

# 小児科診療 UP-to-DATE

2017年3月22日放送

## 不整脈に対するカテーテルアブレーション治療

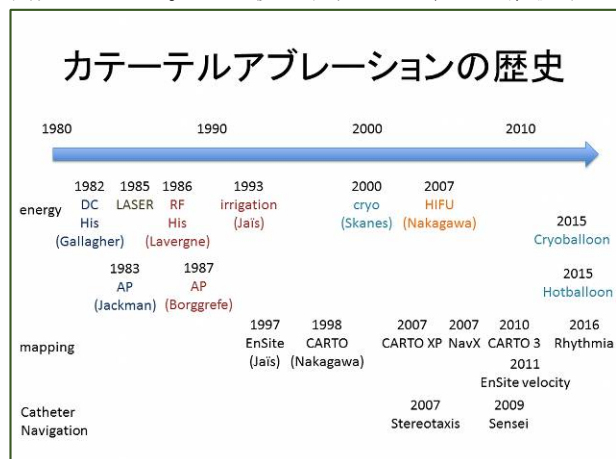
埼玉医科大学国際医療センター 小児心臓科  
教授 住友 直方

カテーテルアブレーションとは静脈、動脈または心外膜に電極カテーテルを挿入し、カテーテルを通じて体外からエネルギーを不整脈発生源に加え、不整脈の発生を抑える治療法です。

### 1. カテーテルアブレーションの歴史

1982年にGallagherらが房室接合部に対する直流通電による房室ブロック作成に成功したのがカテーテルアブレーションの始まりとされています。1983年にはJackmanらが直流通電により副伝導路の離断に成功しました。しかし、直流通電によるアブレーションには重篤な合併症の発生が少なくありませんでした。1987年になり高周波通電により房室接合部、心室頻拍、WPW症候群に対するアブレーションに成功し、合併症は激減しました。その後電極先端を冷水で灌流するイリゲーションカテーテル、房室結節近傍の不整脈に対する冷凍アブレーションが開発されました。心房細動に対しては、冷凍バルーン、ホットバルーンカテーテルが臨床応用されています。

わが国では1994年に経皮的心筋焼灼術としてカテーテルアブレーションが保険償還されました。その後、高周波カテーテルアブレーションは急速に普及し、3次元マッピングシス



テム (CARTO, EnSite) を用いた画像解析の進歩、心外膜起源の頻拍に対するアプローチ法とマッピング法の確立などにより、ほとんどの不整脈が治療対象となっています。

## 2. 小児のカテーテルアブレーションの適応

小児のカテーテルアブレーションの絶対適応は、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、3. 心室頻拍、血行動態の異常を伴う薬剤抵抗性心室頻拍とされていますが、カテーテルアブレーションの有効性、安全性が高くなるにつれ、薬剤抵抗性、もしくは薬剤が有効であっても本人、家族の希望があった場合など、ほとんどの頻拍性不整脈に対して治療の適応があると考えられています。

