

## 循環器病の診断と治療に関するガイドライン（2010年度合同研究班報告）

## 【ダイジェスト版】

臨床心臓電気生理検査に関するガイドライン  
(2011年改訂版)

Guidelines for Clinical Cardiac Electrophysiologic Studies (JCS 2011)

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	小 川 聡	国際医療福祉大学三田病院			
班 員	相澤 義房	立川メデイカルセンター	高 月 誠 司	慶應義塾大学医学部循環器内科	
	青沼 和隆	筑波大学大学院人間科学総合科学研究科循環器内科学	高 柳 寛	獨協医科大学越谷病院循環器内科	
	家坂 義人	土浦協同病院循環器内科	中 里 祐 二	順天堂大学医学部附属浦安病院循環器内科	
	石川 利之	横浜市立大学附属病院循環器内科	平 井 真 理	名古屋大学医学部保健学科	
	井上 博	富山大学大学院医学薬学研究部内科学第二	渡 辺 一 郎	日本大学医学部内科学系循環器内科分野	
	奥村 謙	弘前大学大学院医学研究科循環呼吸腎臓内科学	協力員 岩 佐 篤	新東京病院循環器科	
	加藤 貴雄	日本医科大学内科学	大 西 哲	NTT 東日本関東病院循環器内科	
	鎌倉 史郎	国立循環器病研究センター心臓血管内科	久 賀 圭 祐	筑波大学大学院人間総合科学研究科循環器内科	
	熊谷 浩一郎	福岡山王病院ハートリズムセンター	小 林 義 典	東海大学医学部八王子病院循環器内科	
	栗田 隆志	近畿大学医学部循環器内科	里 見 和 浩	国立循環器病研究センター心臓血管内科	
	小坂井 嘉夫	千里中央病院心臓血管外科	丹 野 郁	昭和大学医学部内科学講座循環器内科学部門	
	小 林 洋 一	昭和大学医学部内科学講座循環器内科学部門	池 主 雅 臣	新潟大学医学部保健学科	
	庄 田 守 男	東京女子医科大学循環器内科	永 瀬 聡	岡山大学大学院医歯学総合研究科循環器内科	
	杉 薫	東邦大学医療センター大橋病院循環器内科	藤 木 明	静岡赤十字病院循環器科	
	住 友 直 方	日本大学医学部小児科学系小児科学分野	安 田 正 之	順天堂大学循環器内科学	

(構成員の所属は2011年8月現在)

## 目 次

改訂にあたって	2	IX. 心室期外収縮	7
I. 電気生理検査に必要な設備，技術，知識	3	1. 電気生理学的検査の方法	8
1. 電気生理検査に必要な設備，技術，知識	3	2. 臨床的意義	8
2. 放射線被ばく	3	X. 非持続性心室頻拍	8
II. 洞結節機能	3	XI. 持続性心室頻拍	9
III. 房室ブロック	4	1. 定義と機序	9
IV. 脚枝ブロックおよび心室内伝導障害	5	XII. Brugada症候群	10
V. 早期興奮症候群	5	1. 電気生理検査の適応	10
VI. 房室回帰性頻拍以外の上室頻拍	6	XIII. 特発性心室細動	10
VII. 心房粗動	6	1. 右室流出路起源PVC/VTから誘発される特発性VF	10
VIII. 心房細動に対する電気生理検査	7	2. 早期再分極症候群	11

3. Short coupled variant of torsade de pointes	11	3. 電気生理検査の判断基準	14
4. QT短縮症候群	11	<b>VII. 心肺蘇生後の患者</b>	14
5. 何ら心電図異常を認めない特発性VF	12	<b>VIII. 抗不整脈薬の治療効果判定</b>	14
<b>XV. QT延長症候群</b>	12	<b>IX. 不整脈の外科的治療法</b>	15
<b>XV. 器質的心疾患に伴う心室細動</b>	12	<b>X. 小児の不整脈</b>	15
1. はじめに	12	<b>XI. 心臓再同期療法</b>	15
2. 電気生理検査の適応	12	1. はじめに	15
3. 電気生理検査の方法	13	2. 電気生理検査の適応	16
4. 臨床的意義	13	3. 電気生理検査の方法	16
5. 判断基準	13	4. 臨床的意義	16
6. 治療の適応	13	5. 判断基準	16
<b>XI. 原因不明の失神</b>	13	6. 治療の適応	16
1. 電気生理検査の適応	13	<b>XII. 心臓ペースメーカー植込み</b>	16
2. 電気生理検査の方法	14	<b>XIII. アブレーション</b>	17

（無断転載を禁ずる）

## 改訂にあたって

カテーテルアブレーション、植込み型除細動器（ICD）、心臓再同期療法（CRT）等、近年の不整脈非薬物療法の進歩は、これまでの重症不整脈の治療戦略を大きく変えてきた。しかし一方では、これらの治療法が侵襲的であるがゆえに、適応決定にあたっては短期的、長期的効果を含めて十分な検証が求められる。また、突然死に対する一次予防策としてのICD/CRTの適応拡大が欧米の大規模臨床試験成績から推奨される状況にあって、的確なリスク層別化に基づく適応決定が以前にも増して求められている。

臨床電気生理検査は、古くは1969年のScherlagらのHis束電位記録法の確立に始まり、洞結節機能や房室伝導特性の評価で一世を風靡した。その後、His束電位記録に加えて、早期刺激法の導入が不整脈の発生機序の解明に計り知れない貢献をし、抗不整脈薬の薬効の検証法としても臨床的意義が確立されて来た。さらには不整脈発生源の同定等への応用がアブレーション治療の導入へとつながっていった。

こうした経緯を踏まえ、2004-2005年度合同研究班（山口巖班長）報告として「臨床心臓電気生理検査に関するガイドライン」が2006年に発表され、不整脈の診断、治療法の決定、予後の判定に心臓電気生理検査をいかに利用するかの指針となって来た。今回は5年ごとに見直されるガイドラインの「部分改訂」として、新たに研究班が組織され、1年間をかけて改訂作業を行ってきた。今回の改訂にあたって留意した点は、(1) 並行して策定が進んでいる「不整脈の非薬物治療ガイドライン」、「カテーテルアブレーションの適応と手技」の進捗状況を見

ながら、本ガイドラインに記載する内容との整合性の確認、重複回避に努める。(2) 執筆者は旧版に準じるが、交代した班員の代わりにはその項目に造詣の深い先生に新たな執筆者になっていただく。(3) 5年の歳月で疾患概念の変遷があって、診断、治療への考え方が変わった領域については大幅な加筆、修正を加えたことである。特に(3)については、「心室細動」の項で、近年、早期再分極症候群やQT短縮症候群等の新しい概念が加わった「特発性心室細動」の項目を新設し、「器質的心疾患にともなう心室細動」と区別させ、また、Brugada症候群のように、多くの新しいデータベースの集積にもかかわらず、依然として治療方針決定のための臨床電気生理検査の意義に結論が出ないままであるため、著者は変更となったものの概ね旧版のままの適応基準が残された項もある。また、慢性心房細動に対するアブレーション適応が増している状況で、焼灼部位の同定のための電気生理検査の適応も変遷しており、同じ著者が加筆している。

検査を実施するための適応基準（クラス分類）は旧版で採用されている方式に準じて改訂を加えた。ただし、エビデンス不足により必ずしも合意の得られていない点については、班員間で議論を加えた上で現時点での考え方を載せることにしたが、今後さらに改訂が必要になることもあり得る。

日進月歩の領域において5年ごとに改訂するガイドラインに、何処までの内容を盛り込むかの選択には難しさがある。あくまでも現時点で、不整脈・心臓電気生理の第一線で活躍されている班員の英知を結集した内容であることを留意した上でご利用いただければ幸いである。

## I

電気生理検査に必要な  
設備, 技術, 知識1 電気生理検査に必要な設備,  
技術, 知識

検査に使用する電極カテーテルには多くの種類があるが、基本的な機能は心腔内電位の記録と心筋の電氣的刺激である。それぞれの検査目的に合ったカテーテルを選択する。設備としてはX線装置、記録装置、刺激装置がある(表1)。記録装置は体表表面心電図と心腔内電位の同時記録に用いる。刺激装置は主に不応期測定、頻拍の誘発試験に用いる。また除細動器、緊急蘇生用器材も用意しておく。スタッフは医師、看護師、放射線技師、臨床工学技士等である。

電気生理検査のためには、電極カテーテルの挿入と操作法、臨床電気生理学の知識(特に伝導と不応期に関する理解は必須)等に精通している必要がある(表2)。刺激装置を用いて不整脈の誘発試験を行い、その結果に基づいて診断と治療方針をそれぞれの不整脈ごとに検討する。発生頻度は低いが重篤な合併症を生じる可能性があることを念頭に、十分な準備のもとに慎重に行うべきである。

