

L'extraction percutanée de stimulateurs cardiaques et défibrillateurs : expérience initiale au Centre hospitalo-universitaire La Rabta

Percutaneous Pace-maker and ICD lead extraction : Initial experience from La Rabta University hospital

Ouali S, Ben Halima M, Jebbari Z, Boudich S, Khedher N, Aloui H, Zouari F, Larbi N, Meghaith F, Farhati A, Mouali MS

service des explorations fonctionnelles et de réanimation cardiologique, Hôpital La Rabta
Faculté de médecine de Tunis - Université de Tunis El Manar

Résumé

Introduction : Durant ces dernières années, une augmentation du nombre des situations cliniques qui imposent l'extraction des sondes des prothèses intracardiaques a été notée. Nous rapportons notre expérience préliminaire en matière d'extraction endovasculaire des sondes

Méthodes : La procédure d'extraction de sondes a été réalisée chez 9 patients (6 hommes, 3 femmes, âge moyen $50,8 \pm 15$ ans va riant entre 19 ans et 75 ans) entre aout 2015 et Juin 2016. Une approche étape par étape a été suivie. Le taux de succès et les complications procédurales ont été rapportés.

Résultats : La durée moyenne d'implantation des sondes est de 65,4 mois variant entre 4 et 204 mois. Cinq patients ont été implantés de défibrillateurs automatiques implantables dont deux avec fonction de resynchronisation cardiaque. Les quatre autres patients ont des stimulateurs cardiaques double chambre. Un total de 19 sondes ont été explantés, dix dans le ventricule droit dont cinq sont des sondes de défibrillation, deux dans le sinus coronaire et sept dans l'oreillette droite. L'indication de l'extraction est l'infection dans tous les cas. Huit patients parmi neuf ont été explantés avec succès. Une patiente a présenté un hématome de la loge du boîtier et une aggravation d'une fuite tricuspide préexistante. Une patiente chez laquelle l'extraction a été incomplète est décédée suite probablement à un hématome rétro-péritonéal.

Conclusion : L'extraction endovasculaire des sondes, parfois très anciennes, est possible. Une approche rigoureuse étape par étape réalisée dans un environnement de sécurité dans un centre où la chirurgie cardiovasculaire est immédiatement disponible est indispensable

Mots-clés

Extraction de sondes, stimulateur cardiaque, défibrillateur automatique implantable

Summary

Introduction: In recent years, there has been an increase in clinical situations requiring extraction of leads of implanted cardiac devices. This study aimed to evaluate our initial experience for lead extraction procedures.

Methods: Lead extraction procedures carried out on 9 patients (6 men, 3 women; mean age $50,8 \pm 15$; range 19 to 75 years) between August 2015 and June 2016 using a step by step approach.

Results: Mean implantation duration of the leads was 65,47 months (4-204).

Four patients had undergone pacemaker implantation and 5 had been implanted with a defibrillator. A total of 19 leads were tried to be removed from the patients. 12 were ventricular and seven were atrial leads. Five were defibrillator coils and two a coronary sinus lead. Indications for lead extraction were device infection in all cases. Complete procedural success was obtained in eight patients. Two minor complications were encountered (pocket haematoma and tricuspid regurgitation). One patient died probably of retroperitoneal hematoma.

Conclusion: In this initial single centre study, it was shown that extraction of pacemaker and defibrillator leads of longer implant duration may be successfully carried out using a step by step approach. However, due to potentially serious complications it is advised that extraction be done by an experienced operator in centres with cardiovascular surgery

Keywords

Lead extraction, Pacemaker, ICD

Correspondance

Sana Ouali

sanaouali@hotmail.fr

service des explorations fonctionnelles et de réanimation cardiologique Hôpital La Rabta
La Rabta Jebbari 1007 Tunis

Le nombre d'implantation des stimulateurs cardiaques (PM) et de défibrillateurs automatiques implantables (DAI) avec ou sans resynchronisation a augmenté de façon significative ces dernières années (1-3) ce qui a abouti à l'augmentation du nombre des sondes qui dysfonctionnent et des prothèses infectées. Comme conséquence, le nombre des sondes de PM et de DAI à extraire est entrain de croître (4). De nombreuses techniques d'extractions percutanées de stimulateurs cardiaques et défibrillateurs se sont développées et sont validées. Plusieurs études ont décrit et comparé différents moyens, techniques et approches d'extractions (5). Cependant, il n'existe pas de directives pour guider le choix de la technique et l'approche d'extraction. En raison de la diversité des protocoles des études, de l'expérience des opérateurs et des sondes à extraire, la comparaison des méthodes d'extraction endocavitaires est superflue (6).

