日本小児循環器学会雑誌　5巻3号　457～464頁（1990年）

外科的右脚ブロックの検討
第1編：右室二腔症術後の右脚ブロック

（昭和63年12月27日受付）
（平成元年12月27日受理）

宮崎医科大学小児科
鈴宮　寛子　　松岡　裕二　　早川　国男
宮崎医科大学第2外科
桑原　正知　　石井　　潔*　　古賀　保範
*現在　佐賀医科大学胸部外科

key words: Double chambered right ventricle, Body surface map, Right bundle branch block

要　旨

右室二腔症（以下DCRV）の根治手術後に右脚ブロックが出現することは避けられないと言われている．DCRV術後症例11例に対して12誘導心電図を行ない，さらにそのうちの9例に対して体表面電位図（以下MAP）を行ない術後右脚ブロックについて検討を行なった．11例中1例だけ－60°の左軸偏位を伴う完全右脚ブロックを示した．残り10例は正常軸で，完全右脚ブロック（以下CRBBB）が5例（45%），不完全右脚ブロック（以下IRBBB）が5例（45%），右脚ブロックのみられなかった症例が1例（10%）存在した．体表面電位図から，左軸偏位を示した1例のCRBBBの障害部位は中枢性であった．しかし，左脚前枝ブロックも合併していたため，心室中隔欠損を閉鎖した時に右脚枝を障害したと考えられた．残りのCRBBB 4例とIRBBB 3例の右脚ブロックの障害部位は末梢であった．これは異常筋束切除によって生じたと考えられた．

緒　言

右室二腔症は異常に発達した肉柱によって右室腔が2分され，high-pressure proximal chamberとlow-pressure distal chamberの二腔を形成する発生異常である．右室二腔症の根治術後では高頻度に右脚ブロックが生じ，これは異常筋束切除によって発生すると言われている[1)2)]．私達は12誘導心電図と体表面電位図を用いてDCRVの術後右脚ブロックの検討を行ない，若干の知見を得たので報告する．

対象と方法

対象は宮崎医科大学第2外科にて根治手術を行なったDCRV術後症例11例であった．男子3例，女子8例，平均年齢11歳3カ月（4歳～22歳）であった．手術時平均年齢は5歳3カ月（1歳0カ月～15歳9カ月）であった．DCRVの診断は①術前心エコーでの異常筋束の存在，②心カテーテル検査による右室内圧差の存在，③心血管造影法による右室内異常筋束の存在，④手術時に異常筋束によって右室が2つの腔に分けられていることから行なった．合併心奇形は心室中隔欠損症（以下VSD）合併例が8例，VSD＋動脈管開存症1例，VSD＋動脈管開存症＋心房中隔欠損症1例であった．合併心奇形の存在しない症例が1例あった．全例右室縦切開を行ない，異常筋束の切除を行なった．VSD合併例は全例パッチ閉鎖した．心房中隔欠損症合併例では右房切開を行ない直接縫合した．動脈管開存症合併例では結紮切離を行なった．

11例全例の術前並びに術後のECGについて検討を行なった．CRBBBの診断基準は①QRS幅が年齢基準よりも延長している：4歳未満は0.09msec以上，4歳以上16歳未満は0.10msec以上，16歳以上は0.12msec以上．②V_6誘導とI誘導でwide slurred S波が

