Cateter de cardioversión interna situado en el curso de un estudio electrofisiológico. Se observa un cateter multipolar "en halo", en la aurícula derecha

externa para lograr la reversión de la FA²². En pacientes en los que la CV externa no consigue la reversión a ritmo sinusal la CV interna es altamente eficaz⁴⁰. Con la colocación endocavitaria de los electrodos se consigue que la corriente englobe la mayor parte del tejido auricular, evitándose así la pérdida de energía hacia la pared torácica y tejido pulmonar, lo cual es inevitable con la CV externa.

Otra gran ventaja de la CV interna es que no necesita anestesia general, sólo sedación, lo que la convierte en una técnica especialmente útil en pacientes con EPOC o depresión respiratoria.

La tolerancia de los pacientes a los choques es muy variable³², dependiendo fundamentalmente de la situación psicológica del paciente, el número de choques, la energía administrada en cada choque y la posición de los electrodos. En general, choques de energía superior a 2 J son percibidos como dolorosos por los pacientes²⁵(Figura 5).

Las principales desventajas de la CV interna con respecto a la externa radican en que se trata de un procedimiento invasivo y que precisa de un equipo de fluoroscopia para guiar la colocación del catéter.

COMPARACION CON LA CARADIOVERSION EXTERNA.

La CV interna es una técnica más eficaz que la CV



Figura 5.- Electrocardiograma de doce derivaciones, con cardioversión eficaz, tras un choque interno (15 julios)

RIESGOS Y COMPLICACIONES.

Se han descrito casos de fibrilación ventricular tras la administración de choques durante procedimientos de CV interna^{36,38,41}. Para disminuir el riesgo de inducir fibrilación ventricular el choque debe sincronizarse con el QRS y debería evitarse durante los ciclos RR rápidos (<300 ms)²⁴. Los pacientes con bloqueo de rama izquierda o con preexcitación ventricular tienen mayor riesgo de proarritmia ventricular⁴¹.

Inmediatamente después de la administración del choque se han descrito casos de bradicardia o incluso paro sinusal que han requerido de estimulación ventricular transitoria^{42,43}. El choque eléctrico también puede producir alteraciones transitorias del segmento ST e incrementar discretamente los valores de CK⁴⁴.

Las complicaciones derivadas de la venopunción y de la manipulación de los catéteres en las cavidades cardíacas son poco frecuentes, no habiéndose reportado casos de perforación ni taponamiento cardíaco⁴⁰.

INDICACIONES.

La CV interna con choques bifásicos de baja energía no es una técnica estandarizada en la actualidad, habiéndose propuesto las siguientes indicaciones en base a los estudios publicados:

Indicaciones aceptadas:

1. FA refractaria a la CV externa en pacientes con indicación clínica para restaurar el ritmo sinusal
2. FA que aparece en el contexto de un estudio electrofisiológico.

Indicaciones potenciales:

1. FA en pacientes obesos.
2. FA en pacientes que rechazan o en los que no es recomendable la sedación profunda (pacientes ancianos o pacientes con insuficiencia respiratoria).
3. FA en pacientes en los que se conoce o sospecha disfunción sinusal y se prevee necesaria la estimulación postchoque.
4. En pacientes portadores de marcapasos en los que la colocación de un catéter en la AP izquierda no interfiere con la función del marcapasos⁴⁵.
5. FA en el contexto de cirugía cardíaca o unidades de cuidados intensivos⁴⁶.

Mehddirad⁴⁷ ha comparado, en pacientes en los cuales la cardioversión eléctrica externa había fracasado, la eficacia de dicho procedimiento, tras seleccionar con ayuda de fluoroscopia, la posición de los parches (parche derecho

en posición anterior e izquierdo en posición posterior). En caso de nuevo fracaso los pacientes eran sometidos a cardioversión interna. Obtuvo un 53% de éxitos, con la cardioversión externa y optimización de la posición de los parches, empleando uno o dos choques de 360 J.

En el resto de los pacientes, se realizó cardioversión interna que fue eficaz en el 86 % de los casos con una media de 12 J.

Utilizando el sistema de cable único Alert, Schmieder⁴⁸ valoró en sesenta y cinco pacientes la eficacia y umbral de desfibrilación, según los anillos distales del catéter se situaran en la arteria pulmonar derecha o izquierda, manteniendo, en ambos casos, los anillos proximales en la pared lateral de la aurícula derecha.

