

【ダイジェスト版】

カテーテルアブレーションの適応と手技に関するガイドライン

Guidelines for indications and procedural techniques of catheter ablation (JCS2012)

合同研究班参加学会：日本循環器学会，日本小児循環器学会，日本心臓病学会，日本心電学会，
日本不整脈学会

班 長	奥 村 謙	弘前大学循環器内科	協力員	大和田 真 玄	弘前大学循環器内科
班 員	相 澤 義 房	立川メディカルセンター		佐々木 真 吾	弘前大学不整脈先進治療学
	相 原 直 彦	千里中央病院		里 見 和 浩	国立循環器病研究センター不整脈科
	青 沼 和 隆	筑波大学循環器内科学		茅 田 浩	筑波大学循環器内科学
	沖 重 薫	横浜みなと赤十字病院循環器科		池 主 雅 臣	新潟大学保健学科
	熊 谷 浩一郎	福岡山王病院ハートリズムセンター		蜂 谷 仁	土浦協同病院循環器センター内科
	庄 田 守 男	東京女子医科大学循環器内科	外部評価委員		
	住 友 直 方	日本大学小児科学系小児科学分野		新 博 次	日本医科大学多摩永山病院
	高 橋 淳	横須賀共済病院循環器内科		家 坂 義 人	土浦協同病院
	内 藤 滋 人	群馬県立心臓血管センター循環器内科		櫻 田 春 水	大久保病院
	中 村 好 秀	近畿大学医学部小児科		筒 井 裕 之	北海道大学循環病態内科学
	野 上 昭 彦	横浜労災病院不整脈科		三田村 秀 雄	東京都済生会中央病院
	平 尾 見 三	東京医科歯科大学不整脈センター			
	松 本 万 夫	埼玉医科大学国際医療センター心臓内科			
	村 川 裕 二	帝京大学溝口病院第四内科			
	山 根 禎 一	東京慈恵会医科大学循環器内科			

(構成員の所属は2012年4月現在)

目 次

I. 序文	70	III. 各論	75
1. ガイドライン作成の背景	70	1. 上室頻拍	75
2. ガイドラインの必要性と目的	70	2. 術後心房頻拍・成人先天性心疾患	79
3. ガイドラインの基本方針	70	3. 心房細動	80
II. 総論	71	4. 心室性不整脈	84
1. カテーテルアブレーションの歴史と推移	71	5. 小児に対するカテーテルアブレーション	87
2. アブレーションに必要な知識，設備，医師，施設要件	71		
3. 電気生理検査	73		
4. 3次元マッピングとロボットナビゲーション	73		
5. アブレーションの合併症・頻度と対策	74		

(無断転載を禁ずる)

I 序文

1 ガイドライン作成の背景

不整脈の非薬物治療であるカテーテルアブレーションの適応は、「不整脈の非薬物治療ガイドライン」2001年初版、2006年第1回改訂版、2011年第2回改訂版に、それぞれの刊行当時の有効性と安全性に関するコンセンサス、エビデンスに基づき作成された。2011年改訂版には、①不整脈に対する電気生理検査の適応、②ペースメーカー治療の適応、③カテーテルアブレーションの適応、④植込み型除細動器（ICD）治療の適応、⑤心臓再同期療法（CRT）の適応、⑥不整脈外科治療の適応、が記載されている。不整脈治療の全体像の把握には有用であるが、各治療法の原理、技術と治療成績の推移、治療に必要な手技と設備、適応決定の背景となった臨床研究に対する評価などを網羅するにはスペース的にも困難である。

カテーテルアブレーションの上室頻拍、特発性心室頻拍に対する有用性は確立され、最近では心房細動に対しても積極的に適用されている。高齢社会を迎えた我が国にとって心房細動の管理・治療はますます重要となるが、再発予防のための薬物治療には限界があり、カテーテルアブレーションに期待がかかっている。心房細動アブレーションの症例数は年々増加しているが、公表されているハイボリュームセンターの治療成績が我が国の平均的な成績とは決して言えない。また重篤な合併症もゼロというわけではない。さらに地域や施設によって取り組みに差があるのも事実である。カテーテルアブレーションは、かつては特殊な、一部の専門医のみが実施可能な治療と考えられていたが、循環器病の標準的治療として位置づける必要がある。

2 ガイドラインの必要性と目的

ほとんどの上室頻拍が根治可能となり、安全性も確立され、アブレーションの適応はクラスIまたはこれに準じるレベルにまで引き上げられている。治療困難と考えられてきた心房細動アブレーションの治療成績も確実に向上している。心房細動アブレーションの増加が予測される現在、治療の適応のみでなく、アブレーションの理論的背景、推奨される手技、必要な設備と実施体制、アブレーション前後の注意点など、治療の全工程を標準化

する必要が生じている。

本ガイドラインの目的は、上室頻拍、心房細動、心室頻拍・期外収縮などの不整脈に対するアブレーション治療の適応、成績、合併症を明確にし、アブレーション手技を明示することにより治療の標準化をはかることである。手技については、特に心房細動アブレーションに関して詳細に記述し、実施前・実施中・実施後の処置やアブレーションに必要な体制（人員と設備）などについても具体的に言及した。術者に求められる要件も提唱した。今回提示するガイドラインは2011年の時点で推奨される適応と手技について記載した。将来の技術の進歩により、アブレーション治療の適応はさらに拡大され、手技もより確実に簡便となるであろう。

3 ガイドラインの基本方針

1 適応の考え方と分類

不整脈、特に頻拍は、それ自体が強い症状とQOL低下を来とし、心室起源であれば生命予後を悪化させるため、治療の目標は頻拍自体を抑制することである。このために薬物または非薬物治療が行われるが、薬物治療が姑息的治療であるのに対し、非薬物治療としてのカテーテルアブレーションは根治療法であり、この点で2つの治療戦略は根本的に異なる。前者の中心となる抗不整脈薬には特有の副作用のリスクがあり、また長期にわたって服薬を要するなど、QOLの観点からは大きな限界がある。再発予防もしばしば困難で、発作性心房細動は多くの例が抗不整脈薬療法にもかかわらず慢性心房細動へと移行する。一方、アブレーションはカテーテル手技を用いた侵襲的治療であり、合併症も危惧されるが、最近の医用工学の進歩、カテーテル技術の改善などにより、重大な合併症もほとんどなく施行可能である。

姑息的治療（薬物治療）と根治療法（アブレーション治療）のいずれが適応となるかはその侵襲性と安全性により議論される。上室頻拍に対するアブレーション治療の安全性は確立されており、侵襲性のみが問題となるが、根治性であることを考慮すれば第一選択の治療法として位置づけることに問題はない。ただし、心房細動や器質的心疾患に伴う心室頻拍のアブレーション治療は他の頻拍に比して難易度が高い。これは1回のセッションの治療成績が90%を超えるには至っておらず、手技も複雑で、また合併心疾患の重症度などにより影響されるためである。心房細動について言えば、多くの症例と経験の積み重ね、3次元マッピングシステムの開発と普及によ



り成績は向上し、安全性に関しても客観的データが示されるに至った。2004年以降、特に発作性心房細動に対する抗不整脈薬治療とアブレーション治療の前向き比較試験が行われるようになり、メタ解析でもアブレーションの有用性が示された。

以上を勘案し、さらにガイドライン作成班員、協力員の見解とコンセンサスに基づき、各不整脈に対するアブレーション治療の適応を決定した。適応は他のガイドラインと同様に以下の推奨度（クラス分類）を明記した。エビデンスレベルについては、多くのアブレーション治療の有効性が確立していること、レベル設定の参考となる前向き比較試験が不足していることより、記載しないこととした。

クラス分類

クラスⅠ：評価法、治療が有用、有効であることについて証明されているか、あるいは見解が広く一致している。

クラスⅡ：評価法、治療の有用性、有効性に関するデータまたは見解が一致していない場合がある。

クラスⅡa：データ、見解から有用、有効である可能性が高い。

クラスⅡb：見解により有用性、有効性がそれほど確立されていない。

クラスⅢ：評価法、治療が有用でなく、ときに有害となる可能性が証明されているか、あるいは有害との見解が広く一致している。

2 施設・設備と医師の要件

カテーテルアブレーション実施にあたっては、詳細な電気生理検査に基づいて治療部位（焼灼部位）を決定する必要がある。したがって術者には心臓電気生理に関する知識と洞察力が求められる。また侵襲的治療であり、術者には心臓カテーテル技術が求められ、電極カテーテルを心腔内で自在に操作する技術を身に付けておく必要がある。まれながら重篤な合併症も起こり得るため、設備を整えておくことは当然ながら、適切に対応できるような人員の配置も必要となる。本ガイドラインでは、施設、設備、人員に加え、アブレーションの対象となる不整脈の種類により、術者の要件（熟練者の下での経験数）を明記した。また心房細動アブレーションではクラスⅠ適応に施行症例数を条件として追加した。これらはアブレーションを安全かつ確実に実施するために不可欠と考えられたからである。

II 総論

1 カテーテルアブレーションの歴史と推移

カテーテルアブレーションは直流通電により開始されたが、1987年より高周波通電によるアブレーションが導入され合併症は激減した。1990年代に入り、マッピングと焼灼を容易かつ確実にするため、steerableカテーテル、large tipカテーテル、イリゲーションカテーテルが開発され用いられるようになった。これに3次元での画像解析（CARTO, EnSite, Navixなど）の発展があり、さらに心外膜側起源の頻拍に対するマッピングも可能となった。