別刷請求先：（〒889-16）宮崎県宮崎郡清武町木原5200
宮崎医科大学小児科　　鈴宮　寛子

Presented by Medical*Online

表1　対象と心電図所見．

No	Age (y)	Sex	Anomaly	RVin/RVot (mmHg)	Qp/Qs	Pre op ECG				Post op ECG			MAP
						Axis	QRS (msec)	RV_1 (mV)	V_1T	Axis	QRS (msec)	RBBB	
1	16	♀	VSD, PDA	100/70	1.9	N	58	1.0	neg.	N	120	C	PB
2	7	♀	VSD, ASD, PDA	100/60	3.3	R	88	4.6	neg.	R	92	I	PB
3	7	♀	VSD	100/75	1.6	N	60	2.8	+0.6	N	120	C	PB
4	5	♀	VSD	85/22	1.4	N	60	1.8	+0.4	L	120	C	CB
5	4	♀	VSD	75/45	2.1	N	40	3.2	neg.	N	120	C	PB
6	12	♂	VSD	115/45	1.6	N	69	2.6	+0.5	N	65	I	PB
7	7	♂	VSD	100/40	1.5	R	60	1.3	+0.2	N	80	−	NL
8	22	♀	VSD	180/20	1.1	R	60	1.2	neg.	N	88	I	PB
9	14	♀	−	165/25	1.0	R	70	2.6	neg.	N	138	C	PB
10	9	♀	VSD	68/32	1.5	N	60	2.4	+0.2	N	80	I	ND
11	18	♂	VSD	95/60	3.9	N	60	1.6	+0.6	N	96	I	ND

VSD：心室中隔欠損症　ASD：心房中隔欠損症　PDA：動脈管開在症
N：0～120°　R：>120°　L：<0°
C：CRBBB　I：IRBBB　CB：Central block　PB：Peripheral block
ND：not done　NL：Normal ventricular activation

みられる．③III, aVR, V_1誘導でslurred R波がみられる．IRBBBの診断基準は①V_1誘導でRSR'パターンを示し，RS幅とR'幅がほぼ等しい．②QRS幅が正常又は軽度延長している（4歳未満は0.09sec未満，4歳以上16歳未満は0.10msec未満，16歳以上は0.12msec未満）とした[3]．

術前MAPの記録が行なわれたのは2例であった．9例に対して術後MAPの記録が行なわれた．MAPは中日電子社製HPM 6500を用い，山田ら[4]の方法を参考にして，87誘導点（前胸部59点，背部28点）から2msec毎にサンプリングを行なった．0.3mV毎の等電位図を作成し，心室興奮伝播過程，Niche出現時間，Niche出現部位などから右脚ブロックの障害部位を診断した．

結　果

術前ECGでは120°以上の右軸偏位を示した症例が4例，残り7例の前額面QRS平均電気軸は正常（0～120°）であった．術前に右脚ブロックを示す症例は存在しなかった．

術後ECGでは9例の前額面QRS平均電気軸は正常（0～120°）であった．1例だけ−60°の左軸偏位を示し，1例は右軸偏位であった．CRBBBが5例（45%），IRBBBが5例（45%），右脚ブロックが存在しない症例が1例（10%）あった．合併心奇形の存在しない症例でもCRBBBが術後発生していた（表1）．

術前MAPでは2例とも右室興奮終了遅延を特徴としていた．

表2　体表面電位図による右脚障害部位結果．

ECG		MAP	
対象数	11		9
CRBBB	5	Central Peripheral	1 4
IRBBB	5	Central Peripheral	0 3
RBBB(−)	1		1

術後MAPの得られた9例では右脚ブロック障害部位の診断が可能であった．中枢性CRBBB 1例，末梢性CRBBB 4例，末梢性IRBBB 3例であった．1例は右脚ブロックが存在しなかった（表2）．

次に典型例のMAPを示す．

（1）術前MAP

図1は症例4の術前MAPである．心室興奮初期は前胸部は正領域，背部は負領域に覆われていた．24msecで負領域は左前胸部上方から正領域に進出し，Nicheを示した．28msecでは極小がG4に移動しBreakthrough minimumを示した．36msecでは極小を伴う正領域は右前胸部下方に縮小した．44msecでは前胸部は負領域，背部は正領域となり，その後正負領域の電位は減少し，心室興奮は終了した．症例5の術前MAPの心室興奮伝播過程は症例4と非常に良く