La eficacia para la situación en pulmonar derecha fue del 86 % frente al 93 % obtenido para la localización en pulmonar izquierda. El umbral de desfibrilación fue menor para la posición pulmonar izquierda, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$). La restauración del ritmo sinusal se obtuvo en 59 pacientes, es decir en el 91 % de los casos.

Gasparini y cols. recientemente han publicado los resultados y seguimiento a largo plazo de 55 pacientes con fibrilación auricular establecida una media de 18 meses antes, en los que había fracasado la cardioversión interna y en los que utilizando un sistema de dos catéteres "custom made" (más complejo que el descrito en este artículo), consiguieron restaurar, por cardioversión interna, el ritmo sinusal en el 95 % de los casos (52 pacientes).

Situaban un catéter en cara lateral de aurícula derecha, otro en seno coronario o arteria pulmonar izquierda y un tercero en ápex de ventrículo derecho, para sincronización del choque con la onda R.

La energía media utilizada fue de 6,9 +/- 2,6 julios y no se observaron complicaciones en el seguimiento relacionadas con la técnica. En cuanto al ritmo 16 pacientes (31 %) presentaron de nuevo FA en la primera semana y 20 pacientes (38 %) tuvieron recurrencia más tardía (3,5 meses de media). El resto, 21 pacientes (40 %) estaban en ritmo sinusal, al final del periodo de seguimiento.

En nuestra experiencia, con un catéter único, pero similar procedimiento (choque endocavitario de baja energía, en nuestro caso, bifásico) se obtuvo el paso a ritmo sinusal en el 100 % de los casos (11 pacientes) aunque en dos de ellos se requirieron dos choques sucesivos de 15 julios para restaurar el ritmo sinusal. Uno de los casos era portador de un marcapasos bicameral, lo que no supuso dificultad para situar el catéter de cardioversión. (Figura 6).

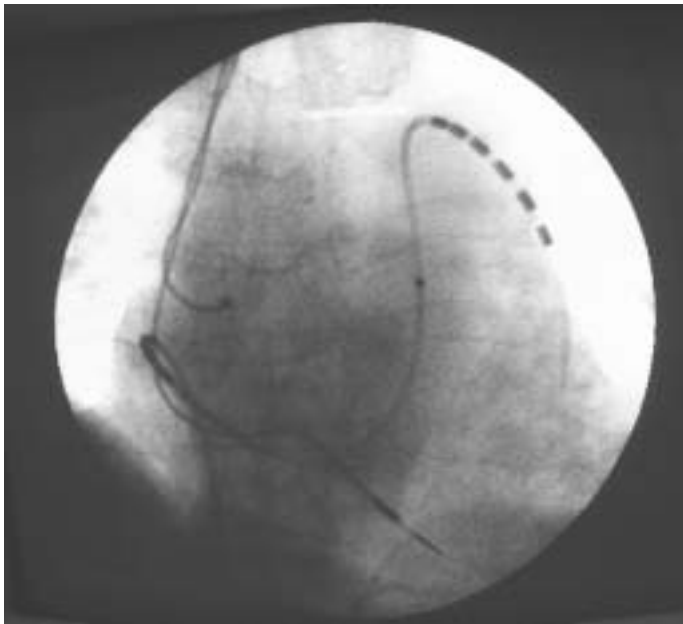


Figura 6.- Cateter de cardioversión interna situado en un paciente portador de cables auricular y ventricular de un marcapasos doble cámara

Durante el periodo de seguimiento medio, 6 meses, se produjeron un 18 % de recidivas.

CONCLUSIÓN

Aunque en la mayoría de los pacientes con FA, la cardioversión externa debe considerarse la técnica de elección para restaurar el ritmo sinusal, existen casos en los que la cardioversión interna con choque de baja energía y catéter único debe ser considerada. Tal es el caso de pacientes, con fracaso previo de la cardioversión externa, por obesidad o en los que una sedación profunda puede presentar riesgos (bronconeumopatas crónicos).

Por el contrario, la cardioversión interna si constituye la técnica de elección para revertir los episodios de FA que complican o alteran el curso de estudios electrofisiológicos o procedimientos de ablación .

BIBLIOGRAFÍA

1. Fuster V, Ryden LE, Asinger RW, et al. ACC/AHA/ESC Guidelines for the management of patients with atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2001;22:1852-1923.
2. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke* 1991;22:983-988.
3. Furberg CD, Psaty BM, Manolio TA, Gardin JM, et al. Prevalence of atrial fibrillation in elderly subjects (the Cardiovascular Health Study). *Am J Cardiol* 1994;74:236-241.
4. Crijns HJ, Tjeerdsma G, De Kam PJ, et al. Prognostic value of the presence and development of atrial fibrillation in patients with advanced chronic heart failure. *Eur Heart J* 2000;21:1238-1245.

