

<原 著>

## 小児の心臓電気生理検査における計測値および不応期の検討

(平成13年6月25日受付)

(平成13年12月3日受理)

近畿大学医学部心臓外科学教室

谷平由布子

**key words** : 心臓電気生理検査, 刺激伝導系, 不応期, 不整脈, 標準値

### 要 旨

背景: 小児の不整脈を診断し治療方針を決定する上で心臓電気生理検査は非常に有用な方法である。しかし小児の心臓電気生理検査に関する報告は少なく基本的な計測値の指標は十分といえない。

対象と方法: 1997年1月から2000年12月までの4年間に当院で心臓電気生理検査を施行した0歳から19歳までの112例(男75例, 女37例)に対し年齢別の5グループに分けて, 心室拍数, RR時間, PR時間, 高位右房-低位右房(HRA-LRA)時間, AH時間, HV時間, 心室-右室心尖部(V-RVA)時間, 最大洞結節回復時間(max SRT), Wenckebach rate, 心房有効不応期(AERP), 房室結節有効不応期(AVNERP), 房室結節機能的な不応期(AVNFRP), 心室有効不応期(VERP)を計測し検討した。

結果: 年齢が小さいほど心室拍数, Wenckebach rateは多く, RR時間, max SRT, AVNFRP, AERPは短かった。AVNERP, HRA-LRA時間, PR時間, AH時間, HV時間, V-RVA時間, VERPは年齢による有意差はなかった。また, AVNERPがAERPよりも短い例が全体の48%あった。

結論: 小児の心臓電気生理検査における計測値を年齢によって分類し平均値を算出した。小児は年齢によって心拍数, 房室結節を介する伝導系の計測値が変化した。また房室結節の伝導性が成人に比して良好であることが示された。

### 緒 言

各種の不整脈に対し, その機序を診断し最も適切な治療を行う上で, 心臓電気生理検査は有用な方法である。特に近年カテーテルアブレーション治療の進歩と普及によって, 根治可能な不整脈が診断, 治療されるようになり, 心臓電気生理検査に対する関心がますます高まっている。心腔内心電図の基本的計測値の標準値, プログラム刺激法とその評価についての研究は成人例では多数あり<sup>1)</sup>, 成人の心臓電気生理検査はほぼ確立された方法といえる。

一方, 小児の不整脈は成人とは異なった病態や機序の疾患であり, 同等に評価することはできない。また, 成長発達に伴う病態の変化も考慮しなければなら

ない<sup>2,3)</sup>。しかし成人と違って, 心臓電気生理検査の安全性や手技的な問題から, これまで小児に対する心臓電気生理検査はあまり行われてこなかった。従って, 小児の心臓電気生理検査の基本的計測値についての報告は少なく, その方法や評価について確立されていないのが現状である<sup>4)-11)</sup>。そこで今回著者は当院で心臓電気生理検査を行った小児のデータをもとに日本人小児の心臓電気生理検査計測値について検討した。

### 対 象

1997年1月から2000年12月までの4年間に当院で電気生理検査を施行した0歳から19歳までの112例(男75例, 女37例)。内訳は0~1歳6例, 2~5歳8例, 6~10歳33例, 11~15歳47例, 16~19歳18例。年齢区分はGilletteらの報告<sup>4)</sup>に準じた(表1)。対象疾患は, 潜在性WPW症候群33例, 特発性心室頻拍22例, アブレーション治療後のWPW症候群の経過観

表1 年齢別症例数

	症例数	男	女
0 1 歳	6	6	0
2 5 歳	8	3	5
6 10 歳	33	23	10
11 15 歳	47	32	15
16 19 歳	18	11	7
合計	112	75	37

察 40 例であり、そのほか、臨床的に頻拍や胸痛の既往があったが、冠動脈病変や心筋症、心臓電気生理検査での異常を認めなかった例などである。これらは、基本的に洞結節機能、房室結節機能に異常がなく、心房内および房室伝導に異常がないと考えられる症例であり、今回計測した洞結節から房室結節にいたる伝導系については正常であると仮定した。先天性心疾患、徐拍性不整脈、心房頻拍、房室副伝導路、房室結節回帰性頻拍の症例は、洞結節から心房内を介して房室伝導に至る刺激伝導系のいずれかにおいて正常と異なる経路や機能を持っていると予測されるため、今回の研究対象からは除いた(表2)。

