09

ARTÍCULO DE REVISIÓN

INMEDSUR

# Estimulación cardíaca eléctrica, los marcapasos

## Cardiac electrical pacing, pacemakers

Roxana Álvarez Ferreiro[1], Ana María Barcia Armas[1], Magdiel Echazabal Leal[2]

[1]Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, Cuba
[2]Hospital General Universitario Dr. Gustavo Aldereguía Lima, Cienfuegos, Cuba.

Autor para la correspondencia: *roxanaalvarez2198@gmail.com*

**Citar como:** Álvarez Ferreiro R, Barcia Armas AM, Echazabal Leal M. Estimulación cardíaca eléctrica, los marcapasos. Inmedsur [Internet]. 2021 [citado: fecha de acceso]; 4(2): e180. Disponible en: http://www.inmedsur.cfg.sld.cu/index.php/inmedsur/article/view/180

## RESUMEN

La estimulación cardíaca eléctrica es una de las múltiples aplicaciones terapéuticas de la electricidad en la medicina moderna. El ocho de octubre de 1958, en el Instituto Karolinska de Estocolmo, el cirujano cardíaco Ake Senning, con la colaboración técnica de R. Elmquist, realizó el primer implante de marcapaso. Con el objetivo de identificar aspectos relevantes sobre el surgimiento y evolución de la estimulación eléctrica cardíaca y el implante de marcapasos permanentes, se realiza la presente investigación para la cual se utilizó un total de 12 referencias bibliográficas. Se concluyó que desde el implante del primer marcapasos externo, seguido del implante de marcapasos definitivo, millones de pacientes se han beneficiado de este dispositivo con el fin de aumentar supervivencia y mejorar calidad de vida.

**Palabras clave:** cardiología; estimulación eléctrica; marcapaso

## ABSTRACT

Cardiac electrical pacing is one of the many therapeutic applications of electricity in modern medicine. On October 8th, 1958, at the Karolinska Institute in Stockholm, cardiac surgeon Ake Senning, with the technical collaboration of R. Elmquist, performed the first pacemaker implant. In order to identify relevant aspects of the emergence and evolution of cardiac electrical pacing and the implantation of permanent pacemakers, the present investigation was carried out, for which a total of 12 bibliographic references were used. It was concluded that since the implantation of the first external pacemaker, followed by the implantation of the definitive pacemaker, millions of patients have benefited from this device in order to increase survival and improve quality of life.

**Key words:** cardiology; electrical pacing; pacemaker

# INTRODUCCIÓN

El corazón posee su propio sistema de generación y conducción de impulsos eléctricos que le permite, no solo mantener una adecuada frecuencia de latidos, sino que además deja que estos latidos o contracciones se efectúen con sincronía entre las diferentes cámaras cardiacas. En condiciones normales, el estímulo eléctrico cardiaco inicial se genera en una pequeña estructura llamada nódulo sino-atrial, desde allí el impulso se extiende a ambos atrios provocando su contracción y alcanzando al nódulo atrioventricular que será estimulado por él a generar un nuevo estímulo eléctrico dirigido hacia los ventrículos, a través del Haz de His y sus dos ramas, derecha e izquierda, hasta alcanzar un sistema de conducción más fino llamado fibras de Purkinje el cual permite que finalmente alcance las fibras musculares miocárdicas ventriculares y se complete la con tracción cardiaca o sístole.[1] Los marcapasos cardiacos artificiales son pequeños dispositivos electrónicos que por medio de estímulos eléctricos regulan la actividad contráctil de corazones que por alguna razón laten a una frecuencia peligrosamente baja.[2]

Según el Diccionario de la Real Academia, el término marcapaso o marcapasos (pues ambas acepciones son válidas), proviene de la palabra inglesa pacemaker, y denomina a un pequeño aparato electrónico que excita rítmicamente al corazón incapaz de contraerse por sí mismo.[3]

Desde el punto de vista científico, un marcapasos es un dispositivo implantable que reúne los requisitos para ser considerado una prótesis activa y que consta de un generador de impulsos, un cable destinado a la conducción de dichos impulsos, y un electrodo, que es la porción terminal del cable en contacto con el corazón, bien con su superficie interna (endocardio) o con la externa (epicardio).[3]