1990年以後、現在の日本不整脈学会カテーテルアブレーション委員会（カテーテルアブレーション研究会）を中心に発展してきたが、本手技は侵襲的であり、合併症は皆無ではない。適正なガイドラインの確立と術者の力量の向上が期待されている。

2 アブレーションに必要な知識、設備、医師、施設要件

1 アブレーションに必要な知識（表1）

心房細動と心室頻拍アブレーションに関しては、さらに高度で精緻な知識が必要である。

2 アブレーションに必要な設備（表2）

①心臓血管撮影装置

カテーテルアブレーションは専用の心臓カテーテル室で行われることが望ましい。アブレーションは手技時間が長くなることが多く、透視線量の抑制に努める必要がある（表3）。

②電極カテーテル、アブレーションカテーテルおよび高周波発生装置

1) 診断用電極カテーテル

目的とする頻拍に応じてカテーテル種類、形状を選択する。

表1 カテーテルアブレーションに必要な知識

1. アブレーションの適応と禁忌と方法 2. 合併症の種類と対応策 3. 心腔内心電図の記録方法とその評価 4. プログラム刺激方法とその意義 5. 心腔内およびその周辺の解剖学的特徴 6. 各不整脈の臨床および電気生理学的特徴、その機序 7. 頻拍、頻脈の機序や回路の同定方法（特にエントレインメント） 8. 抗不整脈薬の作用機序 9. 放射線被曝に関する知識

表2 カテーテルアブレーションに必要な設備

1. 心臓血管撮影装置 2. 各種電極カテーテル 3. アブレーション用高周波発生装置 4. 心電図・心内電位記録装置 5. 電気刺激装置 6. 3次元マッピング装置およびディスプレイ 7. 電氣的除細動器および救急蘇生に必要な用具 8. シリンジポンプ
--

表3 透視線量の抑制において配慮すること

患者に対して
1. 皮膚障害の予防 2. 最小限の透視 3. 透視時間が長くなった場合、アームの角度を動かし、放射線が同一部位に集中することを避ける 4. 検出器をできるだけ近づける 5. シャッター使用し、不要部分をカットする
術者に対して
1. ガラス線量計を使用し、被曝線量管理を行う 2. 遮蔽板を使用し、下方のX線管からの被曝を予防する

2) 高周波アブレーションカテーテル

①通常型（非イリゲーション）カテーテル

カテーテル先端サーミスタにより温度をモニターし、設定温度になるまで高周波出力を自動調節する。電極サイズが大きいほど広範囲の焼灼が可能となる。

②イリゲーションカテーテル

先端電極を生理食塩水で冷却することにより、周囲血流に依存せず、安定した出力を発生することができる。また電極での血栓形成も少ないとされ、左心系のアブレーションでは有用である。

上室頻拍、WPW症候群に対するアブレーションでは通常型カテーテルが、心房細動や心室頻拍にはイリゲーションカテーテルが望ましい。

③心内電位記録装置

デジタルシステムで多チャンネル記録解析装置が速やかな電位評価に有用である。

④刺激装置

心房、心室の各所で連続刺激、単発～連発の期外刺激などのプログラム刺激が可能な専用刺激装置を使用する。

⑤3次元マッピング装置

3次元マッピング装置は、電位情報とその記録部位の3次元位置情報を同時に表示する装置で、頻脈回路や不整脈基質の同定が可能となる。

⑥電氣的除細動器

⑦その他

左心系のアブレーションでは、ヘパリン投与後、活性化凝固時間（ACT）を定期的に測定、調整する。常に、心タンポナーデの発生に備えておく。

3

アブレーションに必要な人員（医師など、手技、経験）

①人員

アブレーションに関わる人員として、術者（医師）、助手（医師）、電氣的除細動薬物投与、人工呼吸などの患者管理を行う医師、臨床工学士、看護師、放射線技師が必要である。

②必要な手技、技術（表4）

通常のアブレーションに必要な手段に加え、心房細動アブレーションで習得すべき手技、技術を表5に示す。

③中心的術者の必要経験症例数

以下の熟練者とは、アブレーションに精通した不整脈専門医を指す。

表4 カテーテルアブレーションに必要な技術

<ul style="list-style-type: none"> ・ 経皮的経血管的な右心系、左心系への電極カテーテルの挿入法 ・ 挿入した電極カテーテルの安全な操作と目的部位への配置 ・ 心腔内の電位記録とプログラム刺激による電気生理検査 ・ 3次元マッピング法 ・ 冠動脈造影法および心臓血管造影法 ・ 合併症の認識と対処法 ・ 体外式および心腔内電氣的除細動の使用法 ・ 抗不整脈薬の使用法 ・ 静脈麻酔法または鎮静法 ・ 救急処置（特に心嚢穿刺法）
--

表5 心房細動アブレーションに必要な技術

- ・心房中隔穿刺法
- ・左房内でのカテーテル操作法とアブレーション技術
- ・肺静脈入口部の認識
- ・心房各部位でのアブレーション出力エネルギーの調節
- ・3次元マッピング装置、心腔内エコーの操作と診断技術

1) 上室頻拍や特発性心室頻拍のアブレーション

熟練者のもとで20例以上の経験が必要である。

2) 心房細動のアブレーション

各施設の結果をみると、100例以上施行している施設での成績が良い。当ガイドラインは、熟練者のもとで、少なくとも30症例以上の経験が必要と提唱する。

3) 器質的心疾患に伴う心室頻拍のアブレーション

熟練者のもとで10症例以上の経験が必要である。さらに、年間を通して10例以上の心室頻拍アブレーションを行っている術者に限定されることが望ましい。

4 | アブレーションに必要な施設要件

アブレーションに必要な人員の項に述べた人員に加え、麻酔科医、心臓外科医もしくは胸部外科医のスタンバイが可能なこと。

なお、薬物治療抵抗性の有症候性発作性心房細動で、著明な左房拡大などを認めない例に対するアブレーションに関しては、年間の心房細動アブレーション施行数が50例以上の施設であればクラスI適応となる。

3 電気生理検査

電気生理検査は、心腔内各所の電位記録とプログラム刺激の組み合わせを基本とし、ここから得られる種々の電気生理学的現象を記録し、プログラム刺激に対する反応性を評価し、不整脈を系統的に解析していく検査法である。カテーテルアブレーションの開発と普及により、診断と治療が一体となったダイナミックな検査に変貌を遂げ、CARTOやEnSiteシステムなどの3次元マッピングシステムの進歩により、頻脈性不整脈に対する電気生理検査の役割も以前とは異なったものになっている。

カテーテルアブレーション時の電気生理検査は頻拍の誘発、頻拍の機序の解明、頻拍回路または頻拍起源部位の同定、アブレーション部位の同定、アブレーション後の効果判定などを目的として行われる。頻拍の機序は、①リエントリー、②異常自動能、③撃発活動(triggered activity)に大別される。頻拍の機序がリエントリーであれば期外刺激および短い周期での頻回刺激による誘発法(プログラム刺激法)が用いられる。異常自動能の場

合には頻拍の誘発はプログラム刺激では通常困難であり、イソプロテノールの持続静注による誘発法が用いられる。撃発活動であれば比較的長い周期の頻回刺激による誘発法が用いられる。頻拍の電気生理学的機序の解明と頻拍回路の同定には従来の電気生理学的手法を用いた方法、および近年目覚ましい発展を遂げている3次元マッピングシステムを用いることにより、より迅速かつ精度の高い頻拍機序の解明、頻拍回路の同定が可能となっている。

4 3次元マッピングとロボットナビゲーション

1 | CARTO システム

①基本原理

磁気を発生する装置をカテーテル検査台の下に設置し、電極カテーテル先端に挿入された磁気センサーでその強度を測定することにより、磁気発生装置からカテーテル先端までの距離を測定する。異なる3対の磁気発生装置からの磁力を同時に計測することにより空間上の位置座標が決定される。電極カテーテルを心腔内で移動中にこの空間内の位置座標をコンピュータに記憶させると、実際の空間に近い立体像が認識される。局所電位の局所興奮時間をこの心臓立体画像に分布することで興奮伝播過程の地図(activation map)が作成され、さらに興奮前面の動きをアニメーション表示(propagation map)することもできる。また各部位の電位高を表示(voltage map)することにより、病的な筋を示す低電位領域(low voltage area)を認識できる。最新バージョンアップでは、CTやMRIの3次元画像がCARTOで作成した心臓立体画像に重ね合わせることができ(CARTO Merge)、実像に近い空間認識が可能である。以上の3次元マッピングにより、マクロリエントリー回路の遮断などの電気生理学的アプローチ、肺静脈隔離術などの解剖学的アプローチによるアブレーションが容易になり、患者と術者の放射線被ばくは劇的に減少した。

②臨床応用

- 1) リエントリー回路の描出
- 2) 心房細動アブレーションに対する応用
- 3) 心筋梗塞後心室頻拍の癥痕部アブレーション

2 EnSite NavX システム

①基本原理

微弱な電流を通电できる3対の電極パッチを体表のX, Y, Z軸方向に装着し、各々の軸で心腔内のカテーテル電極の電圧を計測する。パッチ間の電圧との比により、X, Y, Z軸の座標を求め、体内の空間的な位置を決定し、NavXマッピングシステムのコンピュータ画面上に表示する。このシステムの最大の利点は、すべての電極カテーテルに対応可能であり、しかも複数の電極カテーテルにおける複数電極すべての位置が計測可能である。電極カテーテルを心腔内で移動させると、各々の電極の軌跡が記録され、これらを立体的にレンダリングすることで心臓立体画像が画面上に構築される。