Nous rapportons notre expérience initiale en matière d'extractions de sondes effectuée au service des explorations fonctionnelles et de réanimation cardiologique à l'hôpital La Rabta

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Depuis août 2015 au mois de Juin 2016, tous les patients successifs qui ont nécessité une extraction des sondes endocavitaires de stimulateurs cardiaque (PM) ou de défibrillateur automatique implantable (DAI) dans le service des explorations fonctionnelles et de réanimation cardiaque à l'hôpital La Rabta ont été inclus. Ces sondes ont été implantées, dans le ventricule droit, l'oreillette droite ou dans le sinus coronaire. Une durée minimale de 3 mois est requise entre l'implantation et le retrait. L'extraction a été effectuée par voie haute, voie basse ou les deux.

Tous les patients avec infection du matériel implanté ont bénéficié d'une échographie transthoracique, transoesophigienne et des hémocultures.

La technique d'extraction réalisée chez les patients est mécanique et a été bien décrite par Bongoiorni et al (7). Les patients étaient préparés pour éliminer tout délai en cas de complications majeures, et accélérer le diagnostic de ces complications (voie veineuse périphérique de bon calibre, cathéter artériel si procédure à risque). Le matériel nécessaire à une péricardiocentèse est mis à disposition et un chirurgien cardiovasculaire est averti prêt à intervenir pour une éventuelle thoracotomie ou une sternotomie. Une suite d'outils d'extraction et d'implantation était disponible, ainsi qu'un système de stimulation temporaire et de défibrillation externe.

Une approche étape par étape est effectuée. Dans un premier temps, une incision est réalisée, permettant un accès au site d'implantation, et si possible parallèle au plan des sondes. L'incision est faite en reprenant la

première cicatrice d'intervention (en cas de changement préalable) de façon à aborder les sondes à leur point d'entrée dans la veine. Cet abord permet de repérer les olives de fixation de ces sondes ou des points de fixation qu'il faut retirer. Secondairement, les sondes sont désolidarisées du PM ou du DAI, puis sectionnées le plus distal possible (le plus proche possible de leur connecteur). En cas d'infection, une incision elliptique, afin d'exciser les tissus cicatriciels, est réalisée. Ensuite, un guide est introduit dans la sonde. Une fois le guide en place, il faut dévisser la sonde à laquelle on applique une traction douce souvent suffisante en cas d'implantation récente (< 1 an en pratique). Si la sonde ne peut être repoussée et si l'implantation est ancienne, il faut introduire un guide afin de mesurer la longueur de la sonde. Secondairement, une traction douce est délivrée. Si cette tentative échoue à nouveau, des gaines télescopiques sont utilisées. Aucun mandrin bloqueur n'a été utilisé grâce à la confection de nœuds spéciaux sur la sonde (7)

Les gaines télescopiques sont des outils disponibles dans différentes tailles (7 à 13 F) faites de polypropylène (Cook Medical, USA). Ces gaines sont avancées le long de la sonde en alternant des mouvements horaires et antihoraires pour rompre les adhérences fibreuses attachées le long de la sonde

Si la sonde se rompt lors de cette procédure, ou si la sonde se bloque au niveau de la pince costo-claviculaire, une approche transfémorale vient compléter la procédure d'extraction.

Une approche jugulaire est proposée en cas d'échec des deux approches sous claviculaire et fémorale.

En cas d'infection, les sondes sont adressées pour une étude bactériologique. Un traitement antibiotique préalable et succédant à l'extraction a été poursuivi en cas d'infection

Les complications immédiates et à moyen terme ont été recensées.

La saisie et l'analyse des données ont été effectuées à l'aide du logiciel Excel (Microsoft Office 2013). Les résultats des différents paramètres sont exprimés pour les variables continues en moyenne +/- écart type. Les variables qualitatives ont été résumées par le calcul des fréquences absolues.

RÉSULTATS

Tous les patients successifs qui ont bénéficié d'une extraction de sonde ont été inclus prospectivement du Mois d'août 2015 au mois de Juin 2016.