Durante el siglo XVIII, el creciente interés por la electricidad y sus potenciales aplicaciones en los diferentes campos de la actividad humana, pronto llevaron a realizar experimentos en animales para estudiar los diferentes efectos que ella tenía en los tejidos orgánicos. Los entonces relevantes e interesantes resultados que de dichos experimentos se obtuvieron básicamente contracciones musculares controladas pronto llevaron a la idea de estimular el músculo cardiaco y, eventualmente, lograr la reanimación de animales muertos.[2]

La estimulación eléctrica cardíaca tiene ya más de 50 años de evolución clínica, los marcapasos cardíacos son utilizados cada vez con más periodicidad, estima que se han implantado hasta la fecha más de 3,5 millones a personas de todo el mundo. Cada año son implantados 700 000 nuevos dispositivos de estimulación cardíaca y de ellos 250 000 en Estados Unidos, en Cuba se implantan más de 2 500 anuales. Durante los últimos 20 años se han descrito más indicaciones para su uso.[2, 4, 5]

Actualmente, la tecnología ha puesto a disposición de la ciencia médica grandes avances de ingeniería, aportando nuevos marcapasos fisiológicos que respetan la sincronía auriculoventricular ,lo que ha permitido mejorar la calidad de la vida, además de la supervivencia, minimizar las complicaciones postimplante y optimizar el tratamiento de las bradiarritmias.[6]

Teniendo en cuenta la creciente incidencia y prevalencia de las enfermedades cardiovasculares, en particular de aquellas que cursan con bradicardia, el advenimiento del implante de marcapasos como terapéutica para estas patologías, constituye una herramienta primordial que ha demostrado durante décadas su eficacia en mejorar la sintomatología y calidad de vida de estos pacientes, por ende se hace sumamente importante conocer sobre la historia de estos dispositivos, su surgimiento, evolución y desarrollo a través de los años. El objetivo planteado fue identificar aspectos sobre el surgimiento y evolución de la estimulación eléctrica cardíaca y el implante de marcapasos permanentes.

# DESARROLLO

La estimulación cardíaca eléctrica es una de las múltiples aplicaciones terapéuticas de la electricidad en la medicina moderna. El primer uso terapéutico de la electricidad se hizo aprovechando la electricidad generada por ciertos peces, como la anguila eléctrica, algunas especies de rayas y el pez torpedo. Así, clásicamente se describe el caso de un esclavo romano que al pisar por azar un pez torpedo durante un baño en el mar, tras sentir inicialmente un violento dolor en el pie, mejoró espectacularmente de los dolores de una artritis gotosa que crónicamente padecía. Esta curiosa terapia fue aconsejada por Scribonius Largus en su libro Composiciones Medicae en el que, además, señalaba con precisión cómo debían realizarse las aplicaciones de este tipo de peces.[3]

No se dispuso de otra fuente de electricidad hasta el siglo XVIII en que Alessandro Volta descubrió la pila, lo que hizo proliferar las observaciones del efecto de la electricidad sobre todo tipo de materiales, plantas y animales.[3] Luigi Galvani había experimentado en 1791 el efecto de colocar un pez torpedo sobre los nervios, músculos y corazón de ranas muertas, comprobando que tras el paso de la corriente eléctrica se producía la contracción muscular. En 1798, durante la Revolución Francesa, Bichat obtuvo autorización para estudiar los efectos de la electricidad en el cuerpo de guillotinados, y publicó su trabajo Recherches Physiologiques sur la vie et la mort, donde afirmaba que el corazón después de parado podía reiniciar su contracción mediante la aplicación directa de estímulos eléctricos. En 1802, con un método aún más macabro, Nysten, empleando corazones procedentes de cadáveres recién inhumados, y que desenterraba de forma clandestina, comprobó que era posible producir contracciones en aquellos mediante la aplicación de la electricidad generada por una pila voltaica.[3]