### 方 法

心臓電気生理検査時の鎮静は、前投薬として検査開始 30 分前に pethidine 2 mg/kg を皮下注射し、術中は原則として、fentanyl 0.002 mg/kg および midazolam 0.2 mg/kg を用いた静脈麻酔を行った。左右の大腿静脈を穿刺し 2 本ないしは 3 本のシースを留置した。右室心尖部 (RVA)、高位右房 (HRA) には 2 mm 間隔の 4 極の電極カテーテルを、ヒス束心電図 (HBE) の記録には 2 mm 間隔または 5 mm 間隔の 6 から 10 極の電極カテーテルを用いた。洞調律時に心室拍数、RR 時間、心房内の伝導時間を示す高位右房-低位右房 (HRA-LRA) 時間、房室結節内の伝導時間を示す AH (LRA-H) 時間、ヒス-プルキンエ系伝導時間を示す HV 時間、および V-RVA 時間を記録した。ただし V-RVA 時間は RVA 電位が記録できた 95 例のみについて検討した。また、HRA からの心房頻回刺激を行い、最大洞結節回復時間 (max sinus node recovery time 以下 max SRT と略す) と 2 度房室ブロックを示す最も長い周期 (Wenckebach rate) を調べた。max SRT を測定した心房刺激頻度は 120~140 bpm が最も多かった。さらに、HRA からの心房期外刺激を行って心房有効不応期 (atrial effective refractory period 以下

表2 疾患別症例数

	症例数	男	女
cWPW	33	17	16
PVC	3	1	2
VT	22	17	5
JET	1	1	0
WPW/p	40	29	11
その他	13	10	3
合計	112	75	37

cWPW: 潜在性 WPW 症候群

PVC: 心室期外収縮

VT: 心室頻拍

JET: 結節頻拍

WPW/p: WPW 症候群のアブレーション治療後

その他: 電気生理学的な異常なし

AERP と略す)、房室結節有効不応期 (atrioventricular node effective refractory period 以下 AVNERP と略す)、房室結節機能的な不応期 (atrioventricular node functional refractory period 以下 AVNFRP と略す) を、RVA からの心室期外刺激を行って心室有効不応期 (ventricular effective refractory period 以下 VERP と略す) を計測した。AERP は心房細動が出現して計測できなかった例を除いて 106 例、AVNERP は、AERP のほうが長い計測不能であった 54 例を除いて 58 例、VERP は右室心尖部にカテーテル留置していない例および心室頻拍が出現して計測不可能であった例を除いて 92 例について検討した。それぞれの計測方法は Gillette らの報告<sup>4</sup>に準じた(図 1)。年齢別および、不応期については基本刺激周期 (basic cycle length 以下 BCL と略す) 別にも分類した。統計学的処理は年齢群間の有意差の検定に 15~19 歳の群を対照とした Dunnett 法による多重比較検定を用いた。

### 結 果

それぞれの年齢群の平均値をみると、心室拍数、Wenckebach rate は年齢が小さいほど多く、max SRT は年齢が小さいほど短かった。それぞれ年齢群間での有意差を認めた。PR 時間、AH 時間、HV 時間の平均値は年齢が小さいほど短かい傾向であったが、年齢群間で有意差は認めなかった。HRA-LRA 時間と V-RVA 時間も、年齢群間での有意差は認めなかった(表 3)。AVNFRP、AERP の平均値は、年齢が小さいほど短く、年齢群間の有意差を認めた。VERP の平均値は年齢が小さいほど短かい傾向であったが有意差はなかった。