Neuf procédures ont concerné 9 patients et 19 sondes, Il s'agit de trois femmes et de six hommes

L'indication d'extraction était l'infection de la prothèse chez tous les cas. Il s'agit soit d'une infection limitée au boîtier ou d'une endocardite sur sonde du ventricule droit (Figure n°1)



Figure 1 : cicatrice infectée chez le patient n°7

Les caractéristiques cliniques des patients et la technique utilisée sont réunies dans le tableau n° 1. Une seule patiente est dépendante de la stimulation cardiaque.

Un germe a été identifié chez un patient avec une endocardite sur sonde, il s'agit d'un staphylocoque épidermidis. Ce patient n'a pas reçu des antibiotiques

au préalable. Tous les autres patients ont été mis sous antibiotiques par leurs cardiologues traitants. La taille des végétations en échographie transoesophagienne variait de 7 mm à 35 mm.

L'extraction a été facile par simple traction chez 3 patients. Ces patients ont été implantés dans des délais respectifs de 4, 14 et 15 mois.

Des gaines télescopiques (Cook Medical, USA) avec une approche par voie haute via la veine d'implantation ont été utilisées chez 4 patients (Figure 2, Panel A et B).

Une approche fémorale grâce à des cathéters lassos à une boucle a été tentée chez 04 patient et a permis d'extraire les sondes chez 03 patients.

Des adhérences calcaires et fibreuses engainant les sondes ont été retrouvées chez respectivement la patiente n°5 (Figure n° 3) et le patient n°7 (Figure n° 4). Le délai entre l'implantation et l'extraction a été respectivement de 17 et 8 ans.

Un traitement antibiotique intraveineux est poursuivi pendant deux à quatre semaines après l'extraction.

Les suites opératoires ont été marquées par un saignement au niveau de la loge avec formation d'un hématome compressif ayant nécessité la révision et la transfusion sanguine chez une patiente. Cette même patiente a présenté une aggravation de son insuffisance tricuspide déjà préexistante et séquelle à une chirurgie d'un canal atrioventriculaire partiel.

Tableau 1 : Les caractéristiques cliniques et techniques des patients qui ont bénéficié de l'extraction des sondes

	Age (ans)	Sexe	Cardiopathie sous jacente	Indication de l'implantation	Nombre de sondes à extraire/ Délai d extraction	Indication de l extraction	Technique
Patient n°1	70	H	Cardiopathie ischémique	DAI triple chambre Prévention primaire	3 sondes/ 4 mois	Infection locale	Traction
Patient n° 2	52	F	Cardiomyopathie arythmogène du VD	DAI double chambre Prévention primaire	2 sondes/ 14 mois	Endocardite sur sonde Végétation de 10 mm	Traction
Patient n° 3	59	H	Remplacement valvulaire mitral	DAI monochambre Prévention secondaire	1 sonde/ 15 mois	Endocardite sur sonde Végétation de 6 mm	Traction
Patient n° 4	67	H	Cardiopathie ischémique	DAI triple chambre Prévention primaire	3 sondes/ 15 mois	Infection locale	Approche sous claviculaire Approche fémorale
Patient n° 5	53	F	Canal atrioventriculaire partiel opéré	PM double chambre Dysfonction sinusale/FA	2 sondes/ 204 mois	Infection locale	Approche sous claviculaire Approche fémorale
Patient n° 6	32	H	Pas de cardiopathie	PM double chambre Syncope vasovagale	2 sondes/ 72 mois	Endocardite sur sonde Végétation de 12 mm	Approche sous claviculaire Approche fémorale
Patient n° 7	23	H	Pas de cardiopathie	DAI monochambre Prévention primaire	1 sonde/ 96 mois	Endocardite sur sonde Végétation de 35 mm	Approche sous claviculaire
Patient n°8	75	F	HTA, AVC Changement de boîtier	PM double chambre BAV complet stimulodépendant	2 sondes/ 120 mois	Infection de loge Pas de végétation	Approche sous claviculaire Approche fémorale
Patient n°9	19	H	Pas de cardiopathie	BAV congénital Changement de boîtier Fracture d'une sonde ventriculaire	03 sondes/ 132 mois pour 02 sondes et 4 mois pour une sonde	Infection de loge Pas de végétation	Approche sous Clavière