Aldini, en 1803, en cadáveres de criminales ajusticiados por decapitación, describió como por medio de la pila de Volta, obtenía contracciones del corazón; y en su obra, Essai théorique et expérimental sur le galvanisme avec une série d'expériences exponía la posibilidad de emplear la electricidad para la reanimación cardíaca, siendo el primero en utilizar un sistema de temporización para aplicar la corriente eléctrica durante cortos períodos de tiempo. H. Von Ziemseen realizó en 1882 experiencias dirigidas a aumentar o disminuir la frecuencia cardíaca mediante estimulación cardíaca directa. Para ello, utilizó en sus estudios a una paciente, Caterine Serafín, que, a consecuencia de un defecto en el desarrollo de la pared torácica, tenía el corazón inmediatamente debajo de la piel.[3]

Por entonces, Claude Bernard ya había iniciado las técnicas de cateterización cardíaca por vía venosa; y sería Floresco, en 1905, el primero en conseguir estimular tanto la aurícula como el ventrículo derecho de perros, mediante una cánula de vidrio que contenía electrodos de cobre o platino que introducía a través de la vena yugular externa.[3]

Durante un congreso médico celebrado en Sydney en septiembre de 1929, el anestesista Mark C. Lidwill describió su experiencia con un aparato portátil, inventado por él, que recibía la electricidad de una toma convencional de pared, y que, además, permitía controlar el voltaje y la frecuencia de la estimulación. Dicho dispositivo tenía dos electrodos: uno, que consistía en una almohadilla empapada en suero fisiológico, y que se aplicaba sobre la piel en el brazo izquierdo; y el otro, una aguja recubierta de aislante salvo en su punta, que se insertaba en el ventrículo.[3]

Había utilizado este aparato en bebés nacidos muertos, en los que, tras el fracaso de la inyección intracardíaca de adrenalina, había conseguido la reanimación de uno de ellos. Tras diez minutos de estimulación eléctrica pudo suspenderla al comprobar que el corazón latía por sí mismo, recuperándose el niño sin secuelas. En su comunicación proponía el uso de su invento para resolver el paro cardíaco anestésico, así como en el paro por ahogamiento, intoxicación por gases y en algunos casos de muerte súbita (en el seno de difteria y en cardiopatías).[3]

Basado en la experiencia de Lidwill, Albert S. Hyman, (coautor de un tratado de electrocardiografía y que ejercía como cardiólogo en Nueva York, donde gozaba de cierta reputación), comenzó a estudiar en 1930 la reanimación con inyecciones intracardíacas de adrenalina, sugiriendo que sus efectos dependían más de la punción del corazón por la aguja que del fármaco en sí. Poco después, en la reanimación de pacientes que habían sufrido un paro cardíaco empleó un dispositivo al que denominó "marcapasos artificial", y que en esencia consistía en un generador eléctrico que producía estímulos de modo intermitente. Este generador magnético pesaba unos siete kilos, funcionaba mediante un mecanismo de muelles y resortes, y había que darle cuerda cada seis minutos. A él se conectaba una aguja-electrodo, que por vía transtorácica era avanzada hasta la aurícula derecha para estimular el corazón, a la vez que otra aguja se introducía debajo de la piel. Aplicó este dispositivo a 43 pacientes, obteniendo éxito en catorce.[3]

La publicación de estas experiencias dio lugar a una campaña periodística exagerada en su contra, basada en que estas actividades de reanimación debían ser consideradas como actos sacrílegos, ya que en lo referente a la muerte del individuo se oponían a los designios de la "divina providencia". Pocos meses antes, en 1931, y con Boris Karloff como monstruo, se había estrenado la película Frankenstein, que mostraba la reanimación de un cadáver por medio de descargas eléctricas, lo que probablemente influyó en el rechazo que encontraron las experiencias de Hyman. Éste, desanimado después de intentar convencer sin éxito a diversas empresas para que fabricaran su dispositivo,

terminó cediendo la patente a la Armada de EEUU.[3]

La oposición que Hyman encontró no se limitó a la prensa, sino que también fue corporativa, ya que en esa época los cardiólogos no tenían experiencia con dispositivos eléctricos e, incluso, utilizaban la electrocardiografía de forma limitada en la práctica diaria.[3]