## 2 放射線被ばく

電気生理検査では透視に伴い患者、術者ばかりではなく検査室にいるその他のスタッフに放射線被ばくが起りうる。検査時間が長くなる場合には被ばく線量が多くなる。一般に電気生理検査での総透視時間は10分を超

えることはまれで、冠動脈造影に比べ放射線被ばく線量は低い。X線が背部から照射されるので、背中の皮膚の紅斑～壊死が問題となる。皮膚の放射線障害発生の閾値は2Gyであり、汎用されている透視装置ではおおよそ60分間の透視で皮膚の吸収線量が2Gyになる。電気生理検査のみでは総透視時間は最大でも10分程度のことが多く、この閾値に達することはまずない。

X線照射野ばかりではなく、患者の体内を通過する際にX線があらゆる方向に散乱する結果、検査室内にいるスタッフが被ばくすることになる。プロテクター(背中也覆うタイプ)を着用し、術者はネックガード、ゴーグルも着用する。カテーテル操作中はできるだけ手や腕を直接照射しないよう注意する。透視の方法(透視野を絞る、透視時間を減らす、拡大透視は避ける、イメージ増倍管は患者に近づける等)、機器の設定(パルス照射、低い画像収集レート、非透視機器の利用等)、防護対策により患者・スタッフの被ばく線量を減らす対策に努める。

## II

## 洞結節機能

(クラス分類表: 表3)

洞結節機能は、洞結節固有の自動能、洞房接合部の伝導能および洞結節に対する自律神経、の3者の影響を受ける。洞結節に生じた自発的興奮は、洞房接合部を介して周辺の心房へ伝導する。

洞結節の自動能や伝導能の障害による徐脈が原因で、失神、眼前暗黒感等の中樞神経症状を呈するものが洞不全症候群(洞結節機能不全)である。

洞結節自動能の亢進による洞頻度の増加は交感神経緊張、発熱、甲状腺機能亢進症および不適切洞頻脈(IST; inappropriate sinus tachycardia)等で認められる。

表1 電気生理検査に必須な設備

設 備	内 容
X線透視装置 (通常の心臓カテーテルに使用する 一般的設備)	二方向のシネ透視ができるとアームの移動の手間がなくアブレーションに有用
記録装置および電位モニター	テープやディスクにデータを記録する。モニター電位は見やすく工夫する
刺激装置	期外刺激、連続刺激が可能なプログラム刺激装置、出力端子は2か所以上ある ことが望ましい
アブレーション装置	通電時の温度、パワーの設定ができる。通電中の温度とインピーダンスの変化を観察できる
除細動器	心室細動、心房細動の除細動に必要
体外ペースティング装置	一時的ペースティングに必要
緊急蘇生用器材	挿管、アンビユバッグ、救急薬品等

表2 電気生理検査に必要な技術

- 経皮的に血管を通した右心系，左心系への電極カテーテルの挿入（内圧測定法，冠動脈造影法，心室造影法等も含める）
- 挿入した電極カテーテルの目標部位への安全な移動操作（His束領域，冠静脈洞，流出路，弁輪部等）
- 心腔内の電位記録とプログラム刺激法による伝導時間と不応期測定，頻拍の誘発と停止，旋回路のマッピング
- 合併症の認識と対処
- 体外式除細動の使用法
- 抗不整脈薬の使用法
- 静脈麻酔法
- 救急処置

表3 洞結節機能に対する電気生理検査の適応

- クラスI
1. 失神，めまい，眼前暗黒感等の症状を有する洞結節機能不全で，症状との関連が心電図，ホルター心電図等の非侵襲的検査では証明できない患者
- クラスIIα
1. 失神，めまい，眼前暗黒感等の症状を有する洞結節機能不全で，症状との関連が心電図，ホルター心電図等の非侵襲的検査によって証明されており，他に房室伝導障害あるいは頻拍症等を合併する患者
  2. 徐脈頻脈症候群で頻脈に対する必要不可欠な薬剤により徐脈の悪化を来す患者
  3. 無症状の洞機能不全で洞機能不全を増悪させるおそれのある薬剤の投与が必要な場合
- クラスIIβ
1. 失神，めまい，眼前暗黒感等の症状を有する洞結節機能不全で，症状との関連が心電図，ホルター心電図等の非侵襲的な検査によって証明されており，その原因が他の疾患に対する薬物治療の影響であることが疑われる患者
  2. 洞結節機能不全が疑われる患者で，抗不整脈の投与により，洞結節機能の低下が顕在化できると考えられるもの
- クラスIII
1. 失神，めまい，眼前暗黒感等の症状を有する洞結節機能不全で，症状との関連が心電図，ホルター心電図等の非侵襲的検査によって証明され，他に房室伝導障害あるいは頻拍症等を合併していない患者
  2. 無症状の洞性徐脈

洞結節機能の低下による症状を有するものを，洞不全症候群と呼ぶ。診断には，洞徐脈と症状との関連の証明が重要である。長時間ホルター心電図検査等で徐脈と症状との関連が証明されるものは，一般に電気生理検査による洞結節機能評価の適応にならない。洞結節機能不全が疑われるもので，心電図所見と症状との関連が明らかでないときには，症状出現時の心電図記録を行うため，頻回のホルター心電図，モニター心電図，または携帯型心電図記録計等の長時間記録による非侵襲的な検査が行われるが，それでも明らかでない場合には，電気生理検査による洞結節機能評価（洞結節回復時間，洞房伝導時間，固有心拍数）が有効である。電気生理検査では，上室性頻脈性不整脈の有無，房室伝導障害の有無，室房逆行伝導の有無等についても検討し，治療方針，薬物選択

あるいはペーシング治療モード決定の参考とする。徐脈と症状との関連が心電図，ホルター心電図等の非侵襲的検査によって証明され，他に房室伝導障害あるいは頻拍症等の合併がない患者や，無症状の洞徐脈では，電気生理検査の必要性は少ない。

さらに，診断に難渋する原因不明の失神例に対して，左前胸部に小切開を加え，ループ式心電図記録計を皮下に植え込む極めて侵襲の少ない方法により失神時の心電図記録を行う方法も導入され，詳細な検討が可能となっている。

### III 房室ブロック (クラス分類表：表4)

房室ブロックとは，心房から心室へ刺激が伝達される際に，刺激伝導系のいずれかの部位（房室結節，His束，His-Purkinje系）において，伝導の遅延または途絶が認められるものと定義される。房室ブロックの重症度は従来の心電図所見のみならず，ブロック部位によっても大きく異なる。特に，His束内，His束下ブロックではより高度のブロックへの進展，下位補充中枢の不安定性が認められるため，重症度は高い。したがって，予後や治療方針決定という観点からも，部位診断は重要である。標準12誘導心電図やHolter心電図，運動負荷心電図等による部位診断には限界があり，ブロック部位の診断には電気生理検査が必要である。

表4 房室ブロックに対する電気生理検査の適応

- クラスI
1. 失神，めまい，眼前暗黒感等の症状の原因として房室ブロックが疑われるが因果関係が不明な場合
  2. 第2度もしくは3度房室ブロックに対してペースメーカーが植込まれた症例で，ペースメーカー治療後も失神，めまい，眼前暗黒感等の症状が存在し，その原因として他の不整脈が疑われる場合
- クラスIIα
1. ペースメーカーの適応のある房室ブロック症例で洞結節機能の評価が必要な場合
  2. Mobitz II型第2度房室ブロック・3度房室ブロックおよび2枝または3枝ブロックの症例でブロック部位の同定および洞結節機能の評価が必要な場合
- クラスIIβ
1. 無症状の房室ブロックで伝導障害を悪化させるおそれのある薬剤の投与が必要な場合
- クラスIII
1. 失神，めまい，眼前暗黒感等の症状と房室ブロックとの関連が心電図で明らかにされている場合
  2. 症状のない1度房室ブロック，Wenckebach型第2度房室ブロック

## IV

## 脚枝ブロックおよび心室内伝導障害 (クラス分類表：表5)

心室内の刺激伝導系はHis束、右脚、左脚およびPurkinje線維網からなる。左脚の形態には個体差が大きいが、心電図学的には左脚を前枝と後枝の2枝に分類するのが一般的である。表6に心室内伝導障害の心電図診断基準を示す。右脚あるいは左脚が障害されたものを脚ブロックという。左脚前枝あるいは後枝の障害を分枝ブロックという。2枝(両脚)ブロックは、右脚ブロックに左脚前枝ブロックあるいは左脚後枝ブロックを合併した心電図所見を示す。3枝が障害された場合を3枝ブロックとよび、心電図上は2枝ブロックの所見に第1度あるいは第2度房室ブロックを伴ったものをいう。脚枝ブロックおよび心室内伝導障害例における房室ブロックの予知には、心内電位記録と心臓電気刺激による電気生理検査が有用である。下記の場合に伝導障害がある、と判定する。