AVCBAV : bloc auriculoventriculaire, DAI : défibrillateur automatique implantable, FA : fibrillation auriculaire, HTA : hypertension artérielle, PM : pacemaker, SAS : syndrome d'apnée de sommeil, VD : ventricule droit

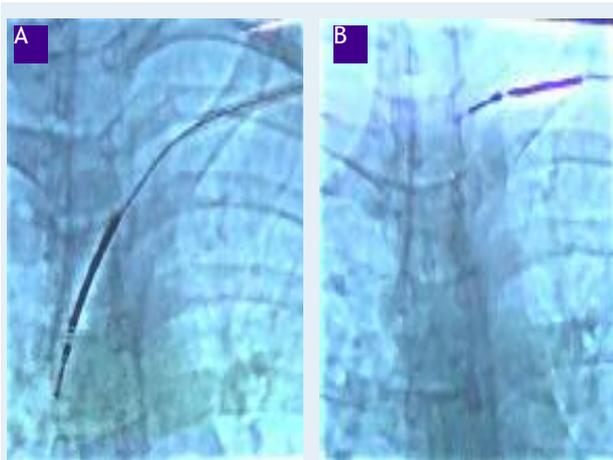


Figure 2 : image de scopie de face montrant le retrait progressif de la sonde de défibrillation à l'intérieur de la gaine (Panel A et B)



Figure 3 : Tissu cicatriciel calcaire adhérent et engainant les deux sondes atriale et ventriculaire de stimulation



Figure 4 : Tissu fibreux adhérent au coil de la sonde défibrillation après son extraction

Aucun cas de tamponnade n'a été rapporté. Chez une patiente (la patiente n° 8, âgée de 75 ans, stimulo-dépendante et aux antécédents d'accident vasculaire cérébral ischémique), l'extraction a été partielle avec libération des sondes au niveau de leurs adhérences sous clavière et veine cave supérieure. Une approche fémorale a échoué à libérer les sondes atriale et ventriculaire de leurs attaches respectives atriale et ventriculaire apicale. Une approche jugulaire ou un abord chirurgical ont été programmés dans un délai de 24 à 48h. Une sonde de stimulation provisoire a été mise en place. La patiente est décédée après 8 h de la procédure. Une tamponnade a été éliminée mais un hématome rétropéritonéal a été suspecté devant la déglobulisation, l'absence de saignement évident et l'utilisation de désilet 11F par voie fémorale.

Durant le suivi, une patiente est décédée après deux mois de l'extraction, en raison de la progression d'une insuffisance cardiaque droite réfractaire compliquant une cardiomyopathie arythmogène du ventricule droit.

Deux patients ont été réimplantés. Un patient (n°3) a bénéficié de la réimplantation d'un DAI triple chambre devant la progression de l'insuffisance cardiaque et l'apparition d'un bloc de branche gauche complet et l'autre patient (n°9) présentant un BAV congénital, d'un stimulateur double chambre. Les deux patients ont été réimplantés du même côté de l'infection, après des délais respectifs de 10 et 2 mois.

DISCUSSION

Les techniques d'extractions percutanées de stimulateurs cardiaques et défibrillateurs se sont développées ces dernières années et sont de réalisation de plus en plus fréquente. Ces techniques ne sont pas toujours simples à mettre en œuvre en raison de la fibrose cicatricielle tout au long de la sonde ainsi qu'à son extrémité et doivent être considérées comme des procédures invasives complexes où l'expérience de l'opérateur et de l'équipe est un déterminant majeur du succès procédural et de réduction du risque de complications

Les recommandations sur l'extraction des sondes insistent pour que ces procédures soient réalisées par des médecins experts, dans un centre équipé de chirurgie cardiaque où les complications doivent être minimisés. (5, 8, 9)

Récemment, les sociétés européenne (EHRA)(8) et américaine (HRS) (5) de rythmologie ont publié deux documents concernant les étapes d'apprentissage et d'accréditation des centres réalisant l'extraction endovasculaire de sondes.

Di Monaco et al (10) ont rapporté dans leur méta analyse d'études observationnelles, que les patients traités dans des centres à grand volume d'extraction ont une probabilité plus faible de complications et de décès à 30

jours indépendamment du taux de l'infection, de la durée de l'implantation, de la nature de la prothèse et de la technique d'extraction.

