

CARDIOLOGIE

Traitement ablatif de la fibrillation auriculaire par cathéter en 2006: procédé de routine ou recherche clinique?

Lors d'arythmies récidivantes telles que flutter auriculaire, tachycardie dans le cadre d'un syndrome de WPW ou tachycardie par réentrée nodale auriculoventriculaire, le traitement ablatif au moyen d'un cathéter utilisant un courant à haute fréquence est devenu le procédé thérapeutique de premier choix, avec un excellent profil d'efficacité et de sécurité. Le développement clinique du traitement ablatif des fibrillations auriculaires par cathéter est en cours depuis plusieurs années et ce procédé fait aujourd'hui déjà partie des méthodes de routine dans les grands centres.

Considérant le grand nombre de patients, les symptômes souvent importants, les répercussions hémodynamiques, les complications thromboemboliques et l'influence de la fibrillation auriculaire sur la mortalité, le perfectionnement de l'ablation directe par cathéter en tant que traitement des fibrillations auriculaires obtient une grande signification clinique et socio-économique.

ASPECTS PHYSIOPATHOLOGIQUES

La physiopathologie à la base de la fibrillation auriculaire est très complexe, avec une évolution progressive. Elle est influencée par de nombreux facteurs: système nerveux

autonome, facteurs hormonaux, dilatation auriculaire et dilatation des veines pulmonaires, réactions inflammatoires, dysfonction endothéliale et prédisposition génétique. Lors du déclenchement d'une fibrillation, des foyers ectopiques situés dans les fibres musculaires des veines pulmonaires jouent un rôle important (**figure 1A**, étoiles rouges). D'autres foyers peuvent se développer dans la zone conique de transition entre les veines pulmonaires et l'oreillette gauche (étoile bleue), ou dans d'autres sites de l'oreillette gauche ou droite (astérisques noirs). Ces foyers déclenchent la fibrillation auriculaire paroxystique par des salves d'activité de haute fréquence. Leur rôle dans la fibrillation auriculaire persistante n'est cependant pas bien éclaircie.

Après l'initiation de la fibrillation auriculaire par l'activité du foyer déclencheur, les excitations en boucle fermée (ré-entrée) jouent un rôle important. Comme pour les foyers déclencheurs, c'est l'oreillette gauche qui joue le rôle décisif pour la poursuite de la fibrillation auriculaire. Certains circuits en boucle peuvent se former autour d'ouvertures anatomiques telles que l'entrée des veines pulmonaires ou l'anneau mitral (**figure 1B**, flèches rouges), et des rotateurs d'origine fonctionnelle peuvent se former dans l'oreillette gauche (flèche bleue). Les circuits situés dans l'oreillette droite (flèche noire), par contre, semblent jouer un rôle relativement insignifiant.