## 3. 鎮静および麻酔

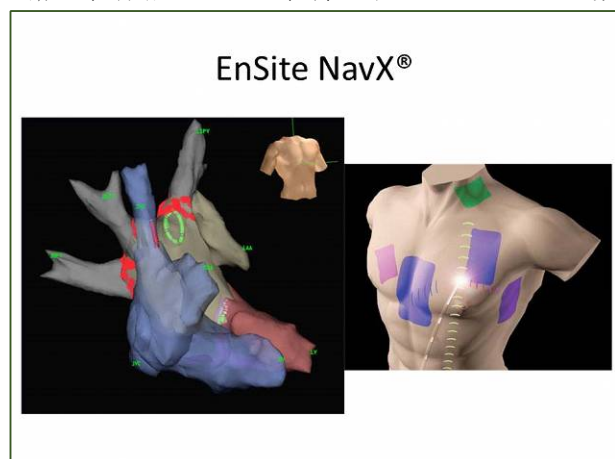
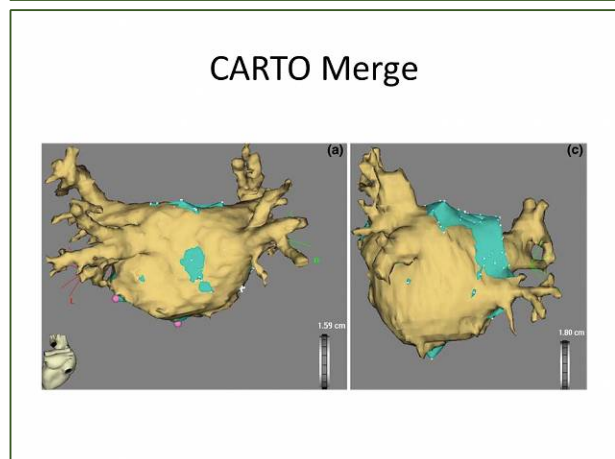
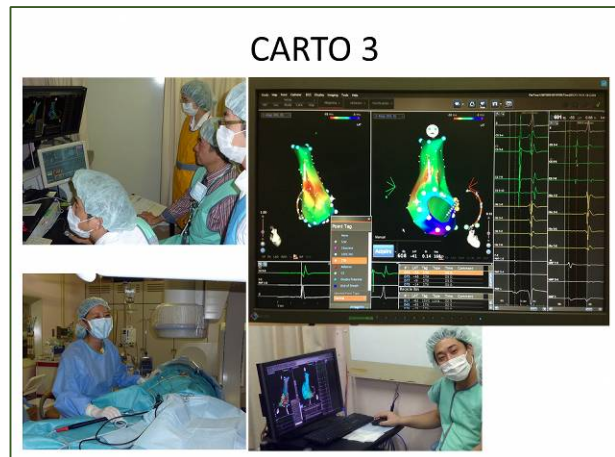
小児では手技中に動くことを防ぐためと、患者の苦痛を減らすために、カテーテルアブレーション時には鎮静や麻酔が必要となります。デクスメデトミジン、フェンタニール、プロポフォール、ミダゾラムなどによる鎮静や、セボフルレンなどの吸入麻酔による全身麻酔を行ないます。

## 4. 3D マッピングシステム

CARTO 3、EnSite NavX などの 3 次元マッピングシステムはカテーテルの位置と電位情報を同時に記録できるため、先天性心疾患に合併する不整脈や、体格が小さく、挿入するカテーテルの数の限られる小児には非常に有用です。乳児では、食道誘導電極と 3 次元マッピングカテーテル 1 本で診断及び治療を行うこともあります。

## 5. カテーテルの選択

カテーテルアブレーションを行なうためには、まず、両鼠径静脈から 2 本ずつ、頸静脈、鎖骨下静脈などから 1 本のシースを挿入して、



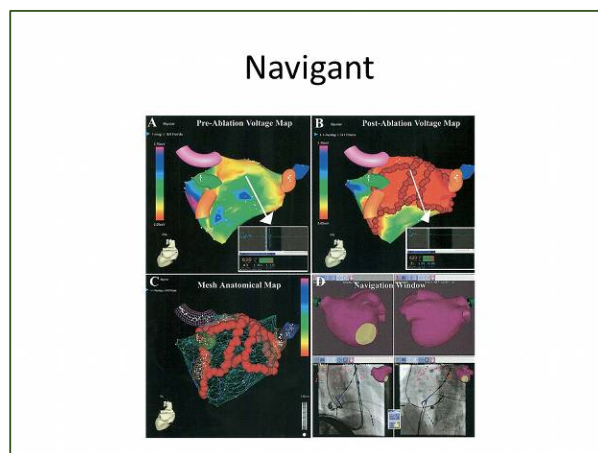
高位右房、房室結節、右室心尖部、冠静脈洞に電極カテーテルを留置し、さらにアブレーション用のカテーテルを挿入して、5本のカテーテルで電気生理学的検査を行ないます。アブレーション用のカテーテルはほとんどが7フレンチ以上の太さのカテーテルですので、体格の小さな小児や、先天性心疾患の術後症例で静脈狭窄が起きている場合には、片側から2本の電極カテーテルを挿入することが困難な場合があります。この場合には、できるだけ細かいカテーテルを使用する、右室心尖部と房室結節、冠静脈洞と右房を同時に記録できるカテーテルを使用する、食道誘導心電図を使用するなどして、挿入するカテーテルの数や太さを減らすことが必要です。