L'utilisation des gaines télescopiques couplées ou non au laser ou à la radiofréquence rend l'extraction plus facile et doit réduire le taux de complications. L'alternative, en cas d'échec de la voie haute, est l'approche fémorale. À l'aide de ces techniques, le taux de succès des extractions de sondes atteint 98 % dans un centre expert. (6,11,12)

En Europe, les différentes techniques sont utilisées avec des fréquences variables. Une enquête européenne (8) a démontré une variabilité importante de l'utilisation des moyens d'extraction. La traction manuelle est utilisée chez 44% des centres, les mandrins bloqueurs chez 88%, des gaines télescopiques chez 79%, les gaines utilisant le Laser et la radiofréquence chez respectivement 28 et 26% des centres. Concernant les approches alternatives transveineuses, 65% utilisent l'approche fémorale et 37% une approche jugulaire si elle est nécessaire.(8)

En Tunisie, peu de centres réalisent l'extraction des sondes par voie endovasculaire. Seule la technique de traction est effectuée par les centres qui implantent les prothèses intracardiaques lorsque les sondes sont récemment implantées. Lorsque les sondes sont anciennes et adhérentes, celles-ci sont extraites soit par voie chirurgicale, ou le patient est adressé à un centre européen expert dans les extractions des sondes.

Nous avons choisi la technique décrite par Bongiorno et al (7) pour deux raisons : l'efficacité équivalente de cette technique à l'extraction par le laser (6,12) et pour des raisons économiques puisque les gaines télescopiques utilisées sont moins coûteuses que les gaines avec une énergie (laser ou radiofréquence) délivrée à leurs extrémité distale. Aussi avec cette technique, l'utilisation de mandrins bloqueurs n'est pas indispensable.

Les gaines télescopiques sont des outils disponibles dans différentes tailles (7 à 16 F) faites de différents matériaux plus ou moins rigides (téflon, polypropylène, acier). L'utilisation de ces gaines avec une approche par voie haute (par exemple via la veine d'implantation) permet un taux de succès variant de 71 à 91 %. (12-15) Dans cette expérience initiale, des gaines en polypropylène ont été utilisées chez 06 patients avec un recours à une approche fémorale supplémentaire chez quatre patients avec un succès procédural chez 03 patients.

L'extraction a été partielle chez une patiente avec succès de la libération des attaches sous clavière et veine cave supérieure. L'approche fémorale a échoué à extraire les sondes et une approche jugulaire aurait dû être réalisée. Cette patiente est décédée d'un probable hématome rétropéritonéal. Un désilet 11 F a été utilisé pour l'approche fémorale. Le volume annuel nécessaire de procédures pour l'accréditation d'un centre est

estimé à plus que 40 patients traités par an (9). Ainsi, nous sommes à notre courbe d'apprentissage. La nécessité d'une approche jugulaire est estimée à 25% par Bongiorno et al (7) pour obtenir un taux de succès avoisinant les 98%. (7,8)

Comparé aux registres Européens anciens (8,16), le nombre des centres traitants 10 patients /an a diminué de 40 à 23% alors que le nombre des centres traitant 40 patients /an a augmenté de 13 à 31% probablement comme conséquence à l'adhérence aux guidelines qui recommandent d'adresser les patients aux centres tertiaires qui ont une expertise dans l'extraction intravasculaire des sondes. Les interventions sont réalisées dans une salle de cathétérismes dans plus de la moitié des centres la disponibilité d'un support chirurgical (8,16).

Les limites de ce travail sont nombreuses représentées essentiellement par un effectif limité de la population. En effet les avantages de l'extraction endovasculaire des sondes a été confirmée depuis de nombreuses années sur des cohortes larges et suivis prospectivement (6,10). Ainsi une acquisition de cette technique par les cardiologues interventionnels locaux est indispensable pour faire face aux infections et aux fractures des sondes parfois inéluctables de l'implantation des prothèses intracardiaques.

Le meilleur traitement des extractions des sondes reste préventif en réduisant le taux des infections des prothèses intracardiaques. Récemment Tarakji et al (17) ont rapporté les facteurs de risque associés infections et ont discuté, en plus de l'antibioprophylaxie, l'apport de l'utilisation de poches anti infectieuses enveloppant les boîtiers pour réduire ce risque. Une réduction de 80% des infections des prothèses intracardiaques a été rapportée avec l'utilisation de ces poches antiinfectieuses. (17)

CONCLUSION

Malgré le développement des Différentes techniques d'extraction endovasculaire de sondes sont en pleine évolution (11,12) et assurent un taux de succès élevé avec un risque de plus en plus faible de complications. La connaissance de ces complications qui peuvent être fatales, imposent une technique rigoureuse dans des centres avec une facilité de chirurgie cardiovasculaire. Une courbe d'apprentissage est nécessaire de cette technique émergente dans notre pays et impose une stratégie étape par étape avec respect de toutes les règles de sécurité.