Esta postura de los cardiólogos chocaba frontalmente con la idea expresada por su inventor que insistía en que el marcapasos "debía formar parte del instrumental de todo médico en su lucha final contra la muerte". Una afirmación que no debe hacernos considerar a Hyman como un radical "iluminado", pues, aunque insistía en su eficacia en la reanimación del paro cardíaco derivado de la anestesia, la cirugía, los traumatismos y la bradicardia sinusal, desaconsejaba el uso del marcapasos en el paro cardíaco secundario a enfermedades infecciosas y procesos generalizados.[3]

Esto confirma el escaso interés de los especialistas en la estimulación cardíaca eléctrica temporal, a la que consideraban una técnica que no satisfacía ninguna necesidad médica.[3] Relegado a un uso experimental, un dispositivo de los utilizados por Hyman fue destruido en los laboratorios de Investigación de la compañía Siemens durante el bombardeo aliado de la ciudad de Dresden, en la Segunda Guerra Mundial.

Paul M. Zoll, que como cardiólogo incluido en el equipo quirúrgico de Dwight E. Harken había servido en el Ejército estadounidense en la II Guerra Mundial, observó la gran excitabilidad del corazón durante las intervenciones para extraer fragmentos de proyectiles alojados en su seno, y cómo reaccionaba con salvas de extrasístoles ante el menor contacto con el instrumental o cualquier maniobra. De ahí que se planteara: ¿siendo el corazón tan excitable, podía evitarse su detención si era estimulado adecuadamente?[3]

Basándose en los trabajos de Hyman, y convencido del error de estimular la aurícula, inició una serie de experiencias en animales, utilizando un estimulador empleado en los laboratorios de fisiología que le prestó la Facultad de Medicina de Harvard. Aplicando como electrodos un cable introducido en el esófago y una placa colocada en la región precordial, estudió la excitabilidad cardíaca en función de diferentes amplitudes y duraciones del impulso eléctrico.[3]

Posteriormente sustituyó estos electrodos por agujas subcutáneas y, finalmente, empleó dos parches externos aplicados a ambos lados de la región precordial. En 1952, en el Beth Israel Hospital de Boston, Zoll comunicaba sus resultados, concluyendo que la enfermedad de Stokes-Adams (cuya mortalidad pese al tratamiento farmacológico era por entonces muy elevada) podía ser tratada con éxito, y cómo desaparecían las crisis sincopales mediante la estimulación cardíaca eléctrica.[3]

En 1954, una pequeña empresa (Electrodyne) fabricaba la primera versión comercial del dispositivo de Zoll, que obtuvo una rápida y creciente aceptación.En contraste con el rechazo encontrado por Hyman, este dispositivo comenzó a utilizarse en muchos hospitales, especialmente en los docentes, en los que simultáneamente se estaban desarrollando las técnicas de exploración cruenta y la cirugía cardíaca.[3]

El año 1958 fue el más prolífico en lo referente al desarrollo de la estimulación cardíaca eléctrica. El día ocho de octubre de ese año, en el Instituto Karolinska de Estocolmo, tuvo lugar la que clásicamente se considera como la primera implantación de un marcapasos. La intervención fue realizada por el cirujano cardíaco Ake Senning, con la colaboración técnica de R. Elmquist, ingeniero de la compañía Elema-Schonander.[3]

El dispositivo, de forma circular, era totalmente implantable y disponía de dos transistores de silicio y de una batería de níquel-cadmio recargable por medio de un sistema de inducción externo. Tenía un tamaño aceptable (55 mm de diámetro y 15 mm de grosor) y dos electrodos suturables al epicardio. Este primer marcapasos fue hecho totalmente a mano y sus dimensiones venían dadas porque, encapsulado en Araldite (una resina epoxy que fabricaba Ciba-Geigy), su molde había sido una cajita de cera abrillantadora para zapatos British Kiwi, de esas medidas.[3]

El paciente receptor, Arne Larsson , de 43 años, sufría un bloqueo cardíaco secundario a una miocarditis vírica y llevaba meses ingresado por síncopes recurrentes. Su esposa, Else-Marie Larsson, informada de los trabajos experimentales en perros que se desarrollaban en el Hospital Karolinska, contactó con Senning y Elmquist, a los que persuadió para emplear el dispositivo en su marido, cuya situación era crítica.[7]