- (1) 2, 3枝ブロックでは、HV間隔が55msec以上
- (2) 150/分以下の心房連続刺激で生ずるHV間のブロック
- (3) His-Purkinje系の有効不応期が450msec以上
- (4) プロカインアミド負荷(300~1,000mg静注)により、HV間隔が対照時の2倍以上、あるいは100msec以上の延長(正常では、HV間隔の延長は20%以下)、または、His束内やHis束以下の2度ないし3度のブロックの出現。対照時、プロカ

表5 脚枝ブロックおよび心室内伝導障害に対する電気生理検査の適応

## クラスI

1. 脚枝ブロックあるいは心室内伝導遅延のある患者で、失神、痙攣、めまい、ふらつき等の脳虚血症状があるがその原因が不明の患者
2. WideQRStachycardiaで、脚ブロックあるいは心室内伝導障害を伴う上室頻拍と、心室頻拍との鑑別が必要な患者

## クラスIIa

1. なし

## クラスIIb

1. 脚ブロックのある無症候性の患者で、伝導障害を増大または房室ブロックを誘発するおそれのある薬剤の投与が考慮されている患者
2. 無症候性の心室内伝導障害を有する患者

## クラスIII

1. 症候性の患者で、その症候と心室内伝導障害との関連性が心電図所見等により除外される患者

表6 心室内伝導障害の心電図診断基準

- (1) 完全右脚ブロック
  - ① QRS幅が、最も広い誘導で0.12秒以上
  - ② V<sub>1</sub>誘導におけるrsR'型(時にRsr', Rr'型)、陰性T波
  - ③ V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>やI誘導におけるQRS波の終末部に幅広いS波およびaVRのlateR波
- (2) 不完全右脚ブロック
  - ① QRS幅が、最も広い誘導で0.12秒未満
  - ② V<sub>1</sub>誘導におけるrsr'型(時にrsR型)、陰性T波
- (3) 完全左脚ブロック
  - ① QRS幅が、最も広い誘導で0.12秒以上
  - ② V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>やI誘導における幅広いnotchまたはslurのあるR波
  - ③ I, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>誘導におけるq波の欠如
  - ④ V<sub>1</sub>ないしV<sub>2</sub>におけるQRS波の終わりの幅広いS波
- (4) 不完全左脚ブロック
  - ① QRS幅が、最も広い誘導で0.12秒未満
  - ② V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>やI誘導における幅広いnotchまたはslurのあるR波
  - ③ I, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>誘導におけるq波の欠如
- (5) 左脚前枝ブロック
  - ① QRS幅が、最も広い誘導で0.12秒未満
  - ② QRS軸は-45度以上左方
  - ③ I, aVL誘導でqR(またはR)型
  - ④ II, III, aVFでrS型
- (6) 左脚後枝ブロック
  - ① QRS幅が、最も広い誘導で0.12秒未満
  - ② 臨床的に右室肥大、肺気腫、広範囲側壁梗塞や垂直心がなく、QRS軸が+110度以上右方
  - ③ I, aVL誘導でrS型
  - ④ III, aVFでqR型
- (7) 右脚ブロック+左脚前枝ブロック  
完全右脚ブロックの①, ②+左脚前枝ブロックの②, ③
- (8) 右脚ブロック+左脚後枝ブロック  
完全右脚ブロックの①, ②+左脚後枝ブロックの②, ④
- (9) 非特異的心室内伝導障害  
QRS波が0.12秒以上を示すが、右脚ブロックあるいは左脚ブロックの形態を認めない

インアミド投与後、あるいはリドカイン(1~2mg/kg静注)投与後の心室連続刺激による2度ないし3度のブロックの出現

- (5) 心室プログラム刺激による心室頻拍、心室細動の誘発

## V

## 早期興奮症候群

(クラス分類表：表7)

ACC/AHAにより臨床電気生理検査およびカテーテルアブレーションに関するガイドラインが1995年に公表され、WPW症候群の臨床電気生理検査の指針として広く受け入れられている。しかし、電気生理検査の安全性の向上、ハイリスク群の診断基準の確立や突然死に対するpositive predictive valueの改善が得られれば適応も変

表7 WPW症候群に対する電気生理検査の適応

<p>クラスI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 副伝導路に対するカテーテルアブレーションや手術療法のための評価を受ける患者</li> <li>2. 心停止の既往や原因不明の失神発作を有する患者</li> <li>3. 症状を有する患者で、不整脈の機序や副伝導路および正常伝導路の電気生理学的特性を知ることが適切な治療法の決定に役立つ場合</li> </ol> <p>クラスIIα</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 症状を有しない患者で、心臓突然死の家族歴があるか、重篤な発作が多くの人命に関わる危険度の高い職業や生活環境にあり、副伝導路の電気生理学的特性や頻拍誘発性の有無を知ることがその後の生活設計や治療の決定に役立つと考えられる患者</li> </ol> <p>クラスIIb</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 他の理由で心臓手術を受ける患者</li> <li>2. 症状はないが、本人が検査を希望する患者</li> </ol> <p>クラスIII</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上記クラスII以外の症状のない患者</li> </ol>
--

わる可能性がある。WPW症候群全体では突然死の頻度は高くはない。しかしながら、心停止から蘇生された若年症例の10%以上にWPW症候群が認められたとする報告もあり、心停止、原因不明の失神発作、頻拍発作等の既往を有するWPW症候群患者に対する電気生理検査の有用性については広く合意が得られている。

LGL症候群は、本項の定義は頻拍症を有することから症状を有する場合は電気生理検査の適応と考えられるが、PR時間短縮のみで頻拍と症状を有しない例においては一般に適応でないと考えられている。

Mahaim線維に起因する可能性のある非定形的WPW症候群は従来の顕性WPW症候群の電気生理検査の適応に準ずる。

## VI

### 房室回帰性頻拍以外の上室頻拍（クラス分類表：表8）

房室副伝導路が関与しない発作性上室頻拍には、心房粗細動を除く心房筋由来（洞房結節を含む）の頻拍、房室接合部由来の頻拍が含まれる。このうち最も頻度の高い房室結節リエントリ性頻拍は、その治療法として高周波カテーテルアブレーションの安全性、有効性が確立されていることから、一般的にはアブレーション前の確定診断のために電気生理検査が行われる。特に稀有型房室結節リエントリ性頻拍では、その機序の推定と鑑別診断に電気生理検査が有用である。またアブレーションが行われない場合でも、至適薬剤の選択、あるいは薬剤効果判定に電気生理検査が用いられる。心房頻拍に対する電

表8 房室回帰性頻拍以外の上室頻拍に対する電気生理検査の適応

<p>クラスI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有症候性の頻拍で、治療方針選択のため、頻拍の発生源、機序、電気生理学的特性等の情報が必要な患者</li> <li>2. 薬物治療よりも、カテーテルアブレーションを希望する患者</li> <li>3. 脳虚血症状を伴う頻拍</li> </ol> <p>クラスIIα</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 動悸発作があり、その原因として心拍数等から上室頻拍が疑われるが、心電図等で確認されていない患者</li> <li>2. 抗不整脈薬投与が必要な上室頻拍で、薬剤投与により洞結節機能、房室伝導能等が抑制される可能性のある患者</li> <li>3. 症状のない頻拍の診断</li> </ol> <p>クラスIIb</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 発作性上室頻拍の薬効評価</li> <li>2. カテーテルアブレーション後の慢性期評価</li> </ol> <p>クラスIII</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 迷走神経刺激操作、薬物治療により容易にコントロールされる頻拍で、アブレーションの適応のない場合</li> </ol>
---

気生理検査は、有症候性で、治療選択のために頻拍の機序、発生源等の情報が必要な場合に適応となる。

## VII

### 心房粗動

（クラス分類表：表9）

心房粗動は心房レート240～440拍/分の規則正しい上室頻拍であり、典型的な例では心房レートが300拍/分前後で、下壁誘導にて陰性鋸歯状の粗動波を認める（通常型心房粗動）。通常型心房粗動の多くは三尖弁輪～下大静脈間の解剖学的峡部依存性粗動である。電気生理検査の適応は、症状より頻拍発作が疑われるものの頻拍時