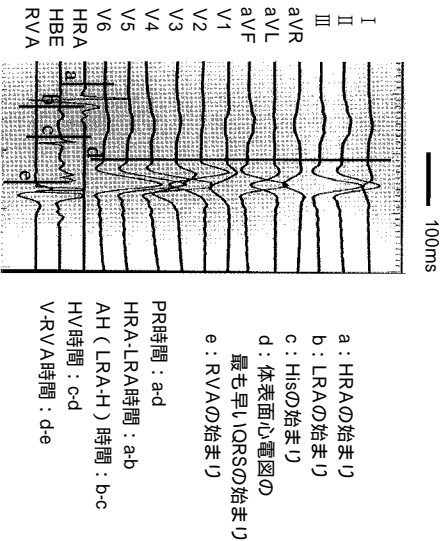


図 1

AVNERPは年齢による一定の傾向はみられず、年齢群間による有意差も認めなかった(表4)。

また、AVNERPはAERPよりも短い症例では計測できず、このような症例は全体の48%で、年齢別にみると0~1歳では33%、2~5歳67%、6~10歳76%、11~15歳32%、16~19歳33%であった。0~1歳、2~5歳、6~10歳の3群の平均は70%であった(表5)。

一方、年齢に関わらず、BCLによって不応期を分類すると(表6)、BCLが短いほどAERP、AVNFRP、VERPのいずれも、それぞれの群間で有意差をもつて短かった。AVNERPはBCL別の群間で有意差はなかった。

考 察

1969年Scherlagらによって心腔内からヒス束心電図が記録されて以来<sup>12)</sup>、心腔内電位の記録と研究は目覚ましい進歩を遂げた。特に近年のカタリーリアブレーション治療の発展と普及によって、心腔内電位および心臓電気生理検査に対する関心がさらに高まっている。心腔内心電図の基本的計測の標準値、ブログラム刺激法とその評価についての研究は成人例では多く、成人の心臓電気生理検査はほぼ確立された方法といえる<sup>1)</sup>。

小児の不整脈は、自覚症状が明確でなく、けいれんや心不全などで発見される重症例がある一方で、成長とともに自然軽快するものがあるなど成人とは異なっていた特徴を持つ<sup>2)3)13)~20)</sup>。すなわち小児の不整脈は、成人とは異なった病態や機序の疾患であり、成人と同等に評価することはできない。また、長期予後や薬物療法

表3 年齢別心臓電気生理検査計測値(平均値±標準偏差)

年齢	症例数 (括弧内はV-RVA)	男	女	VR (回/分)	RR (msec)	PR (msec)	HRA-LRA (msec)	AH(LRA-H) (msec)	HV (msec)	V-RVA (msec)	WR (回/分)	maxSRT (msec)
0 1歳	8(4)	8(4)	0	123.5 ± 18.2	494.2 ± 74.3	121.3 ± 13.6	21.3 ± 5.0	72.0 ± 10.4	31.2 ± 3.9	8.5 ± 4.8	213.3 ± 29.4	636.3 ± 119.4
2 5歳	8(7)	3(2)	5	110.1 ± 33.9	602.6 ± 175.2	117.9 ± 6.8	20.8 ± 8.2	63.3 ± 6.4	33.5 ± 4.3	8.1 ± 4.5	236.3 ± 56.6	797.5 ± 224.4
6 10歳	33(20)	23(20)	10(9)	96.6 ± 21.0	653.2 ± 131.9	124.0 ± 18.1	19.9 ± 10.3	70.8 ± 15.5	33.2 ± 6.0	10.4 ± 7.8	205.2 ± 37.3	855.3 ± 191.1
11 15歳	47(41)	32(28)	15(13)	92.4 ± 20.0	678.4 ± 140.0	131.6 ± 20.0	21.1 ± 10.5	74.0 ± 18.3	37.5 ± 13.1	11.9 ± 6.4	187.9 ± 33.7	957.1 ± 206.4
16 19歳	18(14)	11(10)	7(4)	76.1 ± 15.2	814.2 ± 144.4	136.3 ± 18.3	21.7 ± 9.2	77.0 ± 11.0	37.7 ± 6.6	11.4 ± 7.4	159.4 ± 25.8	1,175.8 ± 206.1
年齢群間の有意差(多重比較法)				あり	あり	なし	なし	なし	なし	なし	あり	あり