②臨床応用

局所電位を記録して、興奮伝播図（local activation time isochrones map）や低電位領域（voltage map）の表示ができることはCARTOと同様である。

3 EnSite Array システム

①基本原理

バルーン付き多極電極カテーテルを心腔内に留置した状態で、通常のマッピング用電極カテーテルを心臓内壁に沿って移動させると、NavXマッピング法と同様の原理でコンピュータ画面上に心臓立体画像が描出される。バルーン電極カテーテルは各々の単極電極に接触していない離れた心筋組織の遠隔（far-field）電位を記録し、それを元に数理モデルによる計算式で興奮伝導様式を分析、その結果を先に求めた心臓立体画像に投影し、興奮伝播マップを作成する。

②臨床応用

1心拍の記録で興奮伝播マップを作成できるので、血行動態が不安定な不整脈、期外収縮、非持続性頻拍でも短時間で興奮伝導様式が分析できる。ただし、接触電極により計測された実電位によるものではなく、遠隔単極電位から計算された虚像によるマップである。バルーン

から心筋組織までの距離が4cm以上の場合には、この仮想現実の算出法に信憑性が得られなくなる。

4 磁気ナビゲーション法によるロボットナビゲーション

①基本原理

カテーテル検査台の両脇に設置された一対の永久磁石からなり、コンピュータ制御により傾斜および回転させて、磁石間の強力な磁場の方向と強さをコントロールする。電極カテーテルには先端に永久磁石が挿入され、本体により制御された磁場でカテーテル先端の方向が制御される。この電極カテーテルは体外に設置されたカテーテル駆動装置で前進・後退をコントロールする。磁気によるカテーテルの方向性制御とカテーテル駆動装置による前進・後退はコンピュータにより統合的に制御される。磁気ナビゲーション法によるカテーテル操作は放射線区域外のカテーテル操作室から行われる。術者は放射線被爆からは完全に防御され、理論的にはカテーテル検査室外や遠隔地からも操作可能である。

5 機械的ナビゲーション法によるロボットナビゲーション

①基本原理

マジックハンドに相当する遠隔操作装置とコンピュータ制御で操作するワークステーションユニットよりなる。遠隔操作装置は二層性のロングシースで構成され、電極カテーテル先端まで伸びる11.5Frのインナーシースとカテーテルシャフトを制御する14Frの OUTERシースが、各々独立したプリングワイヤーの牽引により屈曲する。ワークステーションユニットは、電気的に遠隔操作装置を制御して電極カテーテルのシャフトと先端が別方向に曲がる「S字型カーブ」を与えることができる。磁気ナビゲーション法と同様に一本の電極カテーテルのみ操作が可能である。通常のカテーテル検査室に設置可能である。

5 アブレーションの合併症・頻度と対策

1 カテーテルアブレーションの合併症とその変遷

おもな合併症を表6に示す。手技の習熟や知識の蓄積

表6 合併症の種類

A. 血管の穿刺とカテーテルの操作が関与するもの
穿刺部出血と血腫, 末梢血管損傷
動静脈瘻
気胸
空気塞栓および血栓塞栓症
心臓の穿孔と心タンポナーデ
冠動脈の損傷
弁や腱索の損傷
B. 高周波通電によるもの
刺激伝導系の傷害, 房室ブロック
血栓形成による塞栓症, 脳梗塞や心筋梗塞
肺静脈や冠静脈洞などの狭窄や閉塞
横隔神経麻痺
左房食道瘻
C. その他
感染
放射線被曝による皮膚傷害

の過程で合併症の頻度は低下している。

一方、最近では手技的に難易度の高い心房細動や術後の心房頻拍などに対象が拡大され、肺静脈狭窄や左房食道瘻などの新たな合併症を生じている。表7に2008年から2010年の治療症例を対象とし、日本不整脈学会カテーテルアブレーション委員会が集計した合併症の頻度を治療成績とともに示す。技術的にすでに確立されている発作性上室頻拍や心房粗動でも以前と変わらない頻度で合併症を認めていることは留意すべき点である。

心臓血管壁穿孔や心タンポナーデ、末梢血管損傷、冠動脈や弁膜の損傷などの機械的あるいは物理的障害については電気生理検査以外のカテーテル検査と同様であ

る。不可逆的な房室ブロックは恒久型ペースメーカーの植込みを要し、カテーテルアブレーションによる合併症としては特に注意すべきものである。

2

心房細動アブレーションに伴う合併症の概要

1995年から2006年の162施設での経験がCappatoらにより集積され、32,569例における45,115セッションにおいて、32例(0.098%)の死亡例があった。合併症は75歳以上の高齢者(相対危険率3.977)やうっ血性心不全(HR 5.174)との関連が認められた。肺静脈狭窄は術式の改善により、ほぼ回避されている。

III

各論

1

上室頻拍

1

Wolff-Parkinson-White (WPW) 症候群

①カテーテルアブレーションの適応

表7 最近の合併症の頻度

	施行数	再セッション数	%	急性期合併症数		急性期成功率(%)
					%	
WPW症候群(有症候)	614	67	10.9	8	1.3	94.6
WPW症候群(無症候)	27	6	22.2	1	3.7	74.1
その他の顕性副伝導路(有症候)	14	4	28.6	0	0.0	85.7
潜在性副伝導路	401	50	12.5	6	1.5	96.3
房室結節リエントリ頻拍	1412	130	9.2	24	1.7	98.4
洞結節リエントリ頻拍	25	0	0.0	0	0.0	100.0
心房内リエントリ頻拍	7	2	28.6	0	0.0	100.0
心房期外収縮	26	6	23.1	1	3.8	88.5
心房粗動	1966	227	11.5	26	1.3	97.9
心房頻拍	538	97	18.0	12	2.2	77.3
外科手術関連心房頻拍/粗動	150	28	18.7	2	1.3	88.0
アブレーション関連心房頻拍/粗動	67	45	67.2	3	4.5	86.6
房室接合部アブレーション	87	8	9.2	1	1.1	89.7
心房細動	2260	492	21.8	41	1.8	-
心室期外収縮	309	46	14.9	3	1.0	78.6
非持続性心室頻拍	280	28	10.0	1	0.3	81.1
持続性心室頻拍	362	69	19.1	12	3.3	84.0
	8545	1305		141	1.7	
ANOVA		p=0.0000		n.s.		p=0.0000

クラス I

1. 生命に危険を及ぼす危険性がある、または失神などの重篤な症状を伴う頻脈性心房細動や他の心房性頻脈性不整脈がある場合
2. 副伝導路を介した頻拍発作があり、短時間で自然停止しない、症状を伴う、頻度が多い、などの場合
3. 副伝導路を介した頻拍発作はないが、ハイリスク群で、公共交通機関の運転手など、業務内容が患者以外の人命に関わる可能性がある場合

クラス IIa

1. 副伝導路を介した頻拍発作はなく、ハイリスク群でもないが、心房細動発症の可能性などを考慮して患者がカテーテルアブレーションを希望する場合
2. 頻拍発作を認めても症状が軽微で、短時間で自然停止し、頻度もまれな場合

WPW 症候群に対する高周波カテーテルアブレーション治療の成功率は非常に高く、かつ再発率および合併症率も 0.5～2.0% と少ない。薬物療法との大きな相違点は根治療法であることで、薬物の副作用発現率と比べても、アブレーションに関連した重篤な合併症の発生頻度は有意に低い。医療経済的にも優れた治療法であり、本疾患の第一選択治療と考えられて然るべきである。公共交通機関の運転手など、業務上患者以外、および多くの人命に関わる職業の場合は、無症状であっても高リスク群ではアブレーション治療が薦められる。

②アブレーション手技

複数副伝導路例もまれでないことを考慮すると、正確かつ詳細な電気生理検査による副伝導路部位の同定（マッピング）が必須である。温度設定を 50～55℃、最大出力を 35～50W とする。アブレーション法として、右側副伝導路に対しては弁上アプローチが一般的である。左側副伝導路に対しては経心房中隔弁上アプローチと経大動脈弁下アプローチがあるが、後者では、血流の関係で十分な出力が得られない場合があり、その場合はカテーテルの再留置が必要である。

アブレーション部位の選択に関しては、顕性 WPW 症候群の場合は、双極電位記録で心室興奮が最早期となる部位、また単極誘導においていわゆる P-QS パターンを呈する部位が至適部位と判断される。潜在性 WPW 症候群の場合は、頻拍中あるいは心室ペーシングを行い、副伝導路が主たる逆伝導の状況での心房最早期興奮部位が至適通電部位である。

1) 右側副伝導路

①前壁～側壁～後壁副伝導路

経下大静脈・弁上アプローチ法が一般的で、カテーテル操作も容易であり、推奨される。

②後中隔副伝導路

冠静脈洞造影により解剖学的特徴を術前に把握する。中心冠状静脈洞内でアブレーションする場合は、十分な病変が作成されないことがあり、また穿孔のリスクもあるので注意深い手技が要求される。離断できない場合は、左側弁下アプローチか心外膜アプローチ方法を試みる。

③前～中中隔副伝導路

正常房室伝導路に近接しており、房室ブロックのリスクが高いので注意を要する。低出力（5～10W）または温度設定を 40℃ 程度から開始し、房室伝導を観察しながら出力を徐々に上昇させる。

2) 左側副伝導路

経心房中隔弁上アプローチと経大動脈弁下アプローチがある。

①前壁～側壁副伝導路

僧帽弁直下にアブレーションカテーテル先端部位を固定し、心房波高が最も高い部位でアブレーションする。弁上アプローチでは心房心室波高比がほぼ 1 となる弁輪部に先端を固定する。