Aunque este primer marcapasos se paró bruscamente a

las tres horas de implantado, probablemente por haber sufrido algún daño con el electrocauterio durante la intervención para su implante, pudo ser sustituido por otra unidad similar, que también falló a la semana por "fractura" de uno de los cables. En Noviembre de 1961, Senning intervino de nuevo al paciente para implantarle un modelo Elema 137 que, igualmente, fue preciso sustituir en enero de 1962.

Con motivo de III Congreso Europeo de Estimulación Cardíaca, celebrado en Torremolinos en 1985, Arne Larsson visitó España como invitado de honor. Y fallecería en Estocolmo en diciembre del 2001, a los 86 años, por enfermedad no cardíaca. A lo largo de su vida precisó 23 recambios de generador y cinco cambios de cables.[7]

La primera implantación de un marcapasos definitivo en América, (segunda en el mundo) se realizó el 3 de febrero de 1960 en Uruguay por Roberto Rubio y Orestes Frianda, falleciendo el paciente nueve meses después por infección de la herida quirúrgica.[3]

El primer marcapasos totalmente implantable, con las baterías incorporadas, fue implantado ese mismo año por Chardack y Greatbach. El primer marcapasos implantado en España (un modelo Electrodyne PR14, con cable epicárdico) hizo el número 51 de las efectuadas en el mundo, y se llevó a cabo en 1962 por el cirujano cardíaco E. García Ortiz, en el Hospital de la Cruz Roja de Madrid. El caso se comunicó a la Revista Española de Cardiología.[8]

Al inicio de los setenta los marcapasos eran del tamaño de una caja de cerillos, tenían un peso de 120 g y su vida de servicio era de hasta 3 años. Los avances técnicos, sin embargo, no se han detenido. Los pacientes y la profesión médica reclamaron una mayor reducción en el tamaño y una vida del marcapasos mayor, actualmente es de 42 a 51 mm con masa de 24 a 26 g. Los primeros marcapasos implantables utilizaban como fuente de poder pilas de zinc-mercurio y funcionaban en promedio 2 años como ya se dijo; actualmente los fabricantes han desarrollado fuentes de poder más durables, la más empleada es la de yodo-litio que tiene longevidades de entre 6 a 10 años.[9]

En Cuba, el primer implante de un marcapasos permanente se realizó el 6 de julio del año 1964, por el Dr. Noel González Jiménez, entonces jefe del Servicio de Cirugía del Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular (ICCCV), conjuntamente con los cirujanos Julio Taín y Felipe Rodiles. El electrodo para la estimulación del corazón se colocó en el epimiocardio del ventrículo izquierdo a través de una toracotomía, la batería del marcapasos era de Mercurio-Zinc y su duración de aproximadamente 2 años. Entre los años 1964 y 1968 el Dr. Noel González implantó marcapasos a 54 pacientes y ya en 1971 llegó al centenar de beneficiados con esa técnica. A principios del año 1969, el mismo cirujano realizó el primer implante de marcapasos permanente por vía endocavitaria (por el método de la disección de la vena yugular externa), lo que simplificó el proceder, evitando la toracotomía y el uso de la anestesia general. En los comienzos de la implantación por vía endocavitaria, el acto quirúrgico no era tan sencillo como en la actualidad y estaba limitado a los Bloqueos de 2do y 3er grado, fundamentalmente en pacientes con crisis de Stokes-Adams. El implante se realizaba con fluoroscopía convencional, no se visualizaba bien el electrodo en el corazón, por lo que se necesitaba del auxilio de radiografías de tórax, los electrodos se introducían a través de guías muy rígidas que con frecuencia ocasionaban perforaciones cardiacas; el proceder habitualmente duraba 2 o más horas. [10]