Presented by Medical*Online

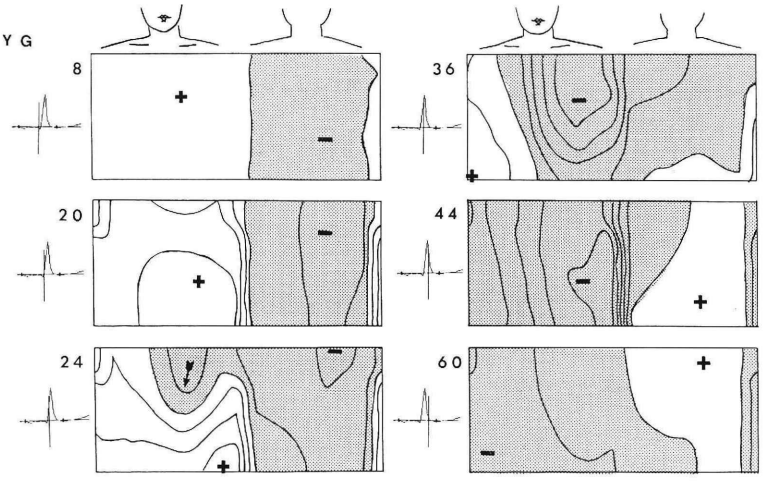

図1　術前の体表面電位図．図表中の数値はQRS開始時点からの数値を示す(msec)．＋：極大．－：極小．白色領域：正領域．灰色領域：負領域．0.3mV毎の等電位線である．図中矢印はNicheを示す．

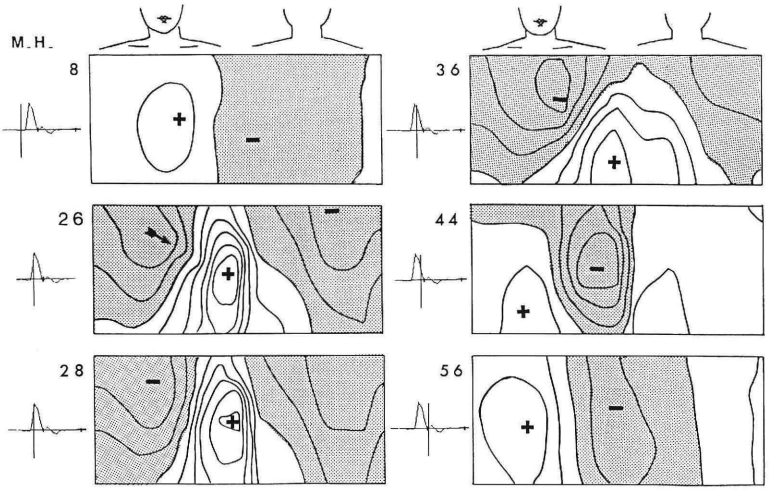

図2　末梢性CRBBB例の体表面電位図．

似ていた．Breakthrough出現時間は26msecで，F5に出現した．症例4，5のBreakthroughは正常時間(25.7±4.6msec)[5]に正常部位（胸骨正中線と左腋窩線，第3肋間と第6肋間で区切られた矩形内）[6]に出現した．

(2) 末梢性CRBBB例

図2は症例5のCRBBB例のMAPである．心室興奮初期は前胸部は正領域，背部は負領域に覆われていた．20msecより，負領域は前胸部右上方に出現し徐々に前胸部に広がり，28msecでは完全に前胸部は負領域に覆われた．Breakthrough minimumはF5に出現し，Niche出現時間は26msecであった．44msecから左前胸部は負領域に覆われ，右前胸部と背部は正領域に覆われた．心室興奮終了まで右前胸部は正領域に覆われ，右室興奮終了の遅延がみられた．このMAPの特徴は負領域が背部から右前胸部に進出すること，Breakthroughが正常時間に正常部位に出現すること，右室興奮終了遅延があることから，右脚ブロック障害部位は末梢と考えられた．その他の末梢性CRBBB症例のBreakthrough出現時間と出現部位は