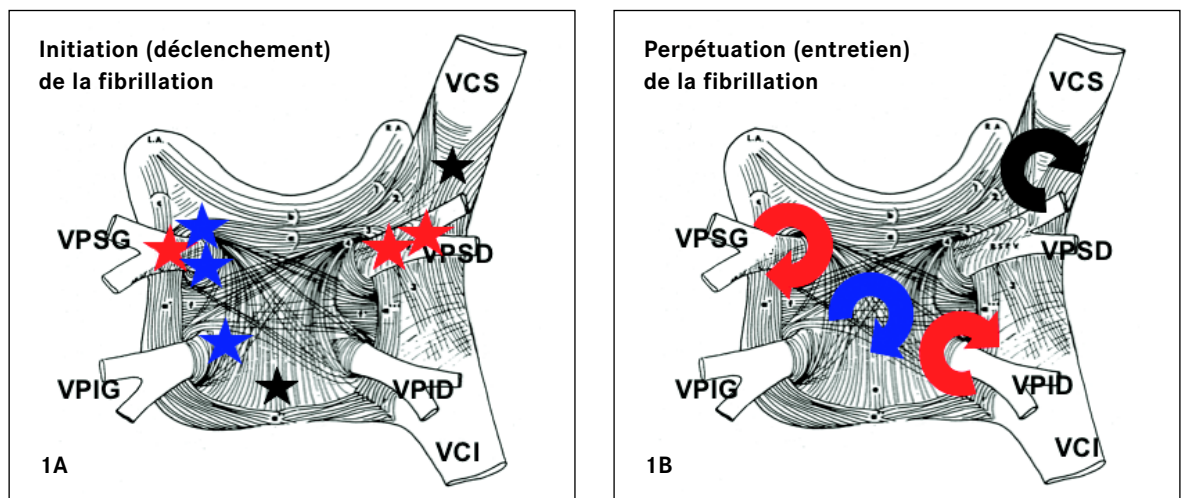


Figure 1A et 1B

Représentation schématique des oreillettes en vue arrière, avec veines pulmonaires supérieures gauche et droite et veines pulmonaires inférieures gauche et droite (VPSG, VPSD, VPIG, VPID) et veine cave supérieure et inférieure (VCS, VCI). **À gauche:** en ce qui concerne la localisation des foyers susceptibles de déclencher la fibrillation auriculaire, on distingue les foyers des veines pulmonaires (étoiles rouges) des foyers du passage conique de l'oreillette aux veines pulmonaires (étoiles bleues) et de ceux sans rapport avec les veines pulmonaires (étoiles noires). **À droite:** les excitations en boucle fermée (réentrée) qui entretiennent la fibrillation auriculaire peuvent être déterminées de façon anatomique (flèches rouges) ou fonctionnelle (flèche bleue). Les boucles dans l'oreillette droite (flèche noire) jouent un rôle relativement insignifiant.

STRATEGIES D'ABLATION

Dans une publication qui s'est révélée très importante, Haissaguerre et collaborateurs ont décrit la signification des foyers des veines pulmonaires pour le déclenchement des fibrillations auriculaires et développé en même temps une stratégie pour l'intervention thérapeutique par cathéter [1]. Après l'ablation directe du foyer dans les veines pulmonaires, cette stratégie a été développée plus avant pour aboutir à la déconnexion segmentaire des veines pulmonaires (**figure 2A**). Dans cette intervention, on procède à une résection des fibres musculaires de l'oreillette qui s'étendent dans les veines pulmonaires au niveau du passage de l'oreillette aux veines, de sorte à isoler les foyers situés au-delà dans les veines. Cette méthode permet d'éviter l'ablation directe dans les veines et de réduire ainsi nettement le risque de complications suite à une sténose des veines pulmonaires.

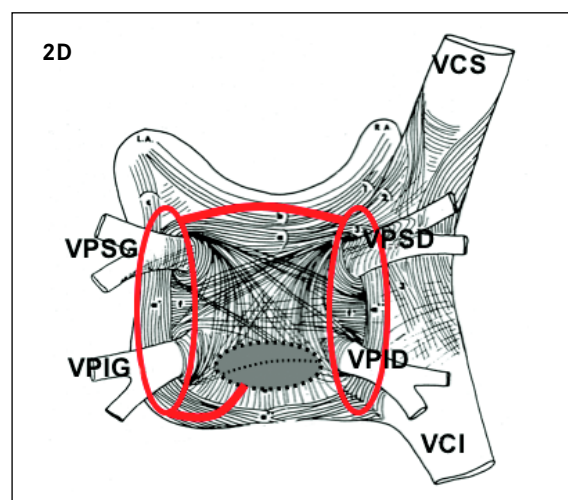
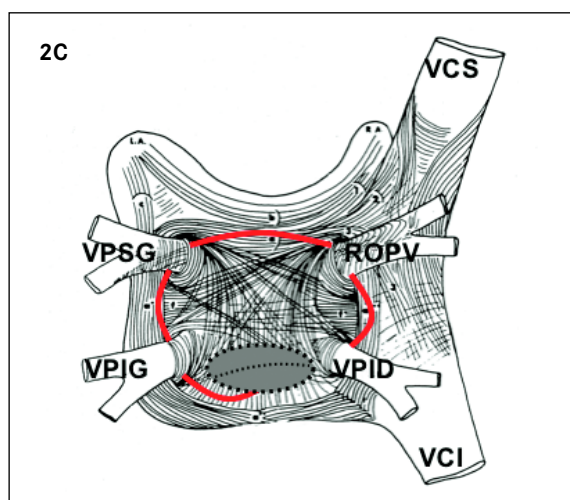
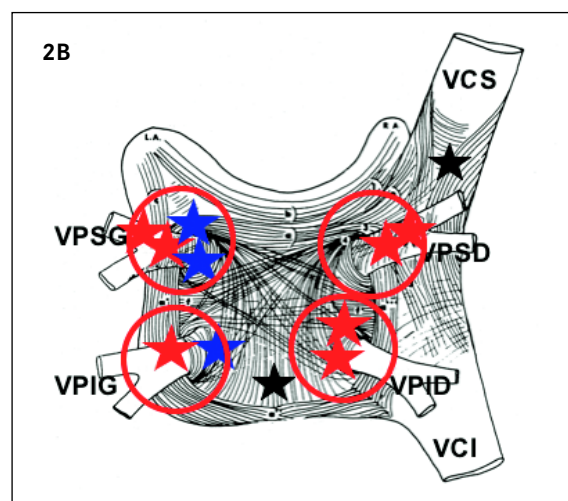
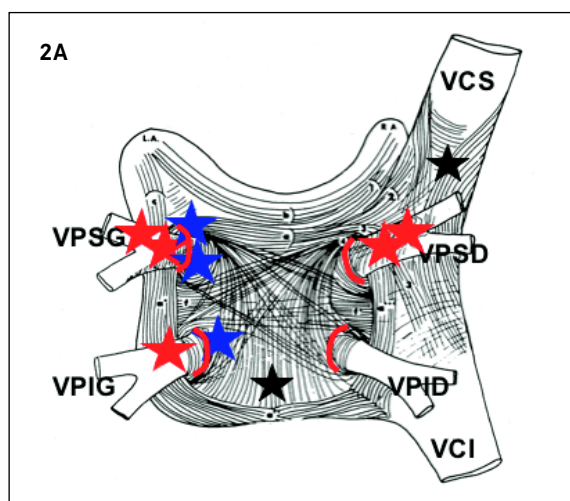
Pappone et collaborateurs ont introduit et perfectionné l'ablation circonférentielle des veines pulmonaires guidée par repérage électro-anatomique [2]. Dans ce procédé, des lignes d'ablation circonférentielles sont réalisées autour des différentes veines pulmonaires ou autour de la veine pulmonaire ipsilatérale (**figure 2B**). Contrairement à la déconnexion plus distale des veines pulmonaires, cette stratégie permet de traiter également les foyers plus