REFERENCES

1. Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt O A et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Europace* 2013;15:1070-118.
2. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, Estes NA III, Freedman RA, Gettes L Setal. ACC/AHA/HRS 2008 Guidelines for Device Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the ACC/AHA/NASPE 2002 Guideline Update for Implantation of Cardiac Pacemakers and Antiarrhythmia Devices) : developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery and Society of Thoracic Surgeons. *Circulation* 2008;117: e350-408.
3. Camm AJ, Nisam S. European utilization of the implantable defibrillator: has 10 years changed the 'enigma'? *Europace* 2010;12:1063-9.
4. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, Estes NA III, Freedman RA, Gettes L Setal. 2012 ACCF/AHA/HRS focused update incorporated into the ACCF/AHA/HRS 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology Foundation /American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:e6-75.
5. Wilkoff BL, Love CJ, Byrd CL, Bongiorni MG, Carrillo RG, Crossley GH III et al. Transvenous lead extraction : Heart Rhythm Society expert consensus on facilities, training, indications, and patient management: this document was endorsed by the American Heart Association (AHA). *Heart Rhythm* 2009;6:1085-104.
6. Buiten MS, van der Heijden AC, Schalij MJ, van Erven L. How adequate are the current methods of lead extraction? A review of the efficiency and safety of transvenous lead extraction methods. *Europace*. 2015;17:689-700.
7. Transvenous lead extraction : from simple traction to internal transjugular Approach Tools, techniques and Approaches. Sergeti L, Soldati E, Bongiorni MG 57-80
8. Bongiorni MG, Blomström-Lundqvist C, Kennergren C, Dagres N, Pison L, Svendsen JH, Auricchio A; Scientific Initiative Committee, European Heart Rhythm Association. Current practice in transvenous lead extraction: a European Heart Rhythm Association EP Network Survey. *Europace*. 2012;14:783-6.
9. Deharo JC, Bongiorni MG, Rozkovec A, Bracke F, Defaye P, Fernandez-Lozano I, et al Pathways for training and accreditation for transvenous lead extraction: a European Heart Rhythm Association position paper. *Europace* 2012;14:124-34
10. Di Monaco A, Pelargonio G, Narducci ML, Manzoli L, Boccia S, Flacco ME, Capasso L, Barone L, Perna F, Bencardino G, Rio T, Leo M, Di Biase L, Santangeli P, Natale A, Rebuzzi AG, Crea F. Safety of transvenous lead extraction according to centre volume: a systematic review and meta-analysis. *Europace*. 2014;16:1496-507
11. Starck CT, Steffel J, Caliskan E, Holubec T, Schoenrath F, Maisano F, Falk V. Clinical performance of a new bidirectional rotational mechanical lead extraction sheath. *Europace*. 2016;18:253-6.
12. Starck CT, Rodriguez H, Hürlimann D, Grünenfelder J, Steffel J, Salzberg SP, Falk V. Transvenous lead extractions: comparison of laser vs. Mechanical approach. *Europace*. 2013;15:1636-41
13. Byrd CL, Schwartz SJ, Hedin N. Intravascular techniques for extraction of permanent pacemaker leads. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1991; 101:989-97.
14. Fearnot NE, Smith HJ, Goode LB, Byrd CL, Wilkoff BL, Sellers TD. Intravascular lead extraction using locking stylets, sheaths, and other techniques. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1990; 13:1864-70.
15. Brodell GK, Castle LW, Maloney JD, Wilkoff BL. Chronic transvenous pacemaker lead removal using a unique, sequential transvenous system. *Am J Cardiol*. 1990; 66:964-6.
16. Van Erven L, Morgan JM, Scientific Initiatives Committee (SIC). Attitude towards redundant leads and the practice of lead extractions: a European survey. *Europace* 2010;12:275-6.
17. Tarakji KG, Ellis CR, Defaye P, Kennergren C. Cardiac Implantable Electronic Device Infection in Patients at Risk. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2016;5:65-71