Presented by Medical*Online

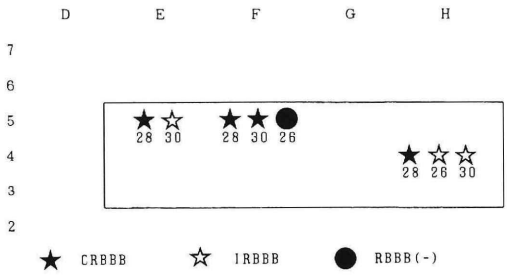

図3　Breakthrough 出現部位と時間．図中の数値は Breakthrough 出現時間（msec）を示す．矩形内は正常 Niche 出現部位である．症例4は RV Breakthrough は出現しなかったので図の中に表していない．

図3の★で現わした．図4は VSD の合併がみられなかった症例の MAP であり，末梢性 CRBBB の特徴を示していた．

（3）末梢性 IRBBB

図5は症例2の IRBBB の MAP である．心室興奮初期は前胸部は正領域，背部は負領域に覆われていた．26msec から負領域が背部から前胸部上方に進出した．そして徐々に負領域は前胸部を覆った．44msec では右前胸部は正領域に覆われ，これは心室興奮終了まで続いた．Breakthrough minimum は30msec に F4の部位に出現し，正常時間に正常部位に現れた．この

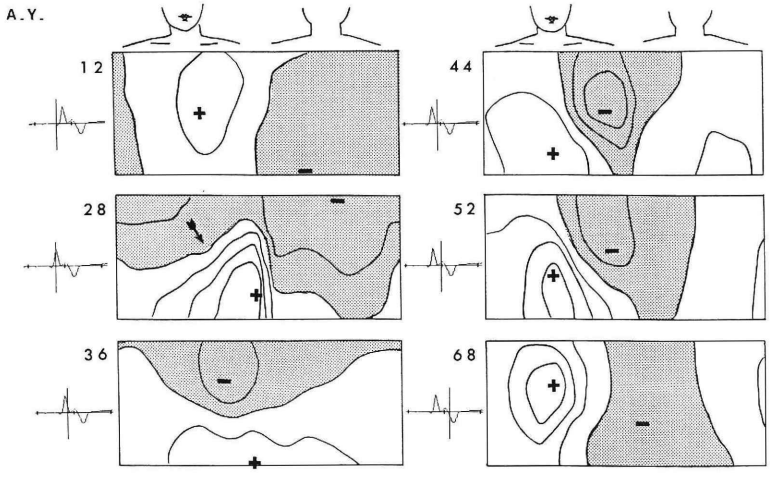

図4　症例9の体表面電位図．VSD の合併がみられなかったが，末梢性 CRBBB であった．Breakthrough minimum は E5にみられ，Niche 出現時間は28msec であった．