proches, situés au passage conique de l'oreillette aux veines (**cf. figure 2A**). En outre, cette méthode étant mieux en mesure de neutraliser également les circuits de réentrée situés autour des veines pulmonaires, elle réduit encore plus le risque d'une sténose des veines pulmonaires. Avec le concept de l'ablation des fibrillations auriculaires par radiofréquence (IRAAF, intraoperative radio-frequency ablation of atrial fibrillation), on a développé un procédé qui vise exclusivement une modification du substrat [3]. En créant des lignes d'ablation linéaires allant de la veine pulmonaire droite inférieure à la veine pulmonaire droite supérieure, puis de là à la veine pulmonaire gauche inférieure, et enfin à l'anneau mitral, cette technique vise une interruption des boucles de réentrée déterminées par l'anatomie (**figure 2C**).

Ces dernières années, ces stratégies d'ablation ont été développées plus avant pour former un concept combiné du traitement ablatif des fibrillations auriculaires par cathéter [4, 5] qui associe les grandes lignes d'ablation circonférentielles autour des veines pulmonaires ipsilatérales et les lignes d'ablation linéaires (**figure 2D**). Ainsi, les effets d'une isolation des foyers déclencheurs des veines pulmonaires peuvent être associés à une élimination des boucles d'excitations dans le cadre d'une modification du substrat (**figure 3**). Dans des publications parues récemment, deux nouvelles méthodes sont venues compléter ces stratégies

Figure 2A-2D

Parmi les stratégies d'ablation par cathéter, on distingue entre autres la déconnexion des veines pulmonaires (A), l'isolation circonférentielle des veines pulmonaires (B), la modification du substrat avec lignes d'ablation linéaires (C) et la stratégie combinée associant l'isolation des veines pulmonaires et les lignes d'ablation linéaires (D). Voir le texte pour les explications.



et concepts d'ablation: l'ablation de «potentiels fragmentés» [6] et l'ablation au niveau des réflexes vagues [7]. Les concepts décrits prévoient la création de lignes d'ablation étendues dans l'oreillette gauche. Par conséquent, la plupart des études conçues pour une précision du guidage du cathéter ont utilisé des systèmes de navigation tridimensionnels tels que le système électro-anatomique Carto ou le système EnSite. Un autre jalon technologique dans le développement de l'ablation percutanée des fibrillations

auriculaires au moyen d'un cathéter est le repérage de type «image integration», où une reconstruction tridimensionnelle de l'oreillette gauche par tomodensitométrie ou par IRM est directement importée dans le système de navigation (**figure 4**). Le guidage du cathéter est ici amélioré en particulier dans le domaine de transition de l'oreillette aux veines pulmonaires. Cela facilite d'une part un tracé réellement continu des lignes d'ablation et réduit d'autre part encore plus le risque d'une sténose des veines pulmonaires.