5. Halperin JL, Rothlauf EB. Stroke prevention in atrial fibrillation. *Mt Sinai J Med* 1993;60:289-294.
6. Risk factors for stroke and efficacy of antithrombotic therapy in atrial fibrillation: analysis of pooled data from five randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 1994;154:1449-1457.
7. Ruskin J, McHale PA, Harley A, et al. Pressure-flow studies in man: effects of atrial systole on left ventricular function. *J Clin Invest* 1970;49:472-478.
8. Ueshima K, Myers J, Ribisi PM, et al. Hemodynamic determinants of exercise capacity in chronic atrial fibrillation. *Am Heart J* 1993;125:1301-1305.
9. Cappuci A, Boriani G, Rubino I, et al. A controlled study on oral propafenone versus digoxin plus quinidine in converting recent onset atrial fibrillation to sinus rhythm. *Int J Cardiol* 1994;43:305-313.
10. Lown B, Perlroth MG, Kaidbei S, et al. Cardioversion of atrial fibrillation: a report on the treatment of 65 episodes in 50 patients. *N Engl J Med* 1963;269:325-31.
11. Botto GL, Politi A, Bonini, et al. External cardioversion of atrial fibrillation: role of paddle position on technical efficacy and energy requirements. *Heart* 1999;82:726-730.
12. Mittal S, Ayati S, Stein KM, et al. Transthoracic cardioversion of atrial fibrillation: comparison of rectilinear biphasic versus damped sine wave monophasic shocks. *Circulation* 2000;101:1282-1287.
13. Ewy GA. The optimal technique for electrical cardioversion of atrial fibrillation. *Clin Cardiol* 1994;17:79-84.
14. Lundstrom T, Ryden L. Chronic atrial fibrillation: long-term results of direct current conversion. *Acta Med Scand* 1988;223:53-59.
15. Van Gelder IC, Crijns HJ, van Gilst WH, et al. Prediction of uneventful cardioversion and maintenance of sinus rhythm from direct-current electrical cardioversion of chronic atrial fibrillation and flutter. *Am J Cardiol* 1991;68:41-46.
16. Levy S, Lacombe P, Cointe R, et al. High energy transcatheter cardioversion of chronic atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:514-518.
17. Alferness CA, Ayers GM, Cooper RA, et al. Lead systems for atrial defibrillation. *PACE* 1994;17:1043-1047.
18. Cooper RAS, Alferness CA, Smith WM, et al. Internal cardioversion of atrial fibrillation in sheep. *Circulation* 1993;87:1673-1686.
19. Powell AC, Garan H, McGovern BA, et al. Low energy conversion of atrial fibrillation in the sheep. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:707-711.
20. Schmitt C, Alt E, Plewan A, et al. Low-energy intracardiac cardioversion after failed conventional external cardioversion of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:994-999.
21. Alt E, Schmitt C, Ammer R, et al. Initial experience with intracardiac atrial defibrillation in patients with chronic atrial fibrillation. *PACE* 1994;17:1067-1078.
22. Levy S, Lauribe P, Dolla E, et al. A randomized comparison of external and internal cardioversion of chronic atrial fibrillation. *Circulation* 1992;86:1415-1420.
23. Mirowski M, Mower MM, Langer AA. Low energy catheter cardioversion or atrial tachyarrhythmias. (abstract) *Clin Res*