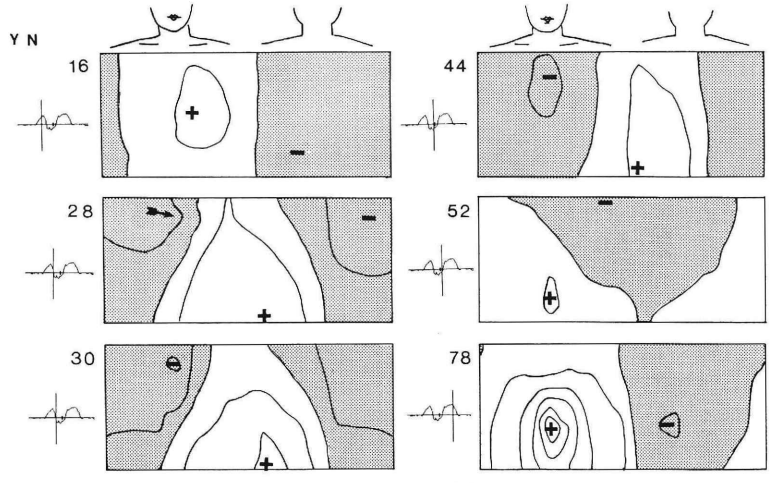

図5　末梢性 IRBBB の体表面電位図．

Presented by Medical*Online

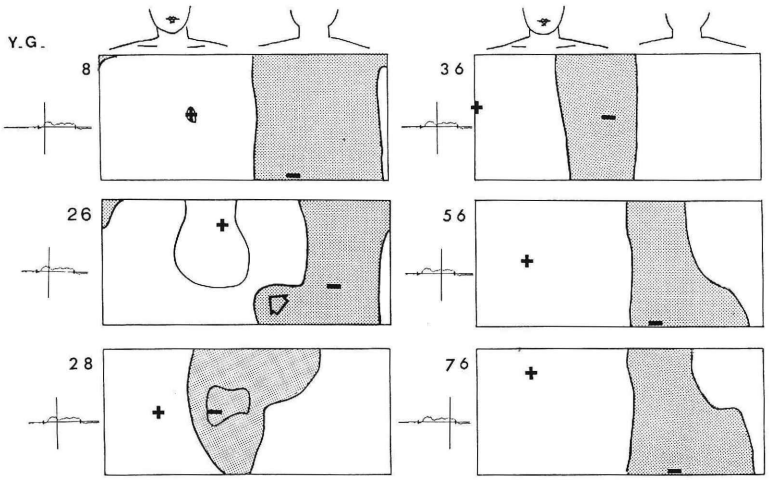

図6　左軸偏位＋CRBBB例の体表面電位図.

MAPの特徴は負領域が背部から右前胸部上方へ進出したこと，Breakthroughは正常時間に正常部位に現れたこと，右室興奮終了遅延がみられたことから，右脚ブロックの障害部位は末梢と考えられた．その他の末梢性IRBBBのBreakthrough出現時間，出現部位は図3に☆で現わした．

(4) 左軸偏位＋CRBBB

図6は術後−60°の左軸偏位を伴ったCRBBBとなった症例4のMAPである．心室興奮初期は前胸部は正領域，背部は負領域に覆われていた．26msecより，左背部下方から負領域が左前胸部に進出開始し，28msecでは負領域は左前胸部を覆った．その後，心室興奮終了まで右前胸部は正領域に覆われた．右室由来のBreakthroughの出現はなく，右室興奮は左側より右側へと伝播されたと考えられ，右脚ブロックの障害部位は中枢性と考えられた．また左脚前枝ブロックが合併していたと考えられた．

考　案

1909年にKeith[7]が右室が2分された19例を報告したのがDCRVの最初の報告である．1961年，Tsifutis[8]が，1962年Lucasら[9]が同様の報告を行なって以来，DCRVに関する報告が数多くなされるようになった．また，手術例が増加するにしたがって術後に高率に右脚ブロックが発生することが判明した[1)2)10)~14)]．Forsterら[1]によれば術後DCRVの11例中8例（73%）にCRBBBが出現し，1例にIRBBB(9%)がみられた．入山ら[2]によればDCRV術後25例中22例（89%）にCRBBBがみられ，IRBBBが2例(8%)にみられた．私達の検討ではCRBBBは11例中5例（45%），IRBBBは5例(45%)であった．Forsterら[1]，入山ら[2]に比較すればCRBBBの発生頻度は低かったが，右脚ブロック全体を考えればやはり高率に発生していると考えられた．

MAPで1例を除いて右脚ブロックの障害部位は末梢性であった．VSDを合併していない症例でも末梢性CRBBBが術後発生した(症例9)．DCRVの異常筋束の起源について，調節帯Moderator bandの過形成説[15]，調節帯の付着部の異常[2)9)]，胎生期のTrabeculaの異常発達[16]などが考えられているが，現在のところまだ定説がない．Craigら[17]はDCRVの術中心外膜MAPによって異常筋束は調節帯でないと提唱した．Kurosawaら[18]はDCRVの剖検心で異常筋束内には，右脚が始めて2分した後の一方の枝が含まれていたと報告した．Penkoskeら[19]によれば，DCRVでは右房切開を行なって異常筋束を切除した場合でも全例に右脚ブロックが出現した．これらの報告と私達の結果から，異常筋束切除によってDCRV術後では高率に末梢性右脚ブロックが生じると考えられた．手術手技上，異常筋束切除が避けられない現在，末梢性右脚ブロックの出現は避けがたいと考えられた．