Une publication est parue récemment sur l'utilisation d'une navigation robotisée magnétique pour le traitement ablatif des fibrillations auriculaires [8]. Les progrès techniques pourraient dans un proche avenir permettre une nette réduction de l'exposition du patient et de l'examineur aux rayons X ainsi qu'un perfectionnement de la précision du système de navigation pour le cathéter, conduisant à une amélioration des résultats.

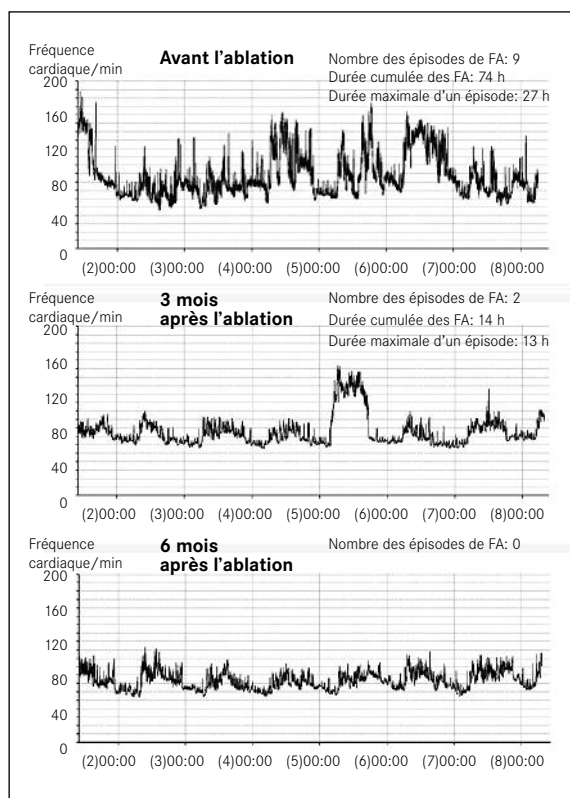
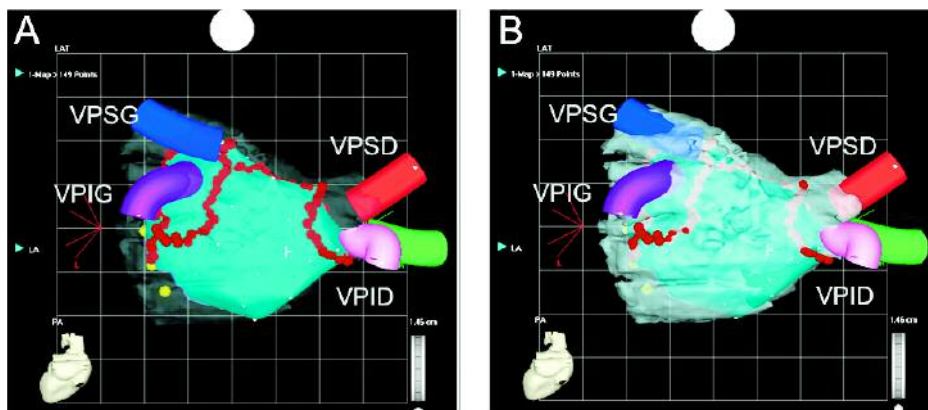


Figure 3
Exemple de l'évolution du profil de fibrillation auriculaire d'un patient, documentée à l'aide d'enregistrements de 7 jours à l'ECG: tracés enregistrés avant l'ablation par cathéter, puis 3 et 6 mois après l'intervention. Les épisodes de fibrillation auriculaire peuvent aisément être identifiés grâce à l'apparition de tachyarythmies dans le profil de fréquence. Avant l'ablation, 9 épisodes de fibrillation auriculaire se sont produits et leur durée cumulée a été de 74 heures au total. 3 mois après l'intervention, les épisodes de fibrillation auriculaire sont d'abord devenus plus rares (2 épisodes) et leur durée totale a diminué (durée cumulée de 14 heures). Et enfin, 6 mois après l'ablation, le patient ne présente plus de nouveaux épisodes de fibrillation auriculaire.