表9 心房粗動に対する電気生理検査の適応

<p>クラスI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 心房粗動を含む頻拍発作が疑われるが心電図で確認されていない例に対する診断を目的とした電気生理検査</li> <li>2. カテーテルアブレーションを目的（前提）とした心房粗動に対する電気生理検査</li> <li>3. 心房粗動停止のための高頻度心房ペーシングを目的とした電気生理検査</li> </ol> <p>クラスIIα</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 非通常型の心房粗動でカテーテルアブレーションにより根治される可能性が高い心房粗動に対する電気生理検査</li> <li>2. 他の上室頻拍に対する電気生理検査中に生じた持続性心房粗動に対する電気生理検査</li> </ol> <p>クラスIIb</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カテーテルアブレーションやペーシング治療を前提としない心房粗動に対する電気生理検査</li> </ol> <p>クラスIII</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カテーテルアブレーションやペーシング治療を希望しない心房粗動患者に対する電気生理検査</li> </ol>
---

の心電図が記録されていない例で、頻拍の診断および発症機序の検討が行われる。電気生理検査の結果リエントリ回路が明らかにされれば根治術としてのカテーテルアブレーション治療が行われる。心房粗動が心電図で確認されている例はカテーテルアブレーション治療を目的とした検査の適応となる。心房粗動の停止を試みる場合、抗不整脈薬が無効または使用できない例や直流通電が使用できない例では高頻度心房ペーシングによる心房粗動の停止を目的とした電気生理検査が行われる。この場合、I群抗不整脈薬との併用により停止効果が高まる。

## VIII

心房細動に対する  
電気生理検査

心房内の局所あるいは大血管（多くは肺静脈）で生じる高頻度の異常興奮が、心房細動開始のトリガーとなることが報告されて以来、心房細動に対する電気生理検査が行われるようになった。肺静脈に対するアブレーションが心房細動の根治には最も有効であることから、電気生理検査も肺静脈マッピングが中心となっている。近年、心房細動アブレーションの発展とともにその適応は発作性から持続性、慢性心房細動へと拡大してきた。しかし、持続性、慢性心房細動に対しては肺静脈隔離だけでは不十分であるため、心房細動の維持に関与する心房内異常基質を標的とするアブレーション、心房の線状アブレーション、自律神経節のアブレーションも考案され、その有用性が報告されている。

リング状カテーテルを肺静脈内に置けば電氣的肺静脈隔離を証明できる。すなわち肺静脈電位の消失により左房から肺静脈への進入ブロックを、肺静脈内ペーシングにより肺静脈から左房への進出ブロックを確認できる。

心房細動の持続中に心房内で記録される特殊な心房電位（CFAE; complex fractionated atrial electrograms）を標的とするアブレーション法が考案された。CFAEは伝導遅延、リエントリ回路のpivot point、局所のdriverの興奮等を反映していると考えられている。

線状アブレーションにより、心房細動の周期長が延長することが観察される。線状アブレーションによって心房細動の維持に関与するランダムリエントリ回路が分断され、より大きなリエントリ回路に変化していくためと考えられている。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。

左心房心外膜側に存在する自律神経節（GP; ganglionated plexi）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、GPを標的とするアブレーションが考案された。GPの存在部位を、頻回電気刺激でのvagal responseの出現を持って同定し、同部位での高周波通電を行う。

## IX

## 心室期外収縮

(クラス分類表：表10)

心室期外収縮では、基本調律の心周期よりも早く心室興奮（His束よりも下位における興奮）が生じる。すべての心室期外収縮が危険な訳ではないが、一部の心室期外収縮、特に連結期の短い場合は心室頻拍や致死的な心室細動のトリガーとなり得る。

明らかな基礎心疾患を有さない症例にも生じる。機序は、リエントリ、異所性自動能、および撃発活動による。右室流出路起源の心室期外収縮は一般には予後が良いとされるが、特発性心室細動や多型性心室頻拍が誘発されることもある。通常カテーテルアブレーションを前提として電気生理検査が行われる。

心室期外収縮の重症度の分類として、古典的ではあるがLownらによる分類が用いられる（表11）。

心室期外収縮が頻発すると、血行動態が悪化し心不全を発症し得ることが知られている。自覚症状が強い患者、

表10 心室期外収縮に対する電気生理検査の適応

クラスI
1. なし
クラスIIα
1. 期外収縮による症状が強い患者、頻発することにより左室機能低下を伴う患者、薬物治療が無効か副作用のため使用不能の患者、R on Tなど危険性が高いと考えられる患者で、カテーテルアブレーションが考慮される患者
2. 心室細動が、同一箇所の心室期外収縮によって繰り返し誘発される患者で、心室期外収縮に対するカテーテルアブレーションが考慮される患者
3. 心筋梗塞等の基礎心疾患を伴う患者で失神や動悸の既往があり、加算平均心電図が強陽性の患者
クラスIIb
1. 持続性心室性不整脈が誘発された場合の薬物効果判定
2. 基礎心疾患がない患者で、心室期外収縮が頻発しており、加算平均心電図で心室遅延電位が記録される患者
クラスIII
1. 基礎心疾患を伴わないか、基礎心疾患を有していても左室機能が比較的保たれており（EF>40%）、症状が軽度か全くなく、連発、R on Tがなく、持続性心室頻拍あるいは心室細動が誘発される危険性がないと考えられる患者

表 11 心室期外収縮の重症度分類

grade	心室期外収縮
0	なし
1	1時間30個以下
2	1時間30個以上
3	多形性
4a	2連発
4b	3連発以上
5	早期 R on T

期外収縮の頻発により心不全や失神を伴う患者、R on T等危険性が高いと考えられる患者、心室細動が心室期外収縮によって繰り返し誘発される患者はカテーテルアブレーションを目的とした、電気生理検査の適応となる(表10)。

## 1 電気生理学的検査の方法

### 1 心室内マッピング

心室期外収縮の起源部位を同定する方法で、pace mappingとactivation mappingがある。

#### ① pace mapping

電極カテーテルによりペーシングを行い、12誘導心電図の波形の一致する部位を検討する。波形の一致する誘導数をpace mapping scoreとする。10以上一致していれば、起源部位に電極が近接している。

#### ② activation mapping

電極カテーテルから記録される心室興奮の、12誘導心電図のQRS波の立ち上がりに対する先行度(msec)をマッピングする方法である。少なくとも10~15msec以上先行しており、かつ単極電位が急峻なQSパターンを呈していれば、起源部位に近接している。

### 2 起源の推定

右室流出路以外の起源として左室流出路、僧帽弁輪、三尖弁輪、左室乳頭筋等からの報告があり、期外収縮の起源の推定に12誘導心電図を用いたアルゴリズムが報告されている。

### 3 薬剤の効果

電気生理検査により期外収縮の機序が明らかになれば、有効な薬剤を選択しやすくなる。電気生理検査中に抗不整脈薬あるいはATPを静注し、その効果を検討し

得る。心室期外収縮が出現しない場合は、カテコラミン(イソプロテレノール)等を用いて誘発を試みる。

## 2 臨床的意義

心室期外収縮に対する詳細なマッピングで、最早期興奮部位の同定しカテーテルアブレーションで治療するという方式が確立されてきた。さらに早期期外刺激を加えることによって単形性あるいは多形性心室頻拍を生じ得る。基礎心疾患を伴わない心室期外収縮の予後は一般には良好とされるが、頻回あるいは多源性の心室期外収縮では予後が不良とする報告もある。

冠動脈疾患患者では、心室期外収縮は心室頻拍あるいは心室細動の誘発因子である。そこで抗不整脈薬により心室期外収縮を抑制すれば心臓突然死が減少すると考えられた(心室期外収縮抑制仮説)。陳旧性心筋梗塞例を対象にしたクラスIc群を中心とする抗不整脈薬とプラセボとの大規模対照試験CAST(Cardiac Arrhythmia Suppression Trial)において、抗不整脈薬治療群で有意に死亡率が増大し、この仮説は否定された。I群抗不整脈薬では予後の改善は期待できない。

しかし心室期外収縮は、心室頻拍あるいは心室細動の誘因として臨床的な意義がある。近年植込み型除細動器の進歩により心室細動発作直前の心腔内心電図の解析が進み、心室頻拍あるいは心室細動のトリガーとしての心室期外収縮の役割が再認識されている。除細動器の頻回作動を回避するため、心室細動抑制を目的とした心臓電気生理学的検査からアブレーション治療への道も確立されつつある。

## X 非持続性心室頻拍

心室起源の心拍が3発以上連続して出現し、その連結期は600msecより短く心拍数100/分以上)、0秒以内に停止するものを非持続性心室頻拍という。非持続性心室頻拍の症例に対して電気生理検査を行うこと目的は、通常電気刺激により持続性心室頻拍が誘発されるか、心室細動が誘発されるか、あるいは電気刺激によりその他の不整脈が誘発されるかどうかを確認することにある。したがって、持続性心室性不整脈を疑わせる症状がある場合、持続性心室性不整脈を生じる可能性を検討する場合、薬剤投与により非持続性心室頻拍が消失するかあるいは悪化して持続性心室性不整脈が誘発されるよう