中枢性右脚ブロックが1例存在したが，左脚前枝ブロックの合併があるためこの症例だけはVSD閉鎖時に右脚本幹と左脚前枝を障害したのではないかと考えられた．

ヒトの伝導障害のMAPは報告されており，伝導障害時の心室内異常興奮の部位や広がりなどが診断可能

Presented by Medical*Online

であることが示されている[20)~22)]．さらに動物特にイヌを用いて実験的に右脚を障害し，MAPを検討しヒトの伝導障害のMAPの解釈に有用な情報を提出している[23)~25)]．また小児においては高橋[26)]がMAPを用いて外科的右脚ブロックの障害部位について検討しMAPの有用性を説いた．私達の末梢性CRBBB（図1）はTaccardiら[20)]がGroup 3として報告し，山田ら[27)]がII型としたMAPに良く類似した．高橋[26)]が報告した末梢性CRBBBのMAPとも良く類似していた．私達の末梢性IRBBBは高橋[26)]の末梢性IRBBBの特徴を持っており，山田ら[28)~30)]のBreakthroughが正常領域に正常時間内に出現する症例に類似していた．今回のIRBBBの症例の中には山田ら[28)~30)]が示したBreakthroughが左に偏位し，右脚本幹の部分障害を示唆する例は存在しなかった．左軸偏位を示したMAPの1例は山田ら[31)]が示した左脚前枝ブロックのMAPと異なり，右室由来のBreakthroughが出現しなかった．右脚本幹が障害されているために右脚支配領域の右室へは左室側より筋伝導で興奮すると考えられた．このように今回の術後右脚ブロックの障害部位の検討にMAPは非常に有用で，障害部位診断可能と考えられた．

右脚ブロックの予後はまだ良く知られていない．末梢性ブロックではのちに何らかの原因で完全左脚ブロックを合併しても，完全房室ブロックとならないと考えられている．しかし中枢性ブロックではその可能性があり，中枢性ブロックの方が末梢性ブロックより予後が悪いのではないかと考えられている[32)~35)]．今回の検討から，DCRV術後に異常筋束切除のために発生する右脚ブロックは末梢性であり，房室ブロックへは移行しにくいと考えられた．今後これらを明かにするために症例の経過観察が必要と考えられた．今回1例だけ中枢性CRBBB＋左脚前枝ブロックの症例が存在した．この症例だけは今後房室ブロックへの進行に注意して経過観察する必要があると考えられた．

本論文の要旨は平成元年度厚生省心身障害研究：小児期の主な健康障害要因に関する研究班会議，及び第53回日本循環器学会総会（1989年3月名古屋）において発表した．本研究の一部は厚生省心身障害研究費によった．