②後壁～後中隔副伝導路

前壁、側壁部と同様な手技で施行する。

3) 特殊な副伝導路

①Mahaim 線維束 (atrio fascicular fiber)

本副伝導路の心房端は房室結節から離れた三尖弁周囲、多くは、前壁～側壁部位に局在することが多い。三尖弁輪を心房側から同一周期でペーシングを行い、「ペーシング刺激—デルタ波立ち上がり」時間を計測し、最も短い部位付近をさらに詳細にマッピングを行う。

②心外膜側副伝導路例

まれながら心耳～心外膜側心筋を走行する副伝導路を認める。心外膜アプローチは、剣状突起下穿刺法または外科的な同部位の小切開によりアブレーションカテーテルを心外膜腔内へ挿入する。冠動脈の解剖学的走行を把握してカテーテル操作およびアブレーションを行うことが必須である。

2 房室結節リエントリ頻拍

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 失神などの重篤な症状や軽症状でも QOL の著しい

低下を伴う頻拍発作の既往がある場合

2. 頻拍発作があり、薬物治療の有無に関わらず患者がカテーテルアブレーションを希望する場合

クラス IIa

1. 頻拍発作の心電図が確認されている患者で、電気生理検査で頻拍が誘発されず二重房室結節伝導路のみが認められた場合
2. 他の頻拍に対する電気生理検査またはカテーテルアブレーション治療中に偶然誘発された房室結節リエントリ頻拍

房室結節リエントリ頻拍は、房室結節へ前方から進入する速伝導路 (fast pathway), 後方からの遅伝導路 (slow pathway) を回路に含む。頻拍中の順行路／逆行路から、slow/fast型、fast/slow型、slow/slow型、left variant slow/fast型の4型に分類する。

②アブレーション手技

1) アブレーション部位

遅伝導路をアブレーションする。特有な電位記録部位を標的とする方法と解剖学的に特定部位を標的とする方法がある。実際には両者を組み合わせて実施する。

2) 通電方法

出力設定は、温度50～55℃、出力30～35Wとする。房室接合部調律の出現が有効通電の指標で、その際、心房ブロックが出現すればただちに通電を中断する。

アブレーションのエンドポイントは、イソプロテレノール負荷後の心房刺激による房室結節リエントリの非誘発性とする。

③成績

1) 成功率

97～98%と良好である。

2) 合併症

心房ブロックが0.1%～8.0%出現する。後中隔領域(0.8%)の通電に比べ中中隔(2.6%)、前中隔(8.0%)と前方になるほど心房ブロック誘発率は高く、再発率も高い。

3) 再発率

アブレーション後5年間で再発率は1.3%。slow/slow型における再発率は11.1%と高い。

④その他

洞調律時に1度心房ブロックを認める場合は、心房ブロックの誘発率は高い。

3 通常型心房粗動

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 頻拍や失神、心不全などの症状、QOLの低下を伴う心房粗動
2. 心房細動に対する薬物治療中に出現した通常型心房粗動
3. 心房細動アブレーション中に出現するか以前に記録されている通常型心房粗動

クラス IIa

1. 症状はないが、器質的心疾患を有し、心室機能低下を伴う場合
2. 他の頻拍に対するカテーテルアブレーション治療中に偶然誘発された通常型心房粗動
3. パイロットや公共交通機関の運転手など職業上制限となる場合

通常型心房粗動 (typical atrial flutter) は、三尖弁輪を反時計方向に旋回するマクロリエントリを機序とし、心電図上は下壁誘導での陰性の鋸歯状粗動波を特徴とする。時計方向に旋回する場合はreverse typical atrial flutterと呼ばれ、粗動波は陽性となる。いずれも三尖弁輪一下大静脈間解剖学的峡部 (cavotricuspid isthmus: CTI) を必須伝導路として成立する頻拍回路で、CTIの線状焼灼により根治可能である。通常型心房粗動に対するカテーテルアブレーションの手技自体は比較的容易で、安全性および治療効果の面で、抗不整脈薬の慢性投与に勝る。したがって無症状であって心室機能低下を伴う場合などでは、積極的な適応を検討する。

心房細動に対するI群、特にIc群抗不整脈薬による治療中に心房粗動が出現することがある (Ic粗動)。CTI線状焼灼により心房粗動の再発が予防されるだけでなく、同薬の継続により心房細動の再発も予防されやすくなる。

②アブレーション手技

アブレーションの標的はCTIで、まずCTIが必須伝導路であることを確認する。Concealed entrainmentの証明が有用である。アブレーションには8mm tipあるいはイリゲーションtipを用いる。前者で出力が40～50W、温度50～60℃、後者ではスチームポップを避けるために、出力30～40W、温度42～45℃と低めに設定する。カテーテルの先端電位で心房／心室電位比が1:2～1:4と

なる部位を三尖弁輪の通電開始点として、心房電位の消失する下大静脈まで連続的に通電を行う。下大静脈側の通電は痛みを伴うことが多い。

4

非通常型心房粗動 (incisional reentrant tachycardia 含む)

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 失神、心不全などの重篤な症状、QOLの低下を伴う場合

クラス IIa

1. 薬物治療抵抗性の場合
2. パイロットや公共交通機関の運転手など職業上制限となる場合

クラス IIb

1. 他の頻拍に対するカテーテルアブレーション治療中に偶然誘発された場合

非通常型心房粗動の機序は、右房自由壁のリエントリや上大静脈または下大静脈を巡回するリエントリ、左房内リエントリなど、症例により異なる。多くの場合、器質的心疾患か開心術の既往を認め、リエントリ回路には異常電位組織（低電位や瘢痕組織）が関与する。

②アブレーションの手技

詳細な3次元マッピングにより、右房か左房か、どのような巡回パターンかを見極める。リエントリ回路の多くは異常電位部が関与し、低電位部や瘢痕部の周辺を綿密にマッピングすると局在が判明しやすい。マッピング後は通常型粗動と同様にconcealed entrainmentを証明し、アブレーション部位を特定し、回路内の必須伝導部位（峡部）を線状に焼灼する。ただし、頻拍中のペーシングにより頻拍が容易に停止することもまれではなく、このような場合はマッピング所見と電位所見（分裂した低電位など）を参考として通電する。非通常型心房粗動は心房細動へ移行しやすいこと、再発率が比較的高いことも念頭に置くべきである。

5

心房頻拍

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 症状を有する頻拍起源の限局した再発性の心房頻拍
2. 頻繁に再発するインセサント型心房頻拍

3. 頻拍誘発心筋症の原因と考えられる心房頻拍

クラス IIa

1. 症状を有する頻拍起源の限局した心房頻拍で薬物治療が有効な場合
2. 症状のない心房頻拍で器質的心疾患を有し心室機能低下を伴う場合

②アブレーション手技

12誘導心電図でP波の確認ができればその起源を予測しておく。左房側へアプローチする可能性があれば心房中隔穿刺が必要となる。

巣状興奮を示す頻拍のアブレーション至適部位は通常activation mappingとpace mappingによって決定される。activation mappingは頻拍中あるいは期外収縮時に心腔内に留置された電極カテーテルの電位と、さらにマッピングカテーテルの電位から最早期興奮部位や興奮伝播様式を同定する方法である。心房頻拍ではP波がT波と重なる場合にP波の同定が困難なことが多く正確なpace mappingは不可能となる。

最早期興奮部位や施行したpace mappingの位置や各所電位所見を3次元マッピング上に記録し表示することでアブレーションをより正確に実施することが可能となる。activation mapping施行時の単極誘導所見も至適アブレーション部位決定に有用である。

6

上室性頻脈性不整脈に対する房室ブロック作成術

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 重篤な症状あるいは頻拍による高度の心機能低下を伴う、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な上室性頻脈性不整脈で、上室性不整脈に対するカテーテルアブレーションが不成功または施行できない場合

クラス IIa

1. QOLの著しい低下を伴う、薬物治療が無効または使用困難な上室性頻脈性不整脈で、上室性不整脈に対するカテーテルアブレーションが不成功または施行できない場合
2. 心臓再同期療法中の患者で、上室性頻脈性不整脈のために十分な心室ペーシングが得られない場合

クラス III

1. 房室伝導を温存した方が有益だと考えられる場合

上室性頻脈に対するカテーテルアブレーションが不成功であった場合や何らかの理由により実施できない場合で、心拍数コントロールが他の方法では困難で、症状を有する場合に適応がある。ペースメーカー植込みが必要となることから、症例ごとにその有用性を検討し、適応を決定しなければならない。なお上室性頻脈自体に対するカテーテルアブレーションの成功／不成功については、症例数（経験数）の多い施設の判断に委ねるべきである。

②アブレーション手技

最も一般的な手技は房室接合部を直接焼灼する方法である。

右室にペーシングカテーテルを留置し、房室ブロックに備える。アブレーションカテーテル（4mm tip）は右大腿静脈から挿入し、通常のアブレーション記録部位に留置する。アブレーションカテーテルを時計方向に tension をかけながら徐々に引き戻し、大きな心房電位・小さなヒス束電位・小さな心室電位となる部位に固定する。高周波通電（30～50W, 50℃）することにより、房室ブロックは容易（90～98%）に作成される。なお右側アプローチで房室ブロック作成が困難な場合は、大動脈無冠尖または左室内ヒス束電位記録部位での焼灼が有効な場合がある。

③治療上の注意点

アブレーション後は早期にペースメーカーを植え込む。本治療後に頻脈の急激な改善により突然死を来すことが知られている。予防にはペースメーカーレートを術後は多少高め（90～80/分）に設定し、徐々に通常のレートとする。植込み直後のレートレスポンスモード設定は注意が必要である。また、右室ペーシングは心不全を悪化させることがあり、症例により心臓再同期療法を選択すべきである。