VR : 心室拍数

RR : RR時間

PR : PR時間

HRA-LRA : 高位右房 低位右房時間

AH(LRA-H) : AH時間(低位右房 ヒス時間)

HV : HV時間(ヒス 心室時間)

V-RVA : 心室 右室心尖部時間

WR : Wenckebach rate

maxSRT : 最大洞結節回復時間

表4 年齢別不応期(平均値±標準偏差)

年齢	n	M	F	AERP (msec)	n	M	F	AVNERP (msec)	n	M	F	AVNFRP (msec)	n	M	F	VERP (msec)
0 1歳	3	3	0	160.0 ± 26.5	4	4	0	228.5 ± 28.6	6	6	0	321.5 ± 54.4	5	5	0	200.0 ± 27.4
2 5歳	8	3	5	173.8 ± 32.5	2	1	1	224.0 ± 7.1	8	3	5	348.4 ± 76.8	7	2	5	204.3 ± 34.6
6 10歳	33	23	10	187.0 ± 28.3	8	5	3	293.3 ± 41.7	33	23	10	396.2 ± 81.2	31	22	9	211.9 ± 26.5
11 15歳	45	30	15	184.9 ± 23.1	32	22	10	279.5 ± 53.2	47	32	15	411.5 ± 75.9	36	23	13	218.3 ± 30.6
16 19歳	17	11	6	210.6 ± 29.3	12	7	5	278.1 ± 40.0	18	11	7	510.3 ± 101.1	13	8	5	228.5 ± 26.1
年齢群間の有意差 (多重比較法)				あり				なし				あり				なし

n: 症例数, M: 男, F: 女

AERP: 心房有効不応期

AVNERP: 房室結節有効不応期

AVNFRP: 房室結節機能的不応期

VERP: 心室有効不応期

表5 AVNFRPがAERPよりも短い例  
(括弧内は全症例数)

年齢	症例数 x(n)	比 x/n
0 1歳	2(6)	0.33
2 5歳	6(8)	0.67
6 10歳	25(33)	0.76
11 15歳	15(47)	0.32
16 19歳	6(18)	0.33
計	54(112)	0.48

の成長発達に対する影響などを考えて治療方法を考慮すべきである。そのためには不整脈の正確な診断と評価が必要であり、心臓電気生理検査は診断、治療方針の決定のためにきわめて有用である。しかし、小児は訴えができないために疾患を見逃されたままであったり、鎮静が必要であるなど検査が煩雑、体格にあった電極カテーテルがなく検査手技に危険性が伴う、などの理由で心臓電気生理検査はあまり行われてこなかった。そのため、小児の心臓電気生理検査の基本的な計測値についての報告は少なく<sup>4)-11)</sup>、その評価は成人の基準に準じて行われているのが現状であった。近年、小児に対しても使用しやすいカテーテルが開発され、安全に心臓電気生理検査を行えるようになったこと、またカテーテルアブレーションによる根治治療が可能になったことで、心臓電気生理検査による評価の必要性が高まり、今後は小児に対しても心臓電気生理検査がより積極的に行われるようになって考えられる。そのためには、成人と異なる小児の特徴を踏まえ

た、心臓電気生理検査の評価をすることが不可欠である。

小児の体表面心電図においては年齢に応じた変化がある<sup>21)-24)</sup>。胎児期の左右同等の心室を反映する胸部誘導の右室肥大傾向が年齢とともに弱まることや、年齢が小さいほどPR時間が短く心拍数が多いなどの特徴があり、心臓電気生理検査の計測値においても成人との違いが指摘されている<sup>2)-11)</sup>。そこで、小児の心臓電気生理検査の計測値について、年齢別に平均値を検討した。研究対象の0歳児はすべて生後4カ月以上の乳児であり、新生児は含まれていない。心室拍数、Wenckebach rateは年齢が小さいほど大きく、PR時間、AH時間、HV時間、max SRTは年齢が小さいほど短かった。またAVNFRP、VERPはいずれも年齢が小さいほど短かった。また小児はAVNERPがAERPよりも短い例を多く認めた。この傾向は年齢が小さいほど強く、全体では48%、11歳未満では70%の症例がAERPよりも短いAVNERPを示した。このことは年齢が小さいほど房室結節の伝導性が良いことを示している。心室拍数、Wenckebach rate、max SRT、AVNFRP、AERPは、年齢群間で有意差を認めた。PR時間、AH時間、HV時間、HRA-LRA時間、V-RVA時間、AVNERP、VERPは、年齢群間での有意差は認めなかった。これらの値は心房および房室結節の興奮伝導や機能と関係すると考えられるが、心房内や房室結節内の刺激伝導についてはいまだ十分に解明されておらず、どのような個体差や変動がありえるかも明らかになっていない。また、年齢が小さいほど術中の計測値の変動が大きく、術直前の啼泣による自律神経系