文　献

1) Forster, J.W. and Humphries, J.O.: Right ventricular anomalous muscle bundle. Clinical and laboratory presentation and natural history. Circulation, XLIII: 115, 1971.
2) 入山　正，龍野勝彦，井島　宏，今野草二，桜井信也：右室内異常筋束性狭窄症．心臓，6：841, 1974.
3) Garson, A. Jr.: Interventricular Conduction Disturvance. The Electrocardiogram in Infants and Children: A Ststenatic Approach. Lea & Febiger, Philadelphia, 1983, p. 119—125.
4) Yamada, K.: Body surface isopotential. Past, present and future. Jap. Circ. J., 45: 1, 1981.
5) 鈴宮寛子，松岡裕二，早川国男：V_1QSパターンを示す健康小児の体表面電位図所見．日小児会誌，89：2726, 1985.
6) 高橋良明：小児の体表面電位図．第1報．正常健康小児及びファロー四徴症について．日小児会誌，87：2208, 1983.
7) Keith, A.: The hunterian lectures on malformations of the heart. Lancet, 2: 359, 1909.
8) Tsifutis, A.A., Hartmann, A.F. Jr., and Arvidsson, H.: Two-chambered right ventricule: Report on seven patients. Circulation, 24: 1058, 1961.
9) Lucas, R.V. Jr., Varco, R.L., Lillehei, C.W., Adams, P. Jr., Anderson, R.C. and Edwards, J. E.: Anomalous muscle bundle of the right ventricle. Hemodynamic consequences and surgical considerations. Circulation, 25: 443, 1962.
10) Hartmnn, A.F. Jr., Goldring, D., Ferguson, T.B., Burford, T.H., Smith, C.H., Kissane, J.M. and Frech, R.S.: The course of children with the two-chambered right ventricle. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 60: 72, 1970.
11) 西村正也，正木秀人，徳永皓一，鍵山俊輔，陳　郁芳：二腔右室の手術経験．日胸外会誌，16：989, 1968.
12) 秋田八年，西村　基，平　　明：二腔右心症．胸部外科，20：690, 1967.
13) 原田幸雄，井上宏司，三枝正裕：右心室二腔症．日胸外会誌，22：1139, 1974.
14) 清水　健，弥政洋太郎，阿部稔雄，石原智嘉，村瀬允也，浅井資弘，竹中茂晴，田中杲司，田中　稔，彦坂　博，平松　隼，吉岡研二，小沢勝男，津田斉，小林正治，大宮　孝，宮田義弥，小林淳剛：いわゆる右室二腔症の名称と分類，われわれの提唱する心室流入部狭窄症．日胸外会誌，23：1281, 1975.
15) Hartmann, A.F. Jr., Tsifutis, A.A., Arvidsson, H., and Goldring, D.: The two-chambered right ventricle. Report of nine cases. Circulation, 26: 279, 1962.
16) Hindle, W.V., Engle, M.A. and Hagstrom, W. C.: Anomalous right ventricle muscles. Am. J. Cardiol., 21: 476, 1968.
17) Craig, J.B., Macdonald, D. II, Douglas, M.B., Paul, H. and Amnon, R.: Excitation of the