2 術後心房頻拍・成人先天性心疾患

1 術後心房頻拍

①心房頻拍の種類

1) 右房自由壁マクロリエントリ性心房頻拍

リエントリ回路：右房切開線周囲を巡回するものが最多である。double loop reentry を形成することもある。

アブレーション部位：心房切開線—下大静脈、心房切

開線—上大静脈、心房切開線—三尖弁輪のいずれかの部位の線状焼灼によりマクロリエントリ回路を閉じることができる。

2) 僧帽弁術後マクロリエントリ性心房頻拍

リエントリ回路：左房のマクロリエントリ回路は僧帽弁輪、右肺静脈、左肺静脈を巡回し、各々単独でリエントリを起こす場合と、double loop reentry を呈する場合がある。

アブレーション部位：右肺静脈マクロリエントリの場合は右肺静脈下部—僧帽弁輪が峡部でありアブレーション標的になる。左肺静脈マクロリエントリは左肺静脈下部—僧帽弁輪間および左右肺静脈間が峡部でありアブレーションターゲットである。僧帽弁輪周囲のマクロリエントリは肺静脈—僧帽弁輪間の峡部が焼灼される。

3) メイズ術後マクロリエントリ性頻拍

頻拍起源は右房、左房のいずれの場合もあり、頻拍機序はメイズ手術の切開線または線状焼灼の破綻に関連したマクロリエントリ、手術侵襲による瘢痕に生じる伝導遅延を原因とするリエントリ、通常型心房粗動などである。

4) Fontan術後マクロリエントリ性心房頻拍

リエントリ回路：心房頻拍の大多数は右心房内に発生するが、巨大化した右房の中に不整脈基質が散在するため、Fontan手術後に特有のリエントリ回路を想定することは困難である。

アブレーション部位：遅延伝導に関連した低電位部位を焼灼する。3次元マッピングで得られた低電位部位の広範囲焼灼が必要になる場合がある。

5) 心房スイッチ術後マクロリエントリ性頻拍

リエントリ回路：肺静脈心房—体心室間の房室弁輪を巡回するマクロリエントリ性心房頻拍の頻度が最も高い。

アブレーション部位：肺静脈心—体心室間の房室弁輪周囲のリエントリ回路は下大静脈—房室弁輪間が峡部であり、アブレーションの標的である。しかし、下大静脈と房室弁輪の間には心房スイッチ手術特有の隔壁が存在するため、アブレーションの手技は単純ではない。

②カテーテルアブレーションの適応

Ⅲ各論—1上室頻拍—5)心房頻拍を参照されたい。(78ページ)

2 成人先天性心疾患

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 薬物治療抵抗性、有症候性の上室頻拍で、同様の頻拍に対するアブレーション治療の経験のある施設で行われる場合

クラス IIa

1. 薬物治療抵抗性、有症候性の心室頻拍で、同様の頻拍に対するアブレーション治療の経験のある施設で行われる場合

器質的心疾患のない患者と比較すると、アブレーションの成績は不良である。その原因として、心奇形や手術による複雑な解剖を理解する必要があること、アブレーションの標的にカテーテルを到達させることが困難であること、手術瘢痕や心内の人工心膜が障壁になること、などが挙げられる。難症例に対するアブレーションは経験のある施設での実施が推奨される。

1) 心房中隔欠損症

心房中隔欠損症は心房頻拍、通常型心房粗動、心房細動を合併する頻度が高い。心内修復術後には手術侵襲による不整脈基質が原因のリエントリ性心房頻拍が高頻度に出現する。不整脈基質としては閉鎖術を行った心房中隔、右房側壁の心房切開線、上下大静脈への導管挿入による瘢痕組織などである。

2) 心室中隔欠損症

カテーテルアブレーション治療の対象になるような頻脈性不整脈が出現する頻度は低い。

3) Fallot四徴症

成人期に至る多くの症例は既に心内修復術を受けており、右房切開線、心室切開線、右室流出路形成に伴う人工心膜パッチ、上下大静脈への導管瘢痕などが不整脈基質になり上室性および心室性頻脈性不整脈が発症する。心室性不整脈（心室頻拍・心室細動）に対しては、薬物治療、植込み型除細動器（ICD）が基本であるが、薬物治療抵抗性でICD作動が頻回の場合にはカテーテルアブレーション治療が行われる。

4) Ebstein奇形

右房化右室と右心房の間には電氣的伝導特性のある筋性結合が生じ易くWPW症候群が発症する。この場合の副伝導路は、複数副伝導路、幅広（broad）副伝導路、遅伝導路の頻度が高く、心房細動発作時のwide QRS頻拍（偽性心室頻拍）や副伝導路を順伝導するwide QRS

房室リエントリ性頻拍もまれではない。アブレーション時の副伝導路マッピングは、複数副伝導路や幅広副伝導路の可能性を考えながら行う。

5) Fontan手術

多彩な心房性不整脈を来とし、難治性である。マクロリエントリ性心房頻拍、focal mechanismによる心房頻拍、心房粗動、心房細動などが約半数の患者に発生し、この頻度は経過観察期間に伴って上昇する。カテーテルアブレーションの成績は一般的に不良であり、急性期効果が得られた後にも再発や新たな不整脈の出現頻度は高い。

6) 心房スイッチ手術

心房内に長い縫合線があるので、様々な上室性頻拍が発症する。頻度が最も高いものは三尖弁輪を巡回する通常型心房粗動である。アブレーションでは下大静脈三尖弁間の峡部を線状焼灼すればよいのであるが、心房スイッチ手術後の場合はこの峡部に隔壁があり、下大静脈からのアプローチでは隔壁から下大静脈までの焼灼しかできない。峡部の伝導を完全に遮断するためには三尖弁輪から隔壁までの焼灼を加える必要がある。

解剖学的右室が体心室の場合には心拡大が進行し、心室頻拍・細動や心房細動の合併頻度が増加する。一般的にこれらの不整脈に対するカテーテルアブレーションは困難である。

3 心房細動

1

アブレーションの理論および治療適応

本ガイドラインでは、発症7日以内に自然に洞調律に復する発作性心房細動（paroxysmal）、7日以上持続する持続性心房細動（persistent）、1年以上持続する長期持続性心房細動（long standing persistent）に分類する。

①心房細動の発症メカニズム

Haïssaguerreらは、心房細動のトリガーとなる心房期外収縮の約90%が肺静脈内の心筋から発生し、肺静脈内の起源に対するアブレーションにより心房細動を根治し得ることを報告した。発作性心房細動のトリガーもそのほとんどが肺静脈内心筋あるいは肺静脈開口部から発生することが明らかとなり、アブレーションの適応はさらに拡大された。持続性心房細動の一部でも、肺静脈の局所群発興奮が一度停止してもすぐに再開し、心房細動を維持させていることがある。肺静脈から発生する局所

群発興奮は心房細動開始のトリガーとしてだけでなく、その維持においても重要な役割を果たしている。

②心房細動アブレーションの理論的根拠

不整脈源性となる肺静脈を左房から電氣的に隔離することが心房細動アブレーションの理論的根拠である。肺静脈開口部周囲を取り囲む形で通電し、電氣的結合を遮断する解剖学的肺静脈隔離が行われるようになった。肺静脈と左房後壁を隔離するBOX隔離術も施行されている。

持続性心房細動の約半数例では肺静脈隔離術単独では不十分である。肺静脈のみならず心房自由壁のランダムリエントリ回路が心房細動の維持に関与している例がある。左房天蓋部や僧帽弁輪峡部などに対する線状アブレーションによってより大きなリエントリ回路に変化させると、周期長が徐々に延長し、ついに心房細動が停止し洞調律化するか、マクロリエントリ性心房頻拍へと移行する場合がある。また、心房細動持続中にcomplex fractionated atrial electrograms (CFAE) と呼ばれる異常心房電位が記録されることが多い。CFAEは伝導遅延、リエントリ回路のpivot point、局所のdriverの興奮などを反映していると考えられている。CFAEアブレーションにより心房細動が停止することがある。左心房心外膜側に存在する自律神経節が肺静脈からの心房細動発生やCFAEの成因に重要な役割を果たしていることから、これらの自律神経節を標的とするアブレーションも試みられている。

③アブレーションの位置づけ

有症候性心房細動では、まず抗不整脈薬が使用されるが、無効であれば次にアブレーションが考慮される。しかし、抗不整脈薬やワルファリンを長期服用することを希望しない場合や心不全の場合、第一選択治療としてアブレーションを考慮することもある。最近のメタ解析では、薬物治療抵抗性の発作性心房細動において、他の抗不整脈薬を使用した群と比較してアブレーション群の洞調律維持率が有意に良好であった。心房細動アブレーションの問題点として、手技に熟練を要し、成功率や合併症発生率に施設間で差があることがある。

④カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 高度の左房拡大や高度の左室機能低下を認めず、かつ重症肺疾患のない薬物治療抵抗性の有症候性の発作性心房細動で、年間50例以上の心房細動アブレーション

を実施している施設で行われる場合

クラス IIa

1. 薬物治療抵抗性の有症候性の発作性および持続性心房細動
2. パイロットや公共交通機関の運転手など職業上制限となる場合
3. 薬物治療が有効であるが心房細動アブレーション治療を希望する場合