表6 基本刺激周期別不応期(平均値±標準偏差)

基本刺激周期	AERP (msec)			AVNERP (msec)			AVNFRP (msec)			VERP (msec)						
	n	M	F	n	M	F	n	M	F	n	M	F				
450msec 未満	18	9	9	158.3 ± 22.3	10	7	3	245.6 ± 37.4	21	12	9	324.0 ± 78.7	16	10	6	180.6 ± 20.5
450 599msec	33	22	11	179.1 ± 18.3	16	10	6	263.6 ± 62.8	34	23	11	400.8 ± 80.4	32	23	9	208.4 ± 21.3
600msec 以上	56	39	17	202.1 ± 26.4	33	22	11	288.7 ± 40.6	58	40	18	452.7 ± 80.7	44	27	17	233.4 ± 22.4

n: 症例数, M: 男, F: 女

AERP: 心房有効不応期

AVNERP: 房室結節有効不応期

AVNFRP: 房室結節機能的な不応期

VERP: 心室有効不応期

の興奮の影響, 麻酔深度の不安定さなどが影響するのではないかと推察されるが, これらの結果は, 刺激伝導系の成長を考える上で意義があると思われる。AVNERP は後に述べるように, 今回の研究対象に房室二重伝導を持つ例が多いと推測されるため, 計測値のばらつきが大きく一定の傾向が得られなかったと考える。以上, 心臓電気生理検査上の計測値に年齢差があることが明らかであり, 年齢群による症例数の違いを考えあわせても, 有意な結果であると考えられる。今回の検討では明らかにできなかったが, 1歳未満の乳児とそれ以降の幼児で標準値が異なる可能性がある。自律神経系が成熟するのは6カ月ごろからと言われているからである<sup>25)~27)</sup>。今回は標準値の検討を年齢区分で行い, Gillette らのそれに準じた。この区分方法が妥当か, 年齢以外の方法, たとえば体表面積を用いる, などの方法が良いか, 今後の研究課題としたい。

さて, 著者の計測値と Gillette らのそれとを比較検討したい。他の計測値はほぼ同様の結果であるのに対し, AVNFRP だけは著者の結果のほうが長い値を示した。AVNFRP は H1H2 時間を計測しているため, 房室結節に速伝導路と遅伝導路の二重伝導を持つ症例では非常に長い値になる場合がある<sup>28)~31)</sup>。今回の研究対象には房室結節回帰性頻拍の症例は含めていないものの, 房室二重伝導路症例が一般に比べ多少多く含まれている可能性がある。なぜならば, 今回の研究対象には過去に発作性頻拍のあった房室または室房副伝導路(WPW 症候群および潜在性 WPW 症候群)の治療後の評価のために検査を施行した例が多く含まれており, この発作性頻拍は房室二重伝導路がきっかけとなっておく場合があるためである。今回は房室二重伝導路の検討を行っておらず, このような症例が AVNFRP を長くしている可能性を否定できない。正