になるかどうかを検討する場合、心電図では非持続性心室頻拍が記録されていても失神や眩暈・胸部不快感等の自覚症状があり、他の不整脈が関与している可能性のある場合、が適応となる。したがって、自覚症状がなく、基礎心疾患を伴わず、持続性心室頻拍が記録されていない非持続性心室頻拍に対する電気生理検査は行う必要がない。

## XI

## 持続性心室頻拍 (クラス分類表：表12)

### 1 定義と機序

心室頻拍 (VT) は心室 (His 束および His 束以下の刺激伝導系も含む) を起源とする 100/分以上の頻拍をいう。持続性 VT は、30 秒以上持続するか、30 秒未満であっても血行動態の悪化のため早急に治療が必要となるものをいう。機序の多くはリエントリである。他に自動能亢進、異常自動能、triggered activity 等がある。

VT は単一の QRS 波形を示す単形性 VT と、QRS 波形が 1 拍ごとに変化する多形性 VT に分けられる。複数の単形性 VT が認められる場合は、複数単形性 VT と呼ぶ。多形性 VT はしばしば心室細動に移行する。

単形性の持続性 VT は多くは基礎心疾患を有している。一部に基礎心疾患の認められない特発性 VT がある。ベラパミル感受性の左室起源の VT と右室流出路起源の VT がその代表である。

電気生理学的検査の目的には VT の診断、機序の同定、マッピング、治療効果の判定等がある。

表 12 持続性心室頻拍に対する電気生理検査の適応

クラス I
1. 基礎疾患の有無を問わず単形性持続性心室頻拍が記録された患者
2. 心室頻拍に対するカテーテルアブレーションまたは手術を予定している有症候性の単形性持続性心室頻拍
3. wide QRS 頻拍
4. 原因として心室頻拍が疑われる失神/めまいを有する患者
5. 持続性心室頻拍に対する薬効および催不整脈作用の評価
クラス II a
1. カテーテルアブレーション後の追跡評価
2. 心筋梗塞後で左室機能低下 (左室駆出率 < 35%) があり、持続性心室頻拍の誘発を前提に植込み型除細動器を考慮する場合

VT の誘発に用いられる刺激プロトコールはほぼ合意が得られており、期外刺激や頻回刺激が用いられる。期外刺激法は、3 連発までの早期刺激の連結期を不応期まで短縮して加える。少なくとも 2 周期 (洞調律時または 600msec と 400msec) の基本刺激 (8 拍) に早期刺激を加える。

頻回刺激は洞調律より早いレートで刺激を行い、VT を誘発する。実際は心室不応期または周期長 210msec までとし、5~10 秒間加える。刺激部位は右室 2 か所、左室 1 か所とし、誘発不能例ではイソプロテレノールを用いる。リエントリ性 VT ではプログラム電気刺激で高率に誘発される。異常自動能を機序とする VT は頻回刺激の方が誘発されやすいが再現性は低い。

リエントリ機序は、誘発と停止の可否、誘発時の早期刺激の連結期と刺激から心室頻拍第 1 拍目までの逆相関関係で支持されるが、最も有力な所見としてエントレインメント現象の確認がある。

エントレインメント現象の確認は、単形性持続性 VT を誘発し、頻拍周期より短い周期でペーシングを行う。その際、constant fusion や progressive fusion を確認する。ペーシング中止後に VT へ移行する時の復元周期 (return cycle) はペーシング周期に一致する。刺激中に頻拍が停止すると、局所の伝導ブロックとペーシングによる捕捉 (antidromic capture) がみられる。

マッピングは電極間 5~10mm の電極カテーテルを用い、30~500Hz のフィルター設定にて行う。正常の局所電位は振幅 3mV 以上で持続時間 70msec 以下である。異常電位は持続時間が 60~70msec 以上、振幅 0.5mV 以下のもので、高周波成分に富んだ多相性の電位 (分裂波あるいは細分波) からなる。分裂電位 (split potential) は 30msec 以上の等電位間隔を有する 2 つ以上の成分からなる。

頻拍中の QRS 間の電位は拡張期電位と呼ばれ、時相によって早期、中期、後期という。

異常電位はしばしばリエントリ回路に関係するが、緩徐伝導路であることの証明にはエントレインメント現象を用いる。VT 中に緩徐伝導部位からペーシングを行うと、QRS 波形は不変のまま刺激周期に移行し、拡張期電位 - QRS 時間が刺激 - QRS 時間に一致する所見が得られる。ペーシング中止後の VT の再開時には、同部の電位の復元周期は頻拍周期に一致する。

ベラパミル感受性の左室起源特発性 VT では脚電位が回路の一部を形成する。

頻拍起源の同定にはペースマッピングもある。これは 12 誘導心電図で、心室頻拍波形に一致するペーシング

部位を同定する。またVT中の最早期興奮部位も起源の同定に用いられる。周囲の電位がこの部位より遅れていることを証明する。起源の同定は、カテーテルアブレーションの標的部位の同定に必須である。

電気生理検査は抗不整脈薬やカテーテルアブレーションの評価にも用いられるが、前者の意義は小さくなっている。

## XII

### Brugada症候群 (クラス分類表：表13)

Brugada症候群における電気生理検査の目的は、主に多形性VTおよびVFの誘発の有無に依拠したリスク評価（主にICD適応の判断）である。したがって、本症候群の病態生理を解明するための電気生理検査の適応レベルについては言及しない。また、VFに対する薬物治療には限界があり、その効果を判定するための電気生理検査の意義は小さい。

過去にVT/VFや心肺停止の既往が明らかなBrugada症候群に対しては植込み型除細動器（ICD）がクラスIの適応であり、電気生理検査によるリスク評価の必要性はない。本ガイドラインではVT/VFや心肺停止の既往

表13 Brugada症候群に対する電気生理検査の適応

<p>クラスI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>coved型（タイプ1）Brugada心電図（薬剤負荷後を含む）を呈する患者で、心室細動・多形性心室頻拍は確認されていないが、失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状を有する場合</li> <li>coved型（タイプ1）Brugada心電図（薬剤負荷後を含む）を呈する患者で、心室細動・多形性心室頻拍の確認や失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状はないが、若年～中年者の突然死の家族歴がある場合。</li> </ol> <p>クラスIIα</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>saddle back型（タイプ2, 3）Brugada心電図を呈する患者で、心室細動・多形性心室頻拍は確認されていないが、失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状を有する場合。</li> <li>saddle back型（タイプ2, 3）Brugada心電図を呈する患者で、心室細動・多形性心室頻拍の確認や失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状はないが、若年～中年者の突然死の家族歴がある場合。</li> <li>Brugada心電図（coved型およびsaddle back型）を呈する患者で、心室細動・多形性心室頻拍が確認されているが、植込み型除細動器の植込みが困難な症例における電気生理学的薬効評価</li> </ol> <p>クラスIIβ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Brugada心電図（coved型およびsaddle back型）を呈する患者で、心室細動・多形性心室頻拍の記録、不整脈を示唆する症状、若年～中年者の突然死の家族歴のいずれも認めない場合</li> </ol>
---

がない無症候性のもの、あるいは失神等致死的不整脈の発生が示唆されるが心電図等の証明がなされていないものに対する電気生理検査の適応に限定する。

自律神経の影響等により極めて流動的な不整脈基盤を有する本症候群に対して、短時間（30～60分程度）で終了する電気生理検査の限界は明らかである。しかし、適確なリスク評価を行うための判断材料が限定される本症候群にとって電気生理検査は治療法決定を左右する重要な手段であることは間違いない。



### 1 電気生理検査の適応

このガイドラインでは、まず心電図波形からBrugada心電図をcoved型（タイプ1）とsaddle back型（タイプ2, 3）に分ける。次に、VF・多形性VTの既往の有無、不整脈を示唆する症状（失神等）の有無、突然死の家族歴（若年～中年）の有無、に分けてクラス分類する。

## XIII

### 特発性心室細動

特発性VFは明らかな基礎心疾患や心電図異常を認めないにもかかわらず、最も重症なVFを発症するという極端な病態を示す。したがって明らかな心電図異常を呈するBrugada症候群、先天性QT延長症候群等はこの範疇には入れないのが一般的である。一方、最近の研究で特発性VFの中においても多彩な病態が発見されており、そのサブタイプ別に電気生理検査の適応を述べる。