クラス IIb

1. 高度の左房拡大や高度の左室機能低下を認める薬物治療抵抗性の有症候性の発作性および持続性心房細動
2. 無症状あるいはQOLの著しい低下を伴わない発作性および持続性心房細動

クラス III

1. 左房内血栓が疑われる場合
2. 抗凝固療法が禁忌の場合

2 アブレーション手技

①アブレーションに用いられるカテーテル

1) 非灌流型（ノンイリゲーション）カテーテル

先端電極長が4 mmと8 mmのカテーテルが用いられる。

4mm tipカテーテルの特徴は、カテーテル先端電位が明瞭に記録可能であり、焼灼に伴う電位の減高が評価可能な点である。しかし強い接触圧により血栓形成のリスクが高くなる。

8mm tipは、電位の明瞭さの面では4 mm tipに劣るが、強力な焼灼効果が得られる。とくに左心耳と左肺静脈の間のridgeの焼灼には有用である。

2) 灌流型（イリゲーション）カテーテル

心房細動アブレーションにおける利点として、血栓形成抑制と比較的に深部までの焼灼が可能な点が挙げられる。しかしカテーテルの接触圧や通電出力によっては、スチームポップ現象を生じ易く、心タンポナーデを合併することがあるため注意が必要である。

②3次元マッピングシステム

2012年の時点で心房細動アブレーションに使用可能なマッピングシステムとして、CARTOシステム（Biosense Webster社製）とEnSite NavXシステム（St-Jude Medical社製）の2種類がある。左房構築を描出可能で、リアルタイムに作製した左房の3次元イメージ上でのアブレーションが可能である。最近では左房CT像をマッピ

ングシステムと統合し、そのイメージ上でアブレーションを行うことが多い。

3次元マッピングシステムの使用により、従来の透視像とは比較にならないほどの解剖学的情報が得られる。最も大きな有用性はCT画像の心内膜面ビューで、2次元の透視像では掌握できない様々な部位を3次元的に詳細に描出可能である。さらに拡大肺静脈隔離術後に線状アブレーションやCFAEアブレーションを施行する際にも解剖学的指標として有用である。また透視時間の大幅な短縮も期待される。

③アブレーションの方法とエンドポイント

1) 肺静脈領域に対するアブレーション法

肺静脈を標的とした治療として現在広く行われているのは肺静脈をその周囲組織を含めて広く心房から電氣的に隔離する方法である（拡大肺静脈隔離術）。エンドポイントは術式に関わらず共通であり、隔離組織の左房からの電氣的隔離（両方向性伝導ブロックの形成）である。

①解剖学的指標に基づく広範囲肺静脈周囲アブレーション

通常3次元マッピング法（CARTOまたはNavX）を用いた解剖学的アプローチにより同側上下肺静脈前庭部周囲を大きく囲むように線状焼灼する方法である。エンドポイントは肺静脈領域の電氣的隔離である。

②解剖学的指標と電気生理的指標を組み合わせた広範囲同側肺静脈同時隔離法（EEPVI: extensive encircling PV isolation）

2本のリングカテーテルを同時に使用し、同側上下肺静脈の同時隔離を目指す。左房後壁に対しては線状焼灼を行い、前壁は電位指標によって左房肺静脈間の電氣的交通部位を点状に焼灼する。

③電位指標による肺静脈前庭部隔離術（segmental PV antrum isolation: PVAI）

個別肺静脈隔離術を肺静脈前庭部において行う方法である。大きいサイズのリング状カテーテル（直径25～30mm）を肺静脈前庭部に留置し、得られる電位情報から左房肺静脈間の限局した交通部位を狙って焼灼する方法である。

④左房後壁BOX隔離術

4本の肺静脈と左房後壁を一塊として電氣的に隔離する方法である。両上肺静脈間のルーフライン、両下肺静脈間のフロアラインに加えて、各肺静脈入口部前壁の焼灼に加えて、両上肺静脈間のルーフライン、両下肺静脈間のフロアラインを行うことにより、BOX状の隔離が可能となる。

⑤再伝導に対する追加焼灼

再伝導は不完全焼灼細胞が術後に回復すること起因しており、初回手術中にその存在と部位を知る方法として、1) 術中に一定時間置いて再確認する方法、2) アデノシン3リン酸（ATP）を急速静注し伝導再開を誘発する方法、3) イソプロテレノールによって伝導再開を誘発する方法などがある。

2) 心房細動基質に対するアブレーション法

①電位指標による基質焼灼法（CFAEアブレーション法）

CFAEの好発部位は肺静脈、心房中隔、左房天蓋部、左房後中隔弁輪部、冠静脈洞入口部等と報告されている。通常は拡大肺静脈隔離等と組み合わせて使用することが推奨され、焼灼のエンドポイントは心房細動の停止またはCFAEの消失とされている。

②心房内線状焼灼法

左房天蓋部で左右上肺静脈を結ぶルーフラインの形成と左下肺静脈入口部から僧帽弁輪までの僧帽弁輪峡部ライン形成が広く行われている。

③自律神経節アブレーション法〔Ganglionated plexus (GP) アブレーション〕

心房周囲の自律神経節を同定・焼灼する方法である。心臓周囲のGPは大血管周囲（肺静脈、上大静脈など）に集中し、左上肺静脈の上方、右上肺静脈の前上方、両側下肺静脈の下方などが知られている。心内膜側からの高頻度刺激（20～50Hz）で刺激することによって徐脈を誘発し、GPの局在を同定し焼灼する。

④複数の方法を組み合わせたアブレーション戦略

持続性～長期持続性心房細動に対しては、肺静脈隔離に加えて基質に対するアブレーションを組み合わせることが多い。

3) その他の部位に対するアブレーション法

①肺静脈以外の異所性発火部位を標的としたアブレーション

肺静脈以外の部位から出現する異所性発火の好発部位は、上大静脈、左房後壁、右房分界稜、卵円窩、冠静脈洞、Eustachian ridge背側、Marshall靱帯、房室間溝などである。

②上大静脈隔離術

上大静脈内には右房心筋が伸展しており、不整脈源性を有することは肺静脈と類似する。通常、リングカテーテルを開口部やや遠位部に留置し、右房との間の電氣的結合部位を同定し焼灼する。横隔神経麻痺、上大静脈狭窄、洞結節障害の発生に注意を要する。

4) 心房細動アブレーションのコンセンサス

- 心房細動のタイプによらず肺静脈に対するアブレーション

ションが治療の基本となり、肺静脈およびその周囲組織を左房から電的に隔離する術式（拡大肺静脈隔離術）を行う。

- 肺静脈領域以外の部位から出現する異所性発火部位を認める場合は可能な限り焼灼治療する。
- 心房内に線状焼灼を追加する場合は完全ブロックラインの形成を目指す。
- 進行した心房細動（持続性および長期持続性）は、約半数の症例では肺静脈隔離術だけでは不十分である。必要に応じて心房内線状アブレーション、CFAEアブレーション、GPアブレーションなどを追加する。

3 周術期管理および合併症と対策

①周術期管理

1) 術前検査・管理

①心電図検査（12誘導心電図, Holter心電図, 携帯型心電図）

心房細動のタイプはアブレーション法、効果、抗凝固療法およびアブレーション前の経食道エコーの必要性に関わる。

②経胸壁心エコー

基礎心疾患の有無、心機能、左房径等が把握される。

③経食道心エコー

左心耳・左房内血栓の有無、左房機能および卵円孔開存の有無の確認を目的として施行する。48時間以上持続する心房細動においては、アブレーション前に経食道エコーを行う。心内血栓が確認されれば、アブレーションは禁忌である。

④心臓CT検査（またはMRI検査）

左房と肺静脈の解剖を理解するため、施行することが推奨される。

⑤抗凝固療法

基本は抗凝固療法を可能な限り継続することであるが、経口薬中断時にはヘパリンを投与する。術前の経口抗凝固薬中断の時期は、ワルファリンで2～5日前、ダビガトランは腎機能を参考にし、1～2日前とする。リバーロキサパンも同様に対処可能と考えられる。

抗血小板剤併用例においては、アブレーションの4～5日前より中止することが望ましい。

2) 術中管理

①抗凝固療法

アブレーション中のヘパリン投与は必須で、遅くとも心房中隔穿刺直後より開始し、ACTを300～400秒に維

持する。

②鎮痛・鎮静

鎮痛

- pentazocin（ソセゴン、ペンタジン）、15～30 mg 筋注・皮下・静注
- buprenorphin（レパタン）、0.2～0.3 mg 静注（4～6 μg/kg）
- 塩酸モルヒネ、1回10 mg 静注、2～3回まで追加
- Fentanyl（フェンタニル）、0.5～3 μg/kgを静注

鎮静

- propofol（ディプリバン）、導入0.3mg/kg/時で開始（5～10分間）。その後0.3～3.0mg/kg/時で維持。
- midazolam（ドルミカム）、導入0.03～0.06 mg/kgを1分以上かけて静注。0.03～0.18 mg/kg/時で維持。
- dexmedetomidine（プレセデックス）、導入6 μg/kg/時で開始（10分間）。その後0.2～0.7 μg/kg/時で維持。

ディプリバン、プレセデックスは現時点では保険適応外である。

③食道走行の確認

食道造影は簡便な食道走行の確認法であり、3次元マッピングや心腔内エコーを用いることでも、食道走行の確認が可能である。

④食道温モニター

先端が開口している胃管チューブを経由して食道温プローベを挿入し、左房後壁通電中のアブレーションカテーテル先端電極近傍の食道温をモニターする。左房後壁の通電は食道温が42℃以下で中断することが望ましい。