常の小児に房室二重伝導路を持つ例がどのくらいあるかは不明であるが, 成人では正常者の 25%~50% に認められるという報告がある<sup>1)</sup>。

また, Gillette らは房室結節不応期の計測値を BCL の長さによって分類している。BCL を洞調律の RR 時間に関わらず一定にして計測すると, 正確な不応期を反映しない可能性があるが, 今回は不応期の計測に当たって BCL を RR 時間よりも 20~50 msec 短い値に設定した。この方法であれば年齢による心拍数の変化が BCL に反映され, 年齢別の検討でも BCL 別の検討と同等の結果が得られると考えた。計測値を比較検討する際に年齢を基準にするほうがより簡便であると思われる。また, 今後著者はこの方法を用いたい。

#### 研究の限界

①小児では, 心臓電気生理検査の際, 鎮静が不可欠である<sup>32)33)</sup>。鎮静薬の種類によっては心臓刺激伝導系への直接の影響があるかもしれない。また自律神経系へ作用することによって, 間接的に伝導時間に影響する可能性もある。現在, fentanyl と midazolam の併用による静脈麻酔が一般的に使用されている。これらは心臓刺激伝導系および自律神経系への影響が最も少ないと考えられているが, 覚醒時の伝導状態とは異なる可能性があることを念頭において計測値を評価すべきであろう。

②新生児, 乳児の不整脈には自然軽快するものが多い<sup>13)~20)</sup>。また年齢が小さいほどカテーテル検査による合併症の危険性が高い。すなわち年齢の小さい小児ほど心臓電気生理検査の対象となる症例が少なくなる。今回の検討でも5歳以下の症例は特に少なく, 今回の結果を標準値とするのには全く問題がないわけではない。症例数を増やしさらに検討することが必要である。

最後に、検査手技に関して付け加えたい。小児の心臓電気生理検査では、より正確な心腔内電位を記録するために小さい心臓にあわせた狭い電極間隔のカテーターが必要である。成人ではヒス束心電図に用いる電極カテーターの電極間隔は一般に5 mmであるが、我々の経験では、小児では2 mm間隔のもののほうが容易に明瞭なヒス束電位が記録でき、より正確な計測ができると思われた。

### 結 論

0歳から19歳の小児112例に対し心臓電気生理検査を施行し、心室拍数、RR時間、HRA-LRA時間、AH(LRA-H時間)、HV時間、V-RVA時間、最大洞結節回復時間(max SRT)、Wenckebach rate、心房有効不応期(AERP)、房室結節有効不応期(AVNERP)、房室結節機能的な不応期(AVNFRP)、心房有効不応期(VERP)を計測し標準値を得た。

心室拍数、RR時間、最大洞結節回復時間(max SRT)、Wenckebach rate、房室結節機能的な不応期(AVNFRP)、心房有効不応期(AERP)は年齢による差を認めた。PR時間、HRA-LRA時間、AH(LRA-H)時間、HV時間、V-RVA時間、房室結節有効不応期(AVNERP)、心房有効不応期(VERP)は年齢による有意差はなかった。このことから、小児は年齢によって電気生理検査の計測値は変化するが、年齢によって変化しない値も存在し心臓刺激伝導系の成長発達と関連があると考えられた。また小児はAVNERPがAERPよりも短い例が全体の約半数を占め、房室結節の良好な伝導性が示された。

日本人小児の心臓電気生理検査における計測値を検討した報告は少なく、今回の研究が今後小児の不整脈を診断し適切な治療を行う上で、また小児の心臓電気生理検査の研究を深めていく上で、基本的なデータとして今後の研究および臨床の発展に寄与するものと考えられる。

謝辞：稿を終えるに当たりご指導、御校閲を賜りました佐賀俊彦教授に深甚なる謝意を表するとともに、多大な御助言をいただいた篠原徹、中村好秀両講師に深謝の意を表します。

### 文 献

- 1) Josephson ME : Clinical Cardiac Electrophysiology, 2nd ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1993
- 2) Gillette PC, Zeigler VL, Case CL : Pediatric arrhythmias : Are they different? In Zipes DP, Jafille J (eds) : Cardiac Electrophysiology From Cell