### 1 右室流出路起源PVC/VTから誘発される特発性VF (クラス分類表：表14)

基礎心疾患を伴わない右室流出路起源PVC/VTはVFを誘発することがある。VF発生のリスクが高いタイプ

表14 突発性心室細動に対する電気生理検査の適応

<p>クラスI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>右室流出路起源のVTからVFへの移行が確認されている例における根治を目的とした電気生理検査</li> </ol> <p>クラスIIα</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>心室細動は証明されていないが失神や前失神を有し、右室流出路起源のPVC/VTを認める例における根治を目的とした電気生理検査</li> </ol> <p>クラスIIβ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>PVC/VTのアブレーションに成功した後のVFの誘発</li> </ol>
--

の特徴としてはVT時のレートが速い(240~250/m)、失神または前失神の既往がある、VT時の心電図でQRS波形が多形性を呈することが挙げられる。このタイプの特発性VFはVT起源に対するアブレーションで根治できる可能性が高く、起源を同定するための電気生理検査の意義は高い。

## 2 早期再分極症候群 (クラス分類表:表15)

早期再分極を示す心電図上の定義はJ点の0.1mV以上の上昇が2つ以上の連続するリードで記録されるもので、STを上昇させる他の原因(虚血、心膜炎等)がないことである。しかし、早期再分極は健常者(特に若年男性)にも比較的高頻度(3~13%)で認められるため、リスクを予測する因子としては特異度が低すぎる。また、電気生理検査によるリスク評価の意義は高くはないとする論文が多く、その意義については不明である。

よりハイリスクな群を示唆する所見として、(1)下壁誘導にJ波(ノッチ)を伴う早期再分極(特に0.2mV以上)、(2)ST上昇が下壁と側壁誘導の双方に認められるものがあり、上記いずれか加えて失神・めまい・動悸等重症な不整脈を疑わせる症状、または若年~中年者の突然死の家族歴がある場合に電気生理検査によるリスク評価の意義はある。また、VFの引き金となるPVCの起源同定と根治を目的とした電気生理検査の意義は低い。一方、VF・多形性VTが確認されているが、ICDの植込みが困難な症例におけるキニジン等の電気生理学的薬効評価についてはその意義を否定するものではない。

表15 早期再分極症候群に対する電気生理検査の適応

<p>クラスII a</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>J波を伴う早期再分極を呈する患者で、VF・多形性VTは確認されていないが、失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状を有する場合</li> <li>J波を伴う早期再分極を呈する患者で、VF・多形性VTの確認や失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状はないが、若年~中年者の突然死の家族歴がある場合</li> </ol> <p>クラスII b</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>J波を伴わない早期再分極を呈する患者で、VF・多形性VTは確認されていないが、失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状を有する場合</li> <li>VFの引き金となるPVCの起源同定と根治を目的とした臨床電気生理検査</li> <li>心室細動・多形性VTが証明されている早期脱分極患者に対する電気生理学的薬効評価</li> </ol>
---

## 3 Short coupled variant of torsade de pointes (クラス分類表:表16)

極めて短い連結期を有するR on T型のPVCから誘発される多形性VTであり、診断基準としては、(1)連結期の短いR on T型のPVCから発生する多形性VTまたはVF、(2)QTの異常な延長または短縮あるいはBrugada症候群を認めない、(3)器質的心疾患を認めないことの3つである。電気生理検査での検討では、VFを誘発する特異なPVCが存在し、そのPVCに先行して左室または右室のプルキンエ電位が記録されることから、プルキンエ線維の関与が示唆されている。このような特殊な病態を示すPVCをカテーテルアブレーションにより除去できればVT/VFが根治できる可能性があり、その起源を同定する電気生理検査の意義は高い。

## 4 QT短縮症候群 (クラス分類表:表17)

QT短縮症候群の診断基準は以下の3つ、(1)QTcは330msec以下、(2)器質的心疾患がない、(3)心臓突然死の家族歴が用いられている。本症候群の発生頻度は先天性QT延長症候群やBrugada症候群に比べて極めて希有であるため、十分なエビデンスに乏しく、科学的根拠

表16 Short coupled variant of torsade de pointesに対する電気生理検査の適応

<p>クラスI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Short coupled variant of torsade de pointesが証明されている患者におけるVT/VFの引き金となるPVCの起源同定と根治を目的とした電気生理検査</li> </ol> <p>クラスII a</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>原因不明の失神を有し、R on T型のPVCを認めるが、torsade de pointesの証明がなされていない場合</li> </ol> <p>クラスII b</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>R on T型のPVCを認めるが、症状もなく、かつtorsade de pointesの証明もなされていない場合</li> </ol>
---

表17 QT短縮症候群に対する電気生理検査の適応

<p>クラスII a</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>QT短縮症候群の診断基準を満たし、心室細動・多形性心室頻拍は確認されていないが、失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状を有する場合</li> <li>QT短縮症候群の診断基準を満たし、心室細動・多形性心室頻拍の確認や失神・めまい・動悸等の不整脈を示唆する症状はないが、若年~中年者の突然死の家族歴がある場合</li> <li>QT短縮症候群の診断基準を満たす患者で、心室細動・多形性心室頻拍が確認されているが、ICDの植込みが困難な症例における電気生理学的薬効評価</li> </ol>
---

に基づいた判断は困難である。電気生理検査の適応については、QT短縮症候群の診断基準を満たし、VF・多形性VTは確認されていないものの、(1)失神・めまい・動悸等の重症不整脈を示唆する症状を有する、(2)若年～中年者の突然死の家族歴がある、のいずれかを満たせばリスク評価の意義はあると考えられる。一方、VF・多形性VTが確認されているが、ICDの植込みが困難な症例におけるキニジン等の電気生理薬効評価についてもその意義を否定するものではない。

## 5 何ら心電図異常を認めない特発性VF

このカテゴリーに入る疾患群は心電図所見等によってVF発生前にそのリスクを予測することは不可能である。つまり、治療対象となる患者はすべてVFや心肺停止が明らかであり、かかる事態からの生還者となるため、VFの原因が不明な場合はICDクラスIの適応となる。したがって、リスク評価のための電気生理検査の適応の臨床的意義は極めて小さい。また、短時間のうちに自然停止したかもしれないVFについては、臨床的に原因不明の失神患者に該当するため、本ガイドラインに示されている原因不明の失神患者に対する電気生理検査の項を参照されたい。

クラス分類なし

## XIV QT延長症候群 (クラス分類表：表18)

QT延長症候群における電気生理検査の臨床的意義は、他の不整脈に比べると低い。先天性QT延長症候群では、安静時の心拍数が少なく、洞結節回復時間が正常

表18 QT延長症候群に対する電気生理検査の適応

クラスI
1. なし
クラスIIa
1. 原因不明の失神があり、QT延長を伴う例
クラスIIb
1. 心停止蘇生例、または心室細動、TdPが確認されている例
2. 突然死やTdPによる失神の家族歴があり、心電図上QT延長が確認されている例
クラスIII
1. QT延長の原因、誘因が明らかであり、それらの除去、是正後にQT時間が正常化する、家族歴のない例

例に比べて延長しているが、房室結節の伝導能は一般に正常である。プログラム刺激による心室性不整脈の誘発率は低いため、本法を予後の判定や薬剤の効果判定に用いるには限界がある。一方、単相性活動電位(MAP)記録を用いて、再分極過程を評価する試みがあり、先天性および後天性QT延長症候群で活動電位持続時間の延長や、早期後脱分極(early afterdepolarization)様のHumpが記録されている。失神の原因やQTの延長が明らかでない例では電気生理検査を行う意義が少ないが、病歴、神経学的検査、起立負荷試験(head-up tilt test)を含む種々の検査を施行しても、失神の原因が不明なQT延長例においては、それが心室性不整脈に由来することを除外する目的で電気生理検査が有用である。

## XV 器質的心疾患に伴う心室細動 (クラス分類表：表19)

### 1 はじめに

心室細動の治療原則は、植込み型除細動器の植込みや薬物治療であるが、薬物治療が無効である植込み型除細動器の頻回作動、electrical stormおよび一定の心室期外収縮を誘因として心室細動が誘発される症例等では、カテーテルアブレーション治療が行われることがある。

### 2 電気生理検査の適応

心室細動に対する電気生理検査は一般的ではなく、特殊な状況で行われる。

表19 器質的心疾患に伴う心室細動に対する電気生理検査の適応

クラスI
1. なし
クラスIIa
●心室細動が同一箇所からの心室期外収縮によって繰り返し誘発される患者で、心室期外収縮に対するカテーテルアブレーションが考慮される患者
●薬物治療が無効である植込み型除細動器の頻回作動、electrical stormに対してカテーテルアブレーションが考慮される患者
●補助循環装置(PCPS, LVAD等)からの離脱が困難な心室細動に対してカテーテルアブレーションが考慮される患者