3) 術後管理

①抗凝固療法

経口抗凝固薬継続下にアブレーションが施行されていない場合、術後、出血性合併症のないことが確認されれば、ただちに経口抗凝固薬内服を開始し、効果出現までヘパリン投与を継続する。術後の抗凝固療法は少なくとも3か月間継続することが望ましい。

②心電図検査（12誘導心電図, Holter心電図, 携帯型心電図）

症状が心房細動や心房頻拍によるのかどうかを確認する意味において重要である。

③再アブレーション

3か月のblinking period後にも再発を認める場合に施行することが望ましい。再発不整脈が、抗不整脈薬やレートコントロール薬投与下においても有症候性であった場合は、アブレーション後3か月以内であっても再アブ

レーションを検討可能である。

②アブレーションに伴う合併症と対策

合併症の出現頻度は他のアブレーション手技と比較して多い。全体の発生率は3.36～6%（平均5.2%）である。

1) 心タンポナーデ

重篤な合併症の中で最も頻度が高い。心タンポナーデ発生時には、昇圧剤による血圧管理、速やかな心嚢穿刺によるドレナージとともにプロタミンによるヘパリンの中和が必要である。

2) 食道関連合併症

①左房—食道瘻

頻度は最も低いが致命率が最も高い合併症である。早期診断は困難で、術数日後から症状が出現する。画像診断としては胸部CTが有効で、胃内視鏡や経食道心エコーは、禁忌とされている。治療は、手術による修復しかないが、もし瘻孔が形成される前の食道穿孔の段階であれば食道ステントという選択肢もある。予防は術中管理の項を参照。

②食道迷走神経麻痺

アブレーションによる左房後壁焼灼時に傷害され、胃蠕動不全の症状がでる。特異的な治療法はなく、経過観察しかない。予防は術中管理の項を参照。

3) 血栓塞栓症

多くは24時間以内の発生が多い。カテーテルシースの血栓形成、アブレーションカテーテル電極への凝血塊付着、アブレーション部位の血栓形成、左房内既存血栓の遊離などが主な原因である。血栓塞栓症の予防は術中管理の項を参照。

4) 肺静脈狭窄

診断はCTやMRIで可能で、症候性の高度狭窄に対しては、バルーン拡張術やステント留置が行われるが、再狭窄の発生も多い。また、軽度狭窄が時間経過とともに進行する場合もあるため、経過観察が必要である。

5) 横隔神経麻痺

通電による直接的な横隔神経の傷害である。通常1～12か月で自然軽快するが、麻痺が永続的になる例も報告されている。予防法は、高出力ペーシングで横隔神経が補足される場所の通電を避けるか、通電出力を下げて通電し、横隔膜の動きが停止した時点で通電を中止することである。

6) 周術期死亡

周術期死亡は、0.02～0.12%に発生している。死亡の原因は、心タンポナーデが最も多く、左房—食道瘻、脳梗塞、体内出血などである。これらの中には予防および

救命可能なものが多く含まれており、個々の合併症の予防や対策は極めて重要である。

4 心室性不整脈

1 持続性心室頻拍

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 心機能低下または心不全に伴う単形性持続性心室頻拍で、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合
2. 脚枝間リエントリによる持続性心室頻拍
3. 植込み型除細動器の植込み後に抗頻拍治療が頻回に作動し、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合
4. 症状がありQOL低下を有する特発性持続性心室頻拍で、薬物治療が有効または未使用でも患者がカテーテルアブレーション治療を希望する場合
5. 単形性心室頻拍が原因で心臓再同期療法の両室ペーシング率が低下して十分な効果が得られず、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合

クラス IIa

1. 無症状あるいは症状が軽微な特発性持続性心室頻拍

カテーテルアブレーションの適応は、患者の全身状態や施行施設（術者）の経験数などよりリスクとベネフィットを熟慮して決定されるべきである。心筋梗塞や心筋症などの器質的心疾患に伴う持続性心室頻拍に対しては、植込み型除細動器治療が突然死予防の最も確実な方法である。しかし、頻回的心室頻拍発作や植込み型除細動器による直流通電治療は患者QOLやその長期予後を悪化させる。抗不整脈薬の併用は植込み型除細動器の作動回数を減少させるが、その副作用も大きな問題である。カテーテルアブレーションは心室頻拍発作回数を減少させる有力な治療手段となり得る。従来、器質的心疾患に伴う持続性心室頻拍に対するアブレーションは困難であったが、3次元マッピングシステムやイリゲーションカテーテルなどの技術の進歩より、治療成績は格段に改善している。薬物治療抵抗性の植込み型除細動器の頻回作動（電気的ストーム）に対してもカテーテルアブレーションは有効な避難策となり得る。

②アブレーション手技

1) 3次元マッピングシステム

特に器質的心疾患に合併した心室頻拍のアブレーションに有用である。

2) アブレーション部位の決定法

特発性心室頻拍は特徴的QRS波形を呈することが多く、その機序、QRS波形、不整脈起源、などによりいくつかのサブタイプに分類できる。最も多い部位は、右室流出路である。他の起源としては、三尖弁輪、ヒス束近傍、肺動脈内、左室流出路、僧帽弁輪、バルサルバ洞、左右の末梢Purkinje網、冠状静脈内、乳頭筋、流出路心外膜などがある。一方、基礎心疾患に伴う持続性心室頻拍の原因としては、心筋梗塞、催不整脈性右室心筋症、心筋症、弁膜疾患、サルコイドーシス、心筋炎、先天性心疾患術後などがあり、その心電図波形は多彩である。

持続性心室頻拍に対するアブレーション部位の決定方法としては、①興奮伝播マッピング、②エントレインメントマッピング、③ペースマッピング、④基質マッピングなどがある。

3) アブレーションカテーテルの種類とエネルギー設定

最近のカテーテルアブレーション成績の向上は、マッピングシステムの進歩とともにこの電極冷却機能付きアブレーションカテーテルの導入に寄与するところが大きい。現在、閉鎖回路冷却システム（本邦未承認）と開放イリゲーションシステムの2種類がある。後者は生理的食塩水をカテーテル内から先端電極にある灌流孔を通じて心腔内に放出させるため、尿量の観察や利尿薬の静注など水分バランスの管理が重要となる。先端電極への凝血付着予防の観点からは開放イリゲーションシステムの方が優れている。

2 | 多形性心室頻拍・心室細動

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

なし

クラス IIa

1. 右心室流出路あるいは末梢プルキンエ線維起源の心室期外収縮を契機とする反復性の特発性多形性心室頻拍あるいは特発性心室細動において、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合
2. 末梢プルキンエ線維起源の心室期外収縮を契機とする反復性の虚血性多形性心室頻拍において、心筋虚血改善治療に反応せず、薬物治療が無効または副作

用のため使用不能な場合

クラス IIb

1. 右心室流出路あるいは末梢プルキンエ線維起源の心室期外収縮を契機とする反復性の多形性心室頻拍あるいは心室細動において、心筋炎、アミロイドーシス、弁膜症、非虚血性心筋症、ブルガダ症候群、QT延長症候群、早期再分極症候群、カテコラミン感受性多形性心室頻拍を基礎疾患とするもの

右室流出路あるいは末梢プルキンエ線維起源の心室期外収縮が契機になり特発性多形性心室頻拍や心室細動が誘発され、その心室期外収縮をカテーテルアブレーションで治療することにより多形性心室頻拍や心室細動の発生は抑制できる。特発性に関しては長期予後も良好である。急性または陳旧性心筋梗塞、虚血性心筋症における多形性心室頻拍あるいは心室細動に対しても末梢プルキンエ線維に対する同様のアブレーションが有効である。このような病態に合併した反復性多形性心室頻拍・心室細動の治療の基本は、抗不整脈薬、β遮断薬、深い鎮静、心不全管理、電解質補正、心筋虚血の解除であるが、それでもなお多形性心室頻拍・心室細動が抑制できない場合、緊急避難治療としてカテーテルアブレーションが果たす役割は大きい。その他の疾患（心筋炎、アミロイドーシス、弁膜症、非虚血性心筋症、ブルガダ症候群、QT延長症候群、早期再分極症候群、カテコラミン感受性多形性心室頻拍など）におけるカテーテルアブレーションの可能性も少数例で報告されているが、その効果と長期予後は未だ不明である。

②アブレーション手技

多形性心室頻拍・心室細動の契機となる心室期外収縮をマッピングするため、標的となる心室期外収縮がアブレーション時に存在していることが必要である。反復性の多形性心室頻拍や心室細動の電氣的ストーム状態では逆にマッピングはしやすい。標的となる心室期外収縮がアブレーション時に存在しない場合には、ペースマッピングが有用である。そのために、あらかじめ多形性心室頻拍・心室細動の契機となる心室期外収縮を12誘導心電計で記録しておくことが極めて重要である。

3 | 心室期外収縮・非持続性心室頻拍

①カテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 心室期外収縮、非持続性心室頻拍が多形性心室頻拍

あるいは心室細動の契機になり、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合

2. QOLの低下、心機能低下または心不全を有する頻発性心室期外収縮、非持続性心室頻拍で、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合
3. 頻発性心室期外収縮、非持続性心室頻拍が原因で心臓再同期治療のペースング率が低下して十分な効果が得られず、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合
4. 非持続性心室頻拍に対して植込み型除細動器治療が頻回に作動し、薬物治療が無効または副作用のため使用不能な場合
5. 症状があり、QOL低下を有する特発性非持続性心室頻拍で、薬物治療が有効または未使用でも患者がカテーテルアブレーションを希望する場合