- to Bedside, 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders, 1995 ; 1265 1268
- 3) Gillette PC, Garson A Jr : Clinical Pediatric Arrhythmias 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 1999
- 4) Gillette PC, Garson A Jr : Pediatric Arrhythmias : Electrophysiology and Pacing, Philadelphia, Saunders, 1990
- 5) Zipes DP, DiMarco JP, DiMarco JP, Gillette PC, Jackman WM, Myerburg RJ, Rahimtoola SH : ACC/AHA Task Force report. Guidelines for clinical intracardiac electrophysiological and catheter ablation procedures. Circulation 1995 ; 92 : 673 691
- 6) Roberts NK, Gillette PC : Electrophysiologic study of the conduction system in normal children. Pediatrics 1977 ; 60 : 858 863
- 7) DuBrow IW, Fisher EA, Amat-y-Leon F, Denes P, Wu D, Rosen K : Comparison of cardiac refractory periods in children and adults. Circulation 1975 ; 51 : 485 491
- 8) Kugler JD, Gillette PC, Mullins CE, McNamara DG : Sinoatrial conduction in children : An index of sinoatrial node function. Circulation 1979 ; 59 (6) : 1266 1276
- 9) 曾根克彦, 中沢 誠, 森 克彦, 高見沢邦武, 石川 自然, 長井靖夫, 浜田 勇, 安藤正彦, 門間和夫, 三森重和, 高尾篤良 : 小児期におけるHis束心電図による房室伝導時間について。東女医大誌 1971 ; 45 : 307 313
- 10) 新村一郎, 原口寿夫, 宮沢要一郎, 横山修三, 須田 梅子, 本郷貞雄, 小野ますみ, 後藤彰子, 青木浩之 : 正常P-R間隔を有する先天性心疾患児のHis束心電図による房室伝導時間の測定。日児誌 1975 ; 79 : 675 680
- 11) Gillette PC, Reitman MJ, Gutgesell HP, Vargo TA, Mullins CE, McNamara DG : Intracardiac electrography in children and young adults. Am Heart J 1975 ; 89 : 36 44
- 12) Scherlag BJ, Lau SH, Helfant RH, Berkowitz WD, Stein E, Damato AN : Catheter technique for recording His bundle activity in man. Circulation 1969 ; 39 : 13 18
- 13) Perry JC, Garson A Jr : Supraventricular tachycardia due to Wolff-Parkinson-White syndrome in children : Early disappearance and late recurrence. J Am Coll Cardiol 1990 ; 16 : 1215 1220
- 14) 新村一郎 : WPW症候群の疫学。WPW症候群, 笠 貫宏編, 東京, 医学書院, 1997 ; 24 33
- 15) Deal BJ, Keane JF, Gillette PC, Garson A Jr : Wolff-Parkinson-White syndrome and supraventricular tachycardia during infancy : Management and follow-up. J Am Coll Cardiol 1985 ; 5 :