RESULTATS, EVOLUTION ET COMPLICATIONS

Les résultats en ce qui concerne la conservation du rythme sinusal après le traitement ablatif de la fibrillation auriculaire dépendent de la sélection des patients et du type et de la durée du suivi après l'intervention. Pour la sélection des patients, il semble qu'à côté de l'âge du patient, la sévérité de la maladie cardio-vasculaire de base joue un rôle important. En règle générale, toutes les grandes études ont inclus des patients souffrant de fibrillations auriculaires dans le cadre d'une maladie cardiaque de sévérité faible à modérée, présentant des symptômes significatifs et n'ayant pas répondu de façon satisfaisante à au moins une tentative de traitement anti-arythmique [1-8]. Fondamentalement, les résultats des patients souffrant d'une fibrillation auriculaire paroxystique sont meilleurs que ceux des patients souffrant d'une fibrillation auriculaire persistante. L'ablation est réalisée avec succès dans 70 à 90% des cas chez les patients souffrant d'une fibrillation auriculaire paroxystique, par rapport à environ 60 à 80% des cas chez les patients souffrant d'une fibrillation auriculaire persistante [1-8]. Dans ce contexte, on doit considérer qu'un traitement après l'intervention peut être nécessaire dans environ 20 à 30% des cas au bout de 2 à 3 mois, dans la plupart des cas avec la nécessité de fermer de petites interruptions des lignes d'ablation. Par

Figure 4
A: Reconstruction électro-anatomique tridimensionnelle (Carto) de l'oreillette gauche (vue de l'arrière) avec tracé schématisé des veines pulmonaires (tuyaux en couleur) et des lignes d'ablation (points rouges).
B: Intégration de la reconstruction tridimensionnelle (tomodensitométrie) de l'oreillette gauche au système de navigation électrophysiologique. Ainsi, notamment la zone importante de passage de l'oreillette aux veines pulmonaires est rendue fidèlement conformément à l'anatomie, et l'ablation par cathéter devient plus facile et précise.



ailleurs, le profil d'arythmie après l'ablation par cathéter peut être nettement modifié après l'ablation par cathéter, c'est-à-dire que la fibrillation auriculaire est alors nettement plus rare et courte et provoque moins de symptômes qu'avant l'ablation, mais sans être complètement éliminée [9].

Le traitement ablatif de la fibrillation auriculaire par cathéter est un procédé très invasif, où l'on procède – après une ou deux ponctions par voie transseptale – à la création de lignes d'ablation étendues dans l'oreillette gauche afin d'éliminer les déclencheurs et atteindre une modification du substrat. L'expérience de l'examineur joue globalement un rôle décisif. Une grande étude multicentrique rétrospective a constaté des complications dans environ 6% des cas [10]. Celles-ci englobent en particulier des complications thromboemboliques, des sténoses de veines pulmonaires, des tamponnades cardiaques et des blessures de vaisseaux inguinaux, tandis que les parésies par lésion du nerf phrénique et les blessures de l'œsophage sont très rares. Par contre, les études effectuées dans les grands centres [1–9] décrivent beaucoup plus rarement des complications.

DISCUSSION

Le traitement ablatif des fibrillations auriculaires joue un rôle de plus en plus important. Cette méthode est appliquée actuellement surtout chez des patients souffrant d'une fibrillation auriculaire paroxystique (plus rarement en cas de fibrillation auriculaire persistante) qui présentent des symptômes significatifs et n'ont pas répondu de façon satisfaisante à une ou plusieurs tentatives de traitement médicamenteux anti-arythmique. Selon l'opinion des auteurs, l'amiodarone – qui présente un grand potentiel d'effets indésirables – ne doit plus nécessairement être utilisée avant l'ablation par cathéter. Néanmoins, en tant que médicament dont l'administration reste possible, cette option devrait être discutée avec le patient et lui être éventuellement proposée. Le traitement ablatif des fibrillations auriculaires est aujourd'hui fondamentalement un traitement symptomatique. Toutefois, il est recommandé d'individualiser les critères de sélection des patients, c'est-à-dire qu'à côté des indications symptomatiques, les conséquences hémodynamiques ou thromboemboliques de la fibrillation auriculaire pourront influencer le choix éventuel de ce traitement. En outre, on considérera peut-être plus rapidement l'indication d'une ablation par cathéter chez un patient relativement jeune afin de stopper la progression pathologique de la fibrillation auriculaire à un stade plus précoce. Ainsi, les résultats semblent meilleurs chez les patients d'environ 50 à 70 ans que chez les patients plus âgés, chez lesquels le processus diffus de la maladie affectant les oreillettes est souvent plus avancé et déjà pratiquement irréversible.