クラス IIa

1. 心機能低下または器質的心疾患に伴う流出路起源の頻発性心室期外収縮
2. 無症状の流出路起源の特発性非持続性心室頻拍で、心拍数が著しく速い場合
3. 流出路起源の頻発性心室期外収縮、特発性非持続性心室頻拍で、薬物治療が有効または未使用でも患者がカテーテルアブレーション治療を希望^{*1}する場合

注：原則としていずれもQRS波形が単一の症例が望ましい。もし複数認めるとしても2～3個までの症例が望ましい。

心室期外収縮が契機になり多形性心室頻拍や心室細動が誘発され、その心室期外収縮をアブレーション治療することにより多形性心室頻拍や心室細動の発生が予防できる症例がある。頻発性心室期外収縮、非持続性心室頻拍は心機能低下を惹起する可能性があり、アブレーションにより心機能低下やそれに伴う症状を改善できる。頻発性心室期外収縮、非持続性心室頻拍により両室ペースング率が低下すると心臓再同期治療（CRT）の効果が減少する。アブレーションによる治療はペースング率を上げることにより心機能を改善する。植込み型除細動器治療後、非持続性および持続性心室頻拍に対して作動回数が多くなると生命予後が不良となる。カテーテルアブレーションは発作回数、作動回数を減少させる有力な治療手段となり得る。

* 1 例えば妊娠を希望する女性、スポーツ選手、旅客輸送運転などを職業とする症例などでアブレーション希望がある場合もこの項目に該当する。

特発性非持続性心室頻拍に対するカテーテルアブレーションは安定した成績が得られ、比較的高い成功率が得られる。一方、心筋梗塞や心筋症などの器質的心疾患を伴う非持続性心室頻拍はアブレーションが困難であり、たとえ治療に成功しても基礎心疾患の進行による不整脈基質の変化や病状の悪化により不整脈の再発が多い。

②アブレーション手技

1) マッピング法

アブレーション前に心室期外収縮、非持続性心室頻拍の12誘導心電図波形から起源を推測しておく。12誘導波形から予想される起源部位にマッピングカテーテルを留置し、心室期外収縮の最早期興奮部位を同定する。最早期興奮部位（焼灼成功部位）では心室性期外収縮のQRS波に20～40 msec先行する心室興奮が記録されることが多く、単極誘導の電位は傾きの急峻なQSパターンを呈する。大動脈バルサルバ洞起源の心室期外収縮の場合は局所心室興奮の直前にprepotentialを認めることが多い。

ベースマッピング法も焼灼部位の決定に有用である。心室期外収縮のQRS波形と同一のペースマッピング波形が得られた場合〔perfect (excellent) pace map〕には同部位における通電の成功率は高い。外来で頻繁に認めた心室期外収縮が電気生理検査中に出現しない場合は、本法が焼灼部位を同定する唯一の方法となる。手技中に心室期外収縮の自然発症を認めない場合には、高頻度刺激やプログラム刺激後に心室性期外収縮が生じる場合があるので試みる。また、運動時や日中に心室期外収縮を多く認める症例ではイソプロテレノール点滴静注（1～3 μg/分）、逆に夜間や安静時に多く認める症例では二次的な迷走神経緊張をもたらすフェニレフリンやメトキサミンの静注（迷走神経緊張により高度の徐脈となることがあるためペースング用カテーテルを右室に留置しておく。また一過性に血圧の上昇を招くため高血圧症例には禁忌である）、またはエドロホニウムやネオスチグミンなどの抗コリンエステラーゼ薬が心室期外収縮の誘発に有益な場合がある。

2) 通電法

高周波通電の設定は心室頻拍と同様である。通電が有効の場合は10秒以内に心室期外収縮・非持続性心室頻拍が消失する場合が多い。大動脈バルサルバ洞より通電を施行する場合には、冠動脈や大動脈弁の損傷を避けるため、出力は30～35W、温度設定は55℃までとし、一回の通電時間は60秒間以内とすることが望ましい。冠動脈の損傷を防ぐため、焼灼前に左右の冠動脈を造影して

入口部を確認することが不可欠である。

イリゲーションカテーテルを使用する場合は25W程度の出力から焼灼を開始して最大40Wまで（バルサルバ洞からの焼灼は最大35Wまで）、設定温度42℃にて通電を行う。焼灼に伴い抵抗値が15～20オーム低下した場合にはポップ現象の危険があるので通電をいったん中止する。

近年、心外膜側起源の心室性不整脈に対して、経胸壁心外膜アプローチを用いたカテーテルアブレーションの有用性が報告されている。心室期外収縮・非持続性心室頻拍でも心内膜側からの焼灼が不成功であった症例で冠静脈内、あるいは心外膜アプローチ（心窩部穿刺法）によるアブレーションの有効例が報告されている。

5 小児に対するカテーテルアブレーション

小児不整脈の特徴として頻拍発作の自然消失がある。副伝導路を介する房室回帰頻拍は、1歳未満の乳児の93%で自然発作が認められなくなるが、その内30～70%の症例が後に頻拍が再発する。心房頻拍も約半数で自然軽快すると報告されている。このことを念頭に置き、カテーテルアブレーションの適応を決定する。

器質的心疾患を合併しない小児のカテーテルアブレーションに伴う合併症は、2002年の報告では3.3%と高率であったが、近年、3次元マッピング技術の進歩などにより、重篤な合併症は減少した。乳幼児に対するカテーテルアブレーションに関しても治療成績、安全性が向上している。

1 アブレーション手技

①鎮静

先天性心疾患に関連するカテーテルアブレーションや12歳以下の小児では、鎮静が必要となる。

1) 静脈麻酔

心電図、呼吸、血圧、酸素飽和度、Bispectral index (BIS) などの麻酔深度のモニターが勧められる。

①propofol 静注

卵アレルギーは禁忌である。導入を0.5mg/kg/10秒、維持を4～10mg/kg/hr (0.4～1ml/kg/hr)で行う。

②fentanyl (0.05μg/kg/hr), midazolam (1.7μg/kg/時) の持続静注

卵アレルギーなどで、propofolが使用できない例に使用される。

③dexmedetomidine

初期負荷投与を6μg/kg/時 (1.5 ml/kg/hr) 10min、維持量を0.2～0.7μg/kg/時 (0.05～0.175 ml/kg/hr)で行う。小児での使用例は少ない。

④その他

以下の麻酔薬を適宜用いる。

midazolam : 0.15～0.3mg/kg

fentanyl : 1～2μg/kg (鎮痛効果が強い)

ketamine : 1～2mg/kg

diazepam : 0.1～0.2mg/kg

塩酸モルヒネ : 0.1～0.2mg/kg (Fallot四徴症の麻酔時には前投薬として用いる)

2) 全身麻酔

酸素、笑気、セボフルレンによる吸入麻酔も行われるが、麻酔による電気生理学的影響により頻拍が誘発されにくくなる、などの欠点がある。

②カテーテルの選択

乳児 (10kg以下) のカテーテルでは両側鼠径部からカテーテルの挿入を行うが、片側のカテーテルは最大7Fまで、右鼠径部から挿入し、左側からは記録用カテーテルを挿入する。2012年8月から発売予定である2F EPStar Fix 8極 (日本ライフライン) などが有用である。

多極電極カテーテルとして、ヒス束心電図と右室の同時記録 : 4F, 5F J-Cath EP star His-RV Fix (日本ライフライン), 5F Daig supreme CRD His-V (St. Jude Medical, 日本光電), CSと右房の同時記録 : 6F IBI CS-RA 14polar (St. Jude Medical), 6F Bard Woven CS-RA 20polar (メディコン), 7F Daig Supreme CS-RA 20polar (St. Jude Medical, 日本光電) などが販売されている。挿入するカテーテルの本数を減らすことが可能である。

10～15kgの乳児では、4Fを左鼠径部から2本、7Fを右から1本挿入することが可能である。頸静脈もしくは鎖骨下静脈から4Fのカテーテルが挿入可能な場合もある。15～30kgでは左右の鼠径部から2本ずつのカテーテル挿入も可能である。30kg以上であれば、成人とほぼ同様のカテーテル留置が可能である。

③マッピングシステム

3次元マッピングシステムは小児に非常に有用で、乳児でカテーテルの本数が限られる場合には、食道誘導電極と3次元マッピングカテーテル1本で診断および治療を行う。乳児は心筋が薄く、カテーテルが硬いため、心筋穿孔を起こす可能性が高く、特に慎重なカテーテル操

作が必要である。

2

器質的疾患を伴わない小児のカテーテルアブレーションの適応

クラス I

1. 突然死ニアミスおよび失神の既往がある WPW 症候群，心室頻拍
2. 頻拍の持続に伴い心室機能の低下した上室頻拍，心室頻拍
3. 血行動態の異常を伴う薬物治療抵抗性心室頻拍

クラス IIa

1. 薬物治療抵抗性で，再発性もしくは症候性の上室頻拍
2. 先天性心疾患に伴う頻拍（特に術後にカテーテル操作が困難となる場合）
3. インセサント型上室頻拍
4. 心房内リエントリ頻拍
5. 動悸のある患者で，心臓電気生理検査により上室頻拍が誘発される場合

クラス IIb

1. 抗不整脈薬が有効な上室頻拍
2. 抗不整脈薬は有効であるが血行動態の異常を伴う心室頻拍
3. 非持続性心室頻拍および非持続性上室頻拍
4. 再発性もしくは薬物治療抵抗性およびアブレーション無効の心房内リエントリ性頻拍に対する房室接合部アブレーションとペースメーカー植込み
5. 無症候性 WPW 症候群で，本人および保護者が根治を希望する場合