## 1 リスク判定のための電気生理検査

心室細動の既往を有する症例に対する治療(二次予防)に対しては、電気生理検査を実施せずに植込み型除細動器の植込みを行うことが一般的である。心機能低下例の一次予防に関しては、心室頻拍や心室細動の誘発性の有無にかかわらず、薬物治療よりも植込み型除細動器植込み症例の生命予後が良好であることが明らかにされた。

## 2 治療のための電気生理検査

非常にまれな現象ではあるが、一定の期外収縮がきっかけとなり心室細動が発症されることが報告されている。このような病態では、心室細動の誘因となる一定の期外収縮に対するアブレーションにより心室細動の発生は抑制され、植込み型除細動器の作動回数の抑制やelectrical stormの回避に有益である。特にelectrical stormに陥った症例では、PCPSやLVAD等の補助循環装置を使用しなければ生命維持ができないこともあるため、これらの離脱を計るためにもアブレーション治療を前提とした電気生理検査の意義は大きい。

## 3 電気生理検査の方法

心室細動を誘発するためのプロトコールに関しては一定の見解はない。

## 4 臨床的意義

電気生理検査による心室細動のリスク判定には限界がある。心室細動をカテーテルアブレーション法で治療できるような症例に対しては、心室細動のトリガーとなる期外収縮の発生源を検索する目的のため、電気生理検査は必須でありその意義は大きい。非常にまれな現象である。

## 5 判断基準

心室細動誘発を目的として電気生理検査が行われることはまれであり、その判断基準も一定ではない。

## 6 治療の適応

心室細動の二次的予防としては植込み型除細動器の植込みが推奨される。一次的予防としては低心機能症例に対しては日本の疾病構造に即した治療の適応基準は未だ

ない。

クラス I

1. なし

クラス II a

1. 心室細動が同一箇所からの心室期外収縮によって繰り返し誘発される患者で、心室期外収縮に対するカテーテルアブレーションが考慮される患者
2. 薬物治療が無効である植込み型除細動器の頻回作動、electrical stormに対してカテーテルアブレーションが考慮される患者
3. 補助循環装置(PCPS, LVAD等)からの離脱が困難な心室細動に対してカテーテルアブレーションが考慮される患者

## XVI

### 原因不明の失神 (クラス分類表：表20)

失神とは、「脳血流の低下により姿勢を保持できなくなる一過性の意識消失発作であり、消失した意識が自然にかつ完全に回復し、後遺症を残すことがないもの」と本ガイドラインでは定義する。失神の原因により重症度および生命予後が異なるので鑑別診断が重要である。特に心臓性失神は致死的であり、的確な診断と治療が必要である。

## 1 電気生理検査の適応

失神の原因として不整脈が疑われる患者は電気生理検査の適応となる。器質的心疾患を合併している患者では、

表20 失神患者に対する電気生理検査の適応

クラス I	1. 失神の原因として症状から不整脈が疑われるが、不整脈が証明されていない患者
	2. 非侵襲的検査による評価後も原因不明の失神を有する器質的心疾患を有する患者
クラス II	1. 失神の原因として既に明らかとなっている不整脈の発生機序を明らかにする場合
	2. 器質的心疾患はなかつたテスト陰性で原因不明の失神を反復する患者
	3. 失神の既往を有するが、器質的心疾患がなく、正常心電図を示し、動悸の症状がない患者
クラス III	1. 失神の原因が明らかで、電気生理学的検査が治療方針決定に寄与しない患者

不整脈が失神の原因となる頻度が器質的心疾患を合併していない患者よりも高くなる。不整脈が疑われる状況がなく、器質的心疾患がない患者に対しては、電気生理検査は適応とはならない。

## 2 電気生理検査の方法

失神の診断のために最低限推奨される電気生理検査のプロトコルを以下に示す。

- (1) 心房ペーシングによる洞結節回復時間（SNRT）と修正洞結節回復時間（CSNRT）の測定
- (2) ベースラインのHV間隔と心房ペーシング時のHis-Purkinje系の評価
- (3) 右室内2か所かつ2つの基本周期による期外刺激法を用いた心室頻拍の誘発
- (4) 心房刺激による上室性頻拍の誘発

## 3 電気生理検査の判断基準

以下の所見を呈した場合は、失神の原因として不整脈が強く疑われる。

- (1) 洞性徐脈と著明に延長した修正洞結節回復時間（>525msec）の場合
- (2) 脚ブロックがあり、かつHV間隔が100msec以上または心房ペーシングあるいは薬理的負荷でHVブロックが誘発される場合
- (3) 抗不整脈薬の負荷により完全房室ブロックが誘発される場合
- (4) 持続性単形性心室頻拍が誘発される場合
- (5) 血圧低下を来す早の上室性頻拍が誘発される場合

失神の原因が不整脈であるか意見が分かれるのは以下の場合である。

- (1) HV間隔が70から100msecの場合
- (2) 器質的心疾患があり多形性心室頻拍や心室細動が誘発された場合
- (3) Brugada型心電図を有し、多形性心室頻拍や心室細動が誘発された場合

## XVII

### 心肺蘇生後の患者

（クラス分類表：表21）

本稿では「心肺蘇生後」の意味を、心停止からの心肺蘇生術の成功例とし、血行動態が回復したものを対象とする。心停止の原因は心室頻拍または心室細動が80%以上を占めるが、一部徐脈による。心停止からの蘇生例では電気生理検査によりしばしば単形性の持続性VTが誘発され、異常心筋の存在を示している。電気生理検査の目的は、心室性不整脈（VTまたは心室細動）の誘発、マッピングによる異常心筋の証明、不整脈の機序の解明で、方法は持続性VTに準じる。WPW症候群の心室細動例（またはその危険例）では、副伝導路の不応期が短い。徐脈による心停止例では、洞不全症候群や房室ブロックの有無と重症度を評価する。前者ではオーバードライブ抑制試験、後者ではブロック部位の同定や薬剤やペーシングによるブロックの誘発が有用である。

## XVIII

### 抗不整脈薬の治療効果判定

（クラス分類表：表22、表23）

抗不整脈薬の治療効果判定のための電気生理検査としては、潜在性の徐脈性不整脈に対してI群薬やIV群薬を用いて顕在化させる、そして頻脈性不整脈に対して薬効評価を目的として行われる場合がある。頻脈性不整脈の薬効評価では上室性不整脈に対しては、近年カテーテルアブレーションで根治できる可能性が高くほとんど行われなくなり、難治性の心室性不整脈に対して行われることがある。心室性不整脈に関しては、電気生理検査による抗不整脈薬の治療効果判定が予後につながるという報

表21 心肺蘇生後の患者における電気生理検査の適応

クラス I	1. 心肺蘇生例で、心室性不整脈が原因と考えられる例 2. 心肺蘇生例で洞不全症候群、房室ブロックが疑われる例 3. 心肺蘇生後の心電図がWPW症候群で、失神の既往や動悸を伴うもの
クラス II a	1. なし
クラス II b	1. 心肺蘇生の既往のある QT 症候群の病態の解明 2. 心肺蘇生の既往のある Brugada 症候群の心室細動の誘発

表22 徐脈性不整脈に対する抗不整脈薬効果の評価のための電気生理検査の適応

クラス I
α) なし
クラス II α
1. 無症状の房室ブロック，心室内伝導障害例で伝導障害を増悪させるおそれのある薬剤の投与が必要な場合
2. 無症状の洞機能不全症例で洞機能不全を増悪させるおそれのある薬剤の投与が必要な場合
クラス II b
1. 洞結節機能不全あるいは房室ブロックで抗不整脈の投与により異常が顕在化できると考えられる場合

表23 頻脈性不整脈に対する抗不整脈薬効果の評価のための電気生理検査の適応

クラス I
1. なし
クラス II α
1. 持続性単形性心室頻拍における薬効および催不整脈作用の評価
クラス II b
WPW症候群，房室結節リエントリ性頻拍，洞結節リエントリ性頻拍，心房頻拍，心房粗動症例の薬効判定

告もあれば、電気生理検査で不整脈が抑制されても、予後の改善にはつながらないという報告や電気生理検査とホルター心電図での薬効評価には差がなかったという報告があり、未だ議論の残るところである。致死性心室性不整脈に対しては、アミオダロンと薬効評価により使用した他の薬剤とを比較すると、アミオダロンの方が予後が良いという報告があり、抗不整脈薬の第一選択薬はアミオダロンということになるが、アミオダロンが使用できない場合には考慮される。