En résumé, le traitement ablatif de la fibrillation auriculaire par cathéter est d'une part une méthode encore en cours de perfectionnement, alors qu'il est d'autre part déjà un procédé de routine utilisé quotidiennement par les examinateurs expérimentés. Dans le cadre d'une indication pertinente, cette méthode offre des chances importantes de

conserver le rythme sinusal même chez les patients ayant présenté une réponse insuffisante ou une intolérance aux anti-arythmiques.

Références

- [1] Haissaguerre M, Jais P, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Le Mouroux A, Le Metayer P, Clementy J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998; 339:659–666.
- [2] Pappone C, Oreto G, Rosanio S, Vicedomini G, Tocchi M, Gugliotta F, Salvati A, Dicandia C, Calabro MP, Mazzone P, Ficarra E, Di Gioia C, Gulletta S, Nardi S, Santinelli V, Benussi S, Alfieri O. Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation. *Circulation* 2001; 104:2539–2544.
- [3] Kottkamp H, Hindricks G, Autschbach R, Krauss B, Strasser B, Schirdewahn P, Fabricius A, Schuler G, Mohr FW. Specific linear left atrial lesions in atrial fibrillation – intraoperative radiofrequency ablation using minimal invasive surgical techniques. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40:475–480.
- [4] Oral H, Scharf C, Chugh A, Hall B, Cheung P, Good E, Veerareddy S, Pelosi F, Morady F. Catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation. Segmental pulmonary vein ostial ablation versus left atrial ablation. *Circulation* 2003; 108:2355–2360.
- [5] Kottkamp H, Tanner H, Kobza R, Schirdewahn P, Dorszewski A, Gerdts-Li JH, Carbucicchio C, Piorowski C, Hindricks G. Time courses and quantitative analysis of atrial fibrillation episode number and duration after circular plus linear left atrial lesions: Trigger elimination or substrate modification; early or delayed cure? *J Am Coll Cardiol* 2004; 44:869–877.
- [6] Nademanee K, McKenzie J, Kosar E, Schwab M, Sunsaneewitayakul B, Vasavakul T, Khunnawat C, Ngarmukos T. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: Mapping of the electrophysiologic substrate. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 2044–2053.
- [7] Pappone C, Santinelli V, Manguso F, Vicedomini G, Gugliotta F, Augello G, Mazzone P, Tortoriello V, Landoni G, Zangrillo A, Lang C, Tomita T, Mesas C, Mastella E, Alfieri O. Pulmonary vein denervation enhances long-term benefit after circumferential ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Circulation* 2004; 109:327–334.
- [8] Pappone C, Vicedomini G, Manguso F, Gugliotta F, Mazzone P, Gulletta S, Sora N, Sala S, Marzi A, Augello G, Livolsi L, Santagostino A, Santinelli V. Robotic magnetic navigation for atrial fibrillation ablation. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47:1390–1400.
- [9] Hindricks G, Piorkowski C, Tanner H, Kobza R, Gerdts-Li JH, Carbucicchio C, Kottkamp H. Perception of atrial fibrillation before and after radiofrequency catheter ablation. *Circulation* 2005; 112: 307–313.
- [10] Cappato R, Calkins H, Chen SA, Davies W, Iesaka Y, Kalman J, Kim Yh, Klein G, Packer D, Skanes A. Worldwide survey on the methods, efficacy and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circulation* 2005; 111:1100–1105.

Prof. Dr méd. Hans Kottkamp, Clinique Hirslanden, Zurich

Info

Prof. Dr med. Hans Kottkamp
Service de rythmologie
Clinique Hirslanden – Centre de cardiologie
Hirslanden
Witellikerstrasse 36-40
CH-8032 Zurich
Téléphone 044-387 20 02