Presented by Medical*Online

douuble chamber right ventricle: Electrophysiologic and anatomic correlation. Am. J. Cardiol., 49: 1254, 1982.
18) Kurosawa, H. and Becker, A.: Surgical anatomy of the antrioventricular conduction bundle in anomalous muscle bundle of the right ventricle with subarterial ventricular septal defect. Pediatric Cardiol., 6: 157, 1985.
19) Penkoske, P.A., Duncan, N. and Collins-Nakai, R.: Surgical repair of double-chambered right ventricle with or without ventriculotomy. J. Thorac. Cardiovas. Surg., 93: 385, 1987.
20) Taccardi, B., DeAmbroggi, L. and Riva, D.: Chest maps of heart potentials in right bundle branch block. J. Electrocardiol., 2: 109, 1969.
21) Sugenoya, J.: Interpretation of the body surface isopotential maps of patients with right bundle branch block. Determination of the region of the delayed activation within the right ventricle. Jpn. Heart J., 19: 12, 1978.
22) 外山淳治，大野三良，太田寿城，服部良信：脚ブロック—右脚ブロックの体表面電位図を中心として—．日本臨床，37: 3662, 1979.
23) Sugenoya, J., Sugiyama, S., Wada, M., Niimi, N., Oguri, H., Toyama, J. and Yamada, K.: Body surface potential distribution following the production of right bundle branch block in dogs. Effects of breakthrough and right ventricular excitation on the body surface potentials. Circulation, 55: 49, 1977.
24) Kohbe, T., Ohno, M., Isomura, S., Ohta, T., Kodama, I., Toyama, J. and Yamada, K.: Body surface isopotential maps of experimentally induced transient right bundle branch block. Jpn. Circ. J., 45: 1147, 1981.
25) Toyama, J., Ohno, M. and Kohbe, T.: Experimental appraisal for diagnosis of right bundle branch block using the body surface isopotential maps. Jpn. Circ. J., 45: 491, 1981.
26) 高橋良明：小児の体表面電位図．第2報．ファロー四徴症の心内修復術後の右脚ブロックと心表面心電位図，心内心電図との比較．日小児会誌，87: 2218, 1983.
27) 山田和生，外山淳治，和田正敏，杉山　理，菅屋潤壹：体表面心臓電位分布図による右脚ブロックの研究．名大環研年報，26: 67, 1975.
28) 山田和生，外山淳治，小栗　猛，菅尾潤壹，和田正俊，杉山　理，池田信男，大野三良：体表面電位分布図による実験的不完全右脚ブロックの研究．右脚側肢切断による検討．名大環研年報，28: 83, 1977.
29) 山田和生，外山淳治，小栗　猛，太田寿城，大野三良，磯村　忍，河辺達夫：右脚本幹不完全伝導時の体表面電位図に関する実験的研究．名大環研年報，31: 122, 1980.
30) 山田和生，外山淳治，大野三良，太田寿城，磯村忍，渡辺敏文，河辺達夫：右脚本幹伝導障害による不完全右脚ブロックの実験的研究．名大環研年報，30: 109, 1979.
31) 山田和生，外山淳治，豊島英明，小栗　猛，大野三良，河辺達夫，菅屋潤壹，太田寿城：体表面電位図分布図による左脚前枝ブロックの研究（Ⅰ）．いわゆる左軸偏位を呈する症例について．名大環研年報，29: 96, 1978.
32) Krongrad, E.: Prognosis for patients with congenital heart disease and postoperative intraventricular conduction defects. Circulation, 57: 867, 1978.
33) Horowits, L.N., Alexander, J.A. and Edmunds, L.H. Jr.: Postoperative right bundle brnch block; identification of three levels of block. Circulation, 62: 319, 1980.
34) Sung, R.J., Tamer, D.M., Garcia, O.L., Castellanos, A.C., Myerburg, R.J. and Gelband, H.: Analysis of surgically-induced right bundle branch block pattern using intracardiac recording techniques. Circulation, 54: 442, 1976.
35) Steeg, C.N., Krongrad, E., Davachi, F., Bowman, F.O. Jr., Malm, J.R. and Gersony, W.M.: Postoperative left anterior hemiblock and right bundle branch block following repair of tetralogy of Fallot; clinical and etiologic consideration. Circulation, 51: 1026, 1975.

Presented by Medical*Online

Right Bundle Branch Block Following Repair of Double Chambered Right Ventricle

Hiroko Suzumiya, Yuuji Matsuoka and Kunio Hayakawa
Department of Pediatrics, Miyazaki Medical College
Masachika Kuwahara, Kiyoshi Ishii and Yosinori Koga
Second Department of Surgery, Miyazaki Medical College

Double chambered right ventricle (DCRV) refers to a congenital cardiac anomaly in which the right ventricle is divided into a proximal high-pressure and a distal low-pressure chamber by a muscle bundle or bundles. Many investigators reported that the patients with muscle band excision had certainly complete right bundle branch block (CRBBB).

We examined electrocardiograms and body surface potential maps from 11 patients after they had undergone surgery to repair DCRV. One of 11 patients had CRBBB with left axis deviation (−60°). Ten of 11 patients had normal axis. Five patients (45%) had postoperatively CRBBB, 5 (45%) patients had IRBBB, 1 patients had no right bundle branch block.

Body surface maps were produced with data obtaine from 9 patients. Isopotential maps were produced. We could identify the site of the right bundle branch block. In 4 patients with CRBBB and 3 patients with IRBBB, the conduction block sites were peripheral. In 1 patients with left axis deviation and CRBBB, the block site of CRBBB was central and there was left anterior fascicular block.

Presented by Medical*Online