El incremento de la Cirugía Cardiovascular, el perfeccionamiento en la atención de los pacientes con trastornos en la conducción eléctrica del corazón y el desarrollo de las técnicas del implante de marcapasos por vía endocavitaria, determinó que en el mes de marzo de 1970 se utilizaran camas de la sala de Cardiología del 7mo piso del Hospital Fajardo (perteneciente al ICCCV) para la atención de los pacientes con marcapasos ,y que el Dr. Joaquín Bueno Leza quedara responsabilizado con el implante de estos y con el seguimiento de los pacientes. De inicio, los enfermos se ingresaban durante 7 días; a medida que la técnica se simplificaba la estadía era de 3 días, después, 24 horas y por último, el proceder se realizaba ambulatorio. Durante 12 años, el único centro de implantes en Cuba fue ese departamento, con el Dr. Bueno Leza como único cardiólogo que se dedicaba a esos procederes.

Si despues a principios de los años 80 se incorporaron los doctores Zayas y Dorticós, El Dr. Bueno Leza fue desde el inicio, sin interrupción, el principal formador de generaciones de cardiólogos de todo el país, en la enseñanza de las técnicas de implante de marcapasos y en el seguimiento clínico de los pacientes, con la consecuente extensión de esos procederes al resto de las provincias. El desarrollo tecnológico de los generadores y electrodos permitió que se implantaran, con posterioridad, sistemas técnicamente

muy avanzados, desde los marcapasos bicamerales multiprogramables a partir del año 1983, aquellos con frecuencia variable dependiente de la actividad física ("rate response") desde 1986, hasta los generadores tricamerales para el tratamiento de pacientes con insuficiencia cardiaca refractaria al tratamiento farmacológico desde 1999.[10]

En la provincia Cienfuegos se inició el implante de marcapasos permanentes en el año 1979 liderado por Riverón T y cols. durante más de una década se mantuvieron al frente de la estimulación cardíaca, posterior a ello tomaría la responsabilidad otro equipo de trabajo liderado por Valladares J y González C que también continuaron con esa función por varios años. Durante todo este tiempo predominó la estimulación monocameral en ventrículo derecho, más recientemente ya entrado en el nuevo milenio Viera B. introdujo en el Hospital General Universitario Dr. Gustavo Aldereguía Lima de la provincia la estimulación bicameral con la programación y optimización de los dispositivos implantados y logró un número de implantes considerables con una serie de 600 con resultados excelentes. Así ha continuado este legado hasta que en el 2016 un nuevo grupo de trabajo asumió el liderazgo de la estimulación cardiaca, haciendo nuevos aportes como el implante de desfibriladores automáticos internos (DAI) y nuevos protocolos en la estimulación cardiaca, relacionados con mensuraciones transoperatorias de parámetros eléctricos y programación. En la provincia Cienfuegos, los estudios más recientes publicados datan del 2018, en el que en un periodo de 24 meses fueron implantados 225 dispositivos de estimulación cardiaca permanentes, lo que implicaría que al seguir este ritmo al cabo de los 60 meses tendríamos unos 562 pacientes beneficiados de dicha terapéutica y sí, unido a esto , se incluye el implante de dos desfibriladores automáticos internos y el aumento de la estimulación bicameral DDD se contribuirá al continuo desarrollo de la estimulación cardiaca en la provincia.[11,12]

En los últimos años ha existido un incremento de la cirugía ambulatoria con beneficios para el enfermo y, por tanto, una disminución de los gastos hospitalarios. Los nuevos métodos de trabajo han incrementado el número de implantes de marcapasos con una excelente optimización del trabajo, así como mínimas complicaciones que garantizan la continuidad de esta práctica en la institución.[12]

# CONCLUSIONES

Desde que en 1933 se implantara el primer marcapasos externo, seguido en 1958 del primer implante de marcapasos definitivo, millones de pacientes se han beneficiado de este dispositivo con el fin de aumentar supervivencia, mejorar calidad de vida y tratar arritmias cardíacas que, sin este dispositivo, hubieran sido incompatibles con la vida.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**RAF:** conceptualización, investigación, redacción – borrador original, redacción– revisión y edición. **AMBA:** conceptualización, investigación, redacción– revisión y edición. **DCCD:** investigación, redacción – borrador original, redacción– revisión y edición. **LRF:** investigación, redacción - revisión y edición.

### FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente revisión.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**1.** Rodríguez RO, Montiel J, Pascual TR, Bardají Ruiza A, Molinero de Miguel E. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en Marca pasos. Revista Española de Cardiología [Internet]. 2000 [citado 25/10/2019]; 53(7): [aprox. 19 p] Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-guias-practica-clinica-sociedad-espanola-articulo-X0300893200104860

**2.** Donato Salas-Segura. Apuntes sobre la historia del marcapaso cardíaco artificial. Revista Española de Cardiología [Internet] 2001 [citado 25/10/2019 ]; 17 (2): [aprox. 4 p]. Disponible en: http://revista.uaca.ac.cr/index.php/actas/article/view/589/611

**3.** Rodríguez García J. Historia de la estimulación cardíaca eléctrica. Los marcapasos. Ars Medica. Revista de Humanidades [Internet]. 2005 [citado 25/10/2019] 4:[aprox. 16 p]. Disponible en: http://www.revistadehumanidades.es/revista/v4n1/historia_de_la_estimulacion_electrica_cardiaca_los_marcapasos.pdf

**4.** Gutiérrez Fuster E. Evolución de los marcapasos y de la estimulación eléctrica del corazón. Arch. Cardiol. Méx. [Internet]. 2005 [citado 28/10/2019]; 75(3): [aprox. 4 p]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402005000300001&lng=es.

**5.** Castellanos R, Segura LA, Sanchén A, Ferrer IM. Presencia de complicaciones sépticas en marcapasos endocárdicos definitivos. AMC [Internet]. 2012 [citado 28/10/2019]; 16(5): [aprox. 12p]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552012000500006&lng=es

**6.** Rodríguez García J, Lorente Carreño D, Ruiz Granell R. Conceptos técnicos fundamentales de la estimulación cardiaca. Revista Española de Cardiología. Suplementos [Internet]. 2007 [citado 28/10/2019 ]; 7(G): [aprox 5 p]. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-pdf-S1131358707752585

**7.** Larsson B, Elmqvist H, Ryden L, Schuller H. Lessons from the first patient with an implanted pacemaker: 1958-2001. Pacing Clin Electrophysiol [Internet]. 2003 [citado 30/10/2019]; 26(1): [aprox. 10 p] Disponible en: http://www.iranep.org/Articles/PPM%20First%20case%20PACE%202003.pdf

**8.** Beck H, Boden WE, Patibandla S, Kireyev D, Gupta V, Campagna F, et al. 50th anniversary of the first successful permanent pacemaker implantation in the United States: Historical review and future directions. Am J Cardiol. [Internet]. 2010; [citado 30/10/2019]; 106(6): [aprox. 8 p]. Disponible en: https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(10)01042-8/fulltext

**9.** Dorantes SM, Trung CP. Estimulación eléctrica programada del corazón en el síndrome de Brugada. Parte I: Una visión actual. Corsalud [ Internet]. 2015 [citado 31/10/2019]; 7(1): [aprox. 6p]. Disponible en: http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=58022

**10.** Castro Hevia J. Apuntes sobre la historia de los marcapasos en Cuba. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. [Internet]. 2011 [citado 31/10/2019]; 17(2) 1561-2937. Disponible en: http://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/51/50

**11.** Echazabal Leal M, Cruz Sosa R, Hernández De León N, Díaz Naranjo J. Características clínicas de pacientes que recibieron implante, reimplante o cambio de generador de marcapasos permanentes. Rev. Finlay [Internet]. 2018 [citado 31/10/2019]; 8(4): [aprox.7p]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342018000400007&lng=es

**12.** Coll Muñoz Y, Viera González B. Comportamiento de la estimulación cardiaca en Cienfuegos durante el quinquenio 2005 - 2009. MediSur [Internet]. 2011 [citado 25/10/2019]; 9(1): [aprox.7p]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2011000100001&lng=es.

**Recibido:** 20 de enero de 2021
**Aceptado:** 24 de febrero de 2021
**Publicado:** 6 de mayo de 2021

Este artículo de la **Revista Inmedsur** está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso la **Revista Inmedsur.**