## XIX 不整脈の外科的治療法

手術の適応を決める電気生理検査は内科的に既に決められているので、術中に行う電気生理検査について記載した。術中の電気生理検査の目的は、マッピングによる不整脈起源の同定、および起源部が破壊、不活性化されたことの確認である。外科的治療法の実際として、WPW症候群、房室結節回帰性頻拍、心室期外収縮、心室頻拍、心房期外収縮、心房頻拍、心房粗動は、心表面マッピング装置を用いて不整脈起源の同定を行い、不整脈起源の破壊は凍結、熱焼灼、切除等を用いて行う。心室細動、心房細動は、心表面マッピング装置を用いても、電気生理学的データの一定した解釈はないので、一般的に電気生理検査を行わずに手術されている。プログラム刺激により不整脈が誘発されなければ、不整脈起源部が

破壊、不活性化されたと判断する。

## XX 小児の不整脈

小児の電気生理検査は、また体格が小さいこと等でカテテルの数や太さが制限されること、小児特有の不整脈として、先天性完全房室ブロック、接合部異所性頻拍(junctional ectopic tachycardia)、カテコラミン誘発多形性心室頻拍、先天性心疾患術後の不整脈等があることである。主な小児特有の不整脈に対する電気生理学的検査の適応ガイドラインを示す。

接合部異所性頻拍は他の上室頻拍との鑑別が困難な場合には、電気生理検査の適応となる(クラス II b)。

Mastard術、Senning術、Fontan術後の心房頻拍、Fallot四徴症術後の心室頻拍では、主に高周波カテテルアブレーションを行う目的で電気生理検査を行う(クラス II a)。

カテコラミン誘発多形性心室頻拍は、電気生理検査の絶対的適応は少ない(クラス II b)。

## XXI 心臓再同期療法 (クラス分類表：表24)

### 1 はじめに

低心機能症例における左室内伝導障害は、左室収縮様式の異常(非同期性収縮：dyssynchrony)を招き心機能低下をさらに悪化させる。左室内の収縮遅延部位(一般的には左室自由壁)が心室中隔の運動と同期できるように電気刺激をして、この非同期性収縮を是正する方法を心臓再同期療法(CRT; cardiac resynchronization therapy)と呼び、心不全に対する新しい非薬物治療として注目を浴びている。

表24 心臓再同期療法における電気生理検査の適応

クラス I
1. なし
クラス II α
1. なし
クラス II b
1. 非侵襲的検査により心臓再同期療法が有効であることを術前に予測が可能な場合

## 2 電気生理検査の適応

心臓再同期療法に対する電気生理検査の目的は、植込み手術に先立ちその効果を予測することにある。しかしながら、最近では心臓超音波法やMRI等を用いた非侵襲的な検査により心臓再同期療法の効果を予測する試みがあり、またこれまでの多くの前向き試験結果の検討によりこの治療法が効果的な症例の特徴が明らかにされている。

電気生理検査による急性期の血行動態改善効果が、長期的な効果を予測できる科学的根拠に乏しいため、電気生理検査の意義は少ない。

## 3 電気生理検査の方法

ペーシング可能なカテーテル電極を右室と冠静脈に留置する。左室ペーシング用カテーテル電極を冠静脈に挿入する場合には冠静脈造影を行い、個々の冠静脈形態とペーシング部位との関係を把握しておく必要がある。

自己リズム、右室単独ペーシング、左室単独ペーシング、両心室ペーシングでの血圧、肺動脈圧、心拍出量、動脈圧または左室内圧のdP/dt等を測定し、また同時に心エコー検査を行い、僧帽弁逆流や左室同期性収縮の変化等を観察して血行動態的に有利なペーシング様式を検討する。

## 4 臨床的意義

心臓再同期療法に際しての電気生理検査の意義に関しては、徐々に低下している。

## 5 判断基準

電気生理検査により一時的両心室ペーシングを行い、その結果として得られた血行動態がどの程度改善されれば、永久式両心室ペーシング法を用いた心臓再同期療法の適応になるか否かの判断基準は今のところは明確ではない。また、心臓カテーテル法での急性期効果が慢性期にも持続するか否かも未知である。

## 6 治療の適応

両心室ペーシングによる心臓再同期療法の適応に関しては既述した通り、現状では中等度以上の心不全症状が

あり（NYHA IIIまたはIV）、QRS幅が130msec以上、左室駆出率が35%以下、薬物治療抵抗性であるが、適応が拡大される可能性がある。

クラス I

- なし

クラス II a

- なし

クラス II b

- 非侵襲的検査により心臓再同期療法が有効であることを術前に予測が可能な場合

XXII

## 心臓ペースメーカー植込み (クラス分類表：表25)

房室ブロックのペースメーカー植込みの適応決定に電気生理検査は必ずしも必須ではないが、ヒス束内およびヒス束より遠位の房室ブロックの予後は不良でありペースメーカー植込みが必要である。将来ペースメーカー植込みが必要となる可能性が高い進行性の疾患を有する症例においては電気生理検査は有用である。症状のない洞不全症候群には原則としてペースメーカーの植込みの適応はないので電気生理検査の役割は大きなものではないが、房室伝導能や室房逆行性伝導の評価はペースメーカー機種決定や管理上有用である。また、徐脈性不整脈が強く疑われながら確定所見が得られない場合には電気生理検査は有用である。徐脈、神経調節性失神、閉塞性肥大型心筋症、心不全に対するペーシング治療の適応決定のために一時的ペーシングによる評価が有用である。徐脈性不整脈に合併した頻脈性不整脈に対して電気生理検査が有用であ

表25 心臓ペースメーカー植込みにおける電気生理検査の適応

クラス I

- ペースメーカーの機種選択や設定のために必要な場合
- 徐脈性不整脈と同時に、電気生理検査が診断もしくは治療上有用である頻脈性不整脈を合併している場合
- 徐脈、神経調節性失神、閉塞性肥大型心筋症に対するペーシング治療の有効性を一時的ペーシングにより評価する必要がある場合

クラス II a

- めまい、眼前暗黒感、失神等の症状があり、それが徐脈による症状であることが強く疑われるものの、確証がない場合
- 将来、ペースメーカー植込みが必要となる可能性が高い進行性の疾患を有する症例
- 心不全に対する心臓再同期療法の有効性を一時的ペーシングにより評価する場合



る場合がある。ペースメーカー植込み適応となる所見が認められており、診断が明らかな場合には、単なる診断を目的に電気生理学検査を行う意味はない。

## XXIII アブレーション

アブレーションに際しての電気生理検査は、頻拍の誘発、頻拍起源部位の同定、アブレーションの効果判定等を目的として行われる。誘発には異常自動能の場合はイソプロテレノール（ISP）・硫酸アトロピン静注、撃発活動であれば比較的長い周期の頻回刺激、リエントリであれば早期刺激および短い周期の頻回刺激が用いられる。頻拍起源部位は、異常自動能・局所リエントリによる頻拍では最早期興奮部位として、マクロリエントリ頻拍ではリエントリ回路内緩徐伝導峡部として同定される。アブレーション後、頻拍起源部位の消失や隔離・頻拍発生回路の離断等により、種々の薬物負荷やプログラム刺激によっても頻拍が誘発不能となれば、アブレーション有効と判定できる。

WPW症候群ではアブレーション前には、副伝導路の部位診断、複数副伝導路・atriofascicular Mahaim束の鑑別診断等が重要であり、後の効果判定にはISP投与下の

アデノシン-3-リン酸（ATP）急速静注による再伝導誘発試験が有用である。

房室結節リエントリ頻拍（AVNRT）に対しては、slow/fast型と下部共通路を伴うfast/slow型の鑑別、fast/slow型とPJRTの鑑別、Koch3角起源ATP感受性心房頻拍との鑑別が目的となる。アブレーションの標的は通常型では順行性、非通常型では逆行性slow pathway（SP）である。エンドポイントはSP伝導の完全消失の必要はなく、ISP投与下においても、単発のAVNエコー程度は誘発されても、AVNRTの誘発が不能となることである。

心房頻拍（AT）に対しては、誘発法やATPに対する反応から、異所性AT、局所リエントリAT、マクロリエントリATかの鑑別を行い、有効なマッピング法を選択して至適アブレーション部位を同定する。

発作性心房細動に対しては、そのトリガーの誘発とその起源部位の同定が目的となる。慢性心房細動においてはCFAE電位をマーカーとする基質同定が必要となる。

心室頻拍（VT）に対しては、流出路起源特発性VT、ベラパミル感受性VT、器質的心疾患を基礎とするマクロリエントリVT等諸病型により、適切な誘発法やマッピング法を選択することが重要となる。アクティベーションマッピング、ペースマッピング、エントレインマッピング、基質（substrate）マッピング法等を駆使して至適標的部位を同定する。