## 6. 電気生理学的検査

カテーテルアブレーションを行なうためには、不整脈発生源を調べ、治療部位を決定しなければなりません。そのために行なう検査を電気生理学的検査と呼びます。WPW症候群に伴う房室回帰頻拍では副伝導路の存在部位が治療部位となります。

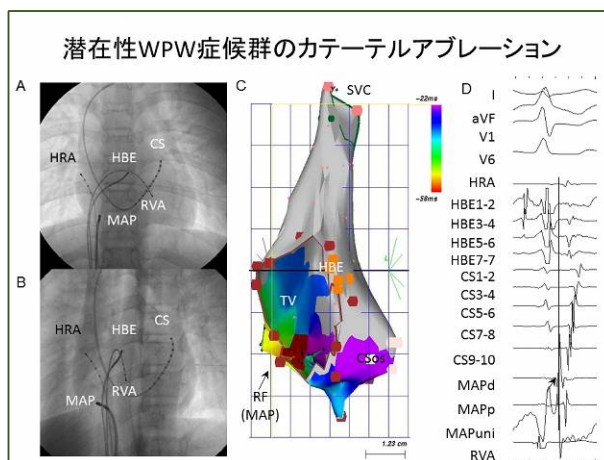
3次元マッピングシステムを用いると、頻拍中に心内の電位情報と位置情報を同時に記録することにより、頻拍の回路の同定、副伝導路の位置、最も適した治療部位などを決定することができます。

心室期外収縮、心房期外収縮などでは刺激で誘発されない、いわゆる自動能が機序のものが多く、この場合には検査中に出現した期外収縮を1拍ずつ記録することにより治療部位を決定します。



## 7. カテーテルアブレーション

WPW症候群は、三尖弁もしくは僧帽弁の弁輪部に存在する副伝導路がアブレーションのターゲットとなります。頻拍中もしくは右室連続刺激中の最早期心房興奮部位、心室心房電位の連続性、副伝導路電位の記録などにより治療部位を決定します。右室連続刺激では、副伝導路だけではなく房室結節を逆伝導することもあるため、頻拍中の電位でアブレーション部位を決定する方が確実です。左側の副伝導路の場合、以前はカテーテルを大動脈から逆行性に左室に挿入し、左室内で回転させ、僧帽弁上もしくは僧帽弁下にカテーテルを持って行きアブレーションを行なっていましたが、現在は、



Brockenbrough 針、もしくは RF needle による心房中隔穿刺で左房に到達し、左房側から副伝導

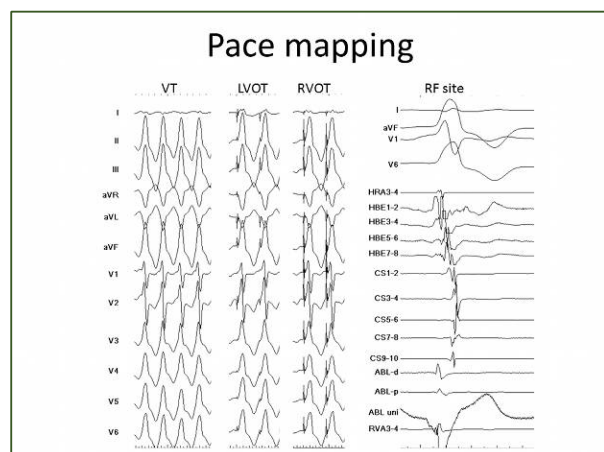
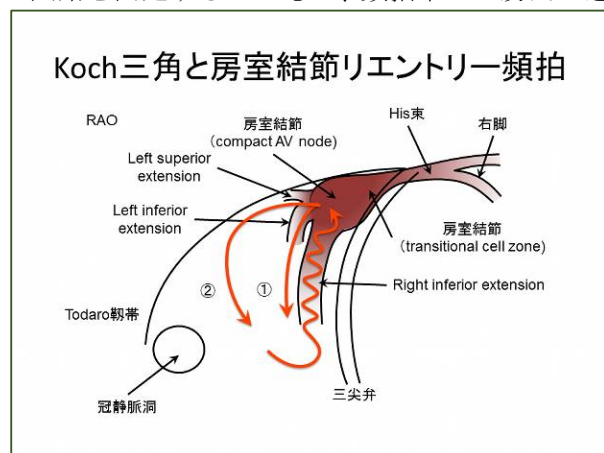
路をアブレーションする方法が一般的です。