- 130 135
- 16) Mendelsohn A, Dick II M, Serwer GA : Natural history of isolated atrial flutter in infancy. *J Pediatr* 1991 ; 119 : 386 391
- 17) Mehta AV, Sanchez GR, Sacks EJ, Casta A, Dunn JM, Donner RM : Ectopic automatic atrial tachycardia in children : clinical characteristics, management and follow-up. *J Am Coll Cardiol* 1988 ; 11 : 379 385
- 18) Southall DP, Johnson AM, Shinebourne EA, Johnston PGP, Vulliamy DG : Frequency and outcome of disorders of cardiac rhythm and conduction in a population of newborn infants. *Pediatrics* 1981 ; 68 ( 1 ) : 58 66
- 19) Tuji A, Nagashima S, Nagai N, Nisibata K, Goto M, Matsushima M : Long-term follow-up of idiopathic ventricular arrhythmias in otherwise normal children. *Jpn Circ J* 1995 ; 59 : 654 662
- 20) Davis AM, Gow RM, McCrindle BW, Hamilton RM : Clinical spectrum, therapeutic management, and follow-up of ventricular tachycardia in infants and young children. *Am Heart J* 1996 ; 131 : 186 191
- 21) 津田淳一, 新村一郎 : 発達心電図 . 東京, 診断と治療社, 1985
- 22) 新村一郎, 長嶋正實, 柴田利満 : 心電図セルフトレーニング . 東京, 診断と治療社, 1999
- 23) Davignon A, Rautaharju P, Boisselle E, Soumis F, Megelas M, Choquette A : Normal ECG standards for infants and children. *Pediatric Cardiol* 1979 ; 1 : 123 131
- 24) Nagashima M, Matsushima M, Ogawa A, Ohsuga A, Kaneko T, Yazaki T, Okajima M : Cardiac arrhythmias in healthy children revealed 24 hour ambulatory ECG monitoring. *Pediatric Cardiol* 1987 ; 8 : 103 108
- 25) Schechtman VL, Harper RM, Kluge KA : Development of heart rate variation over the first 6 months of life in normal infants. *Pediatr Res* 1989 ; 26 : 343 346
- 26) Oberlander TF, Grunau RE, Pitfield S, Whitfield MF, Saul JP : The developmental character of cardiac autonomic responses to an acute noxious event in 4- and 8-month-old healthy infants. *Pediatr Res* 1999 ; 45 : 519 525
- 27) Harper RM, Walter DO, Leake B, Hoffman HJ, Sieck GC, Serman MB, Hoppenbrouwers T, Hodgman : Development of sinus arrhythmia during sleeping and waking states in normal infants. *Sleep* 1978 ; 1 : 33 48
- 28) Wu D : Dual atrioventricular nodal pathway : A reappraisal. *PACE* 1982 ; 5 : 72 89
- 29) Thapar MK, Gillette PC : Dual atrioventricular nodal pathways : A common electrophysiologic response in children. *Circulation* 1979 ; 60 : 1369 1374
- 30) Casta A, Wolff GS, Mehta AV, Tamer D, Garcia OL, Pickoff AS, Ferrer PL, Sung RJ, Gelband H : Dual atrioventricular nodal pathways : A benign finding in arrhythmia-free children with heart disease. *Am J Cardiol* 1980 ; 46 : 1013 1018
- 31) Akhtar M, Damato AN, Batsford WP, Ruskin JN, Ogunkelu JB : A comparative analysis of antegrade and retrograde conduction patterns in man. *Circulation* 1975 ; 52 : 766 778
- 32) Kovoor P, Porter R, Uther JB, Ross DL : Efficacy and safety of a new protocol for continuous infusion of midazolam and fentanyl and its effects on patient distress during electrophysiologic studies. *PACE* 1997 ; 20 : 2765 2774
- 33) Zeigler VL, Brown LE : Conscious sedation in the pediatric population : Special considerations. *Crit Care Nurs Clin North Am* 1997 ; 9 : 381 394

Evaluation of the standard measurements and refractory periods  
in pediatric cardiac electrophysiology

Yuko Tanihira

Department of Cardiovascular Surgery, Kinki University, Osaka, Japan

**Background :** Cardiac electrophysiological studies are useful for the diagnosis and treatment of cardiac arrhythmias in children. However, there are few reports on cardiac electrophysiology in children.

**Subjects and methods :** We performed cardiac electrophysiology studies in 112 cases ( 75 males and 37 females ) aged 0 to 19 years, from Jan 1, 1997 to Dec 31, 2000. The ventricular rate, R-R interval, P-R interval, high right atrium to low right atrium interval ( HRA-LRA ) LRA to His interval ( A-H ) His to ventricle interval ( H-V ) ventricle to right ventricular apex interval ( V-RVA ) maximum sinus node recovery time( SRT ) Wenckebach rate, atrial effective refractory period( AERP ) atrioventricular node effective refractory period ( AVNERP ) atrioventricular node functional refractory period( AVNFRP )and ventricular effective refractory period( VERP )were measured and classified according to five age group.

**Results :** The ventricular and Wenckebach rates decreased proportionally as the age increased, because the younger the age, the shorter became the R-R interval, max SRT, AVNFRP and AERP. Forty-eight percent of all the subjects had a shorter AVNERP than AERP.

**Conclusion :** The measurements of the standard electrophysiological values varied in children according to the classification of the five age groups and the atrioventricular node conduction was better in younger children than in adults.

---