- 1974;18:890A.
24. Ayers GM, Alferness CA, Ilina M, et al. Ventricular proarrhythmic effects of ventricular cycle length and shock strength in a sheep model of transvenous atrial defibrillation. *Circulation* 1994;89:413-422.
 25. Saksena S, Prakash A, Mangeon L, et al. Clinical efficacy and safety of atrial defibrillation using biphasic shocks and current nonthoracotomy endocardial lead configurations. *Am J Cardiol* 1995;76:913-921.
 26. Heisel A, Jung J, Neuzner J, et al. Low-energy transvenous cardioversion of atrial fibrillation using a single atrial lead system. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997;8:607-614.
 27. Schneider MAE, Weyerbrock S, Herrman R, et al. Internal cardioversion of atrial fibrillation with a single lead configuration in a patient with massive diaphragmatic herniation. *PACE* 1998;21:2149-2151.
 28. Alt E, Ammer R, Schmitt C, et al. Efficacy of a new balloon catheter for internal cardioversion of chronic atrial fibrillation without anesthesia. *Heart* 1998;79:128-132.
 29. Tomassoni G, Newby KH, Kearney MM, et al. Testing different biphasic waveforms and capacitances: Effect on atrial defibrillation threshold and pain perception. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1532-1538.
 30. Levy S, Ricard P, Lau CP, et al. Multicenter low energy transvenous atrial defibrillation trial results in different subsets of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1997;96:253-259.
 31. Santini M, Pandozi C, Toscano S, et al. Changes in intracardiac atrial cardioversion threshold at rest and during exercise. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:750-755.
 32. Boriani G, Biffi M, Bronzetti G, et al. Efficacy and tolerability in fully conscious patients of transvenous low-energy internal atrial cardioversion for atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 1998;81:241-244.
 33. Alt E, Schmitt C, Ammer, et al. Effect of electrode position on outcome of low-energy intracardiac cardioversion of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 1997;79:621-625.
 34. Luceri RM, Accorti PR. Temporary transvenous cardioversion and defibrillation: A new method for practical tachyarrhythmia management. *PACE* 1997;20:168-172.
 35. Boriani G, Biffi M, Sammali A, et al. Transvenous atrial cardioversion: A randomized comparison between catheters with different coil length. (abstract) *PACE* 1999;22:850.
 36. Cooper RAS, Johanson EE, Wharton M. Internal atrial defibrillation in humans. Improved efficacy of biphasic waveforms and the importance of phase duration. *Circulation* 1997;95:1487-1496.
 37. Plewan A, Valina C, Herrmann R, et al. Initial experience with a new balloon-Guided single lead catheter for internal cardioversion of atrial fibrillation and dual chamber pacing. *PACE* 1999;22:228-232.
 38. Levy S, Ricard P, Guenoun M, et al. Low-energy cardioversion of spontaneous atrial fibrillation: immediate and long-term results. *Circulation* 1997;96:253-259.
 39. Murgatroyd F, Slade AK, Sopher M, et al. Efficacy and tolerability of transvenous low energy cardioversion of paroxysmal atrial fibrillation in humans. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:1347-1353.
 40. Alt E, Ammer R, Schmitt C, et al. A comparison of treatment of atrial fibrillation with low-energy intracardiac cardioversion and conventional external cardioversion. *Eur Heart J* 1997;18:1796-1804.
 41. Harold H, Wharton M. Ventricular fibrillation resulting from synchronized internal atrial defibrillation in a patient with ventricular preexcitation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997;8:436-440.
 42. Heisel A, Jung J. The atrial defibrillator: A stand alone device or part of a combined dual-chamber system?. *Am J Cardiol* 1999;83(suppl.D):218D-216D.
 43. Boriani G, Biffi M, Capucci A, et al. Favorable effects of flecainide in transvenous internal cardioversion of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1999;33:333-341.
 44. Lau CP, Lok NS. A comparison of transvenous atrial defibrillation of acute and chronic atrial fibrillation and the effect of intravenous sotalol on human atrial defibrillation threshold. *PACE* 1997;20:2442-2452.
 45. Prakash A, Saksena S, Mathew P, et al. Internal atrial defibrillation: effect on sinus and atrioventricular nodal function and implanted cardiac pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997;20:2434-2441.
 46. Waldo AL. Low-energy atrial defibrillation. A promising new technique. *Circulation* 1998;98:833-834.
 47. Mehdiraz AA, Clem KL, Love CJ, Nelson SD, Stephen FS. Improved clinical efficacy of external cardioversion by fluoroscopic electrode positioning and comparison to internal cardioversion in patients with atrial fibrillation. *PACE* 1999; 22, II: 233 -237.
 48. Schneider S, Schneider MA, Karch MR, Schmitt C. Initial low energy cardioversion of atrial fibrillation using a single lead system: Comparison of a left and right pulmonary artery catheter approach. *Pace* 2001; 24: 1108 - 1112.
 49. Gasparini G, Bonso A, Themistoclakis S, Giada F and Baviele A. Low-energy internal cardioversion in patients with long lasting atrial fibrillation refractory to external electrical cardioversion: results and long term follow-up. *Europace* 2001; 3: 90 - 95.
 50. Rodríguez García J, Coma Samartín R, García Tejada J, Catalan Gózales M. Cardioversión eléctrica interna con cable único, en la fibrilación auricular con fracaso previo de la cardioversión externa. *Rev Esp Cardiol* 2002; 55 (supl 2) 171.
 51. Levy S. Internal cardioversion: Is it headed?. How best to perform it. *Europace* 2001; 3: 87 - 89.