房室結節リエントリー頻拍では、房室結節下部に存在する遅伝導路(slow pathway)をアブレーションします。この部位ではslow pathway potentialが記録されることがありますが、これが記録されない場合には、冠静脈洞入口部の高さで、三尖弁輪の近くでアブレーションを行なう、いわゆる解剖学的アプローチを用いることもあります。本年度から使用できるようになった冷凍アブレーションでは、遅伝導路が確実に切れているか、房室結節の伝導に障害がないかを確認できるため、さらに安全にアブレーションができるようになりました。

心房粗動は三尖弁の周囲を反時計方向に回転する頻拍がほとんどです。頻拍を誘発し3次元マッピングによるactivation mappingを記録して回路を同定するとともに、頻拍中に心房内で連続刺激を行なうentrainment法を行うことで、至適アブレーション部位といわれる、下大静脈-三尖弁狭部が回路に含まれていることを確認し、三尖弁から下大静脈にかけて線状に焼灼を加える方法がとられています。

心室頻拍、心房頻拍では、最早期興奮部位を探してアブレーションを行ないます。心室頻拍では、治療部位で連続刺激を行ない、発作中の心電図と、刺激中の12誘導心電図波形を比較し、できるだけ波形が似ている部位を調べるpace mappingという方法も用いてアブレーションを行ないます。

器質的心疾患に伴う心室頻拍、心房頻拍では、entrainment法を用いて頻拍回路を同定し、アブレーションを行なうことがあります。3次元マッピングシステムでは、心内電位が低く、興奮できない心筋、いわゆる癒痕組織がどこに存在するかを調べることができます。この方法により、興奮の伝搬する部位をおおよそ推測することができます。さらに、頻拍を誘発して、その回路を同定するactivation mappingを併用することにより、複雑な回路を持った不整脈の治療も可能となってきました。



## 8. 最近の治療成績と合併症の頻度

最近の治療成績をまとめた報告では、WPW 症候群とそれに伴う房室回帰頻拍、房室結節リエントリー頻拍では約 95%、心房粗動、心室頻拍では 84~88%の急性期成功率があるとされています。これに対し心房頻拍、心室期外収縮、無症候性 WPW 症候群では 74~78%と成功率が若干低い傾向



があります。

急性期合併症は全体で1.7%ですが、無症候性WPW症候群、心房期外収縮、アブレーション関連心房頻拍/心房粗動、持続性心室頻拍では3.3~4.5%と合併症が比較的高いと報告されています。

重篤な合併症として、カテーテル操作が関与するものとしては心臓の穿孔とタンポナーデ、冠動脈の損傷、弁や腱索の損傷などがあり、高周波通電によるものとしては刺激伝導系の傷害、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、横隔神経麻痺などがあり、それ以外に感染、放射線被曝による皮膚傷害などが報告されています。もちろん死亡例の報告もあり、慎重に適応を検討することが重要です。

以上、小児の不整脈に対するカテーテルアブレーションについてお話ししてきました。現在

もこの分野では、新しい3次元マッピングシステム、アブレーションエネルギー、マッピングカテーテル、アブレーションカテーテルのナビゲーションシステムの開発など日進月歩で治療法が進歩しています。今後さらに安全に、確実に治療が行なえるようになることを期待しています。

### 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
  - 動静脈瘻
  - 気胸
  - 空気塞栓および血栓塞栓症
  - 心臓の穿孔とタンポナーデ
  - 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

「小児科診療 UP-to-DATE」

<http://medical.radionikkei.jp/uptodate/>