

心電図変化から見た総肺静脈還流異常症術後遠隔成績の検討

(平成8年1月24日受付)

(平成8年9月18日受理)

東京女子医科大学附属日本心臓血圧研究所循環器小児外科

坂本 貴彦 今井 康晴 高梨 吉則 星野 修一

青木 満 浜脇 正好 末次 文祥

key words : 総肺静脈還流異常症 (TAPVC), 心電図変化, PQtime, 術後肺静脈閉塞 (PVO), 遠隔成績

要 旨

総肺静脈還流異常症 (TAPVC) 術前後および遠隔期の心電図変化を検討し、術後の肺静脈閉塞 (PVO)、残存する肺高血圧症 (PH) との関係について若干の知見を得たので報告する。1989年1月から1994年12月までの6年間に当施設にて根治術を施行した TAPVC 66例を対象とした。手術時年齢は1日から2歳 (平均2.4カ月) でこのうち新生児例は22例 (33%) であった。これらを extracardiac type (I, III型) で退院時の心臓超音波検査にて右室/左室圧比 (RVp/LVp) が0.5未満のものをA群 (31例), 0.5以上のものをB群 (18例), また intracardiac type (II, IV型) をC群 (17例, 全例退院時 RVp/LVp < 0.5) に分類し、さらに1992年1月から1993年12月までの2年間に大血管スイッチ手術 (Jatene手術) を施行した新生児 d-TGA (I) 26例をD群とし比較、検討した。B群では術前後においてP voltage, P widthの増大を認め、PHの残存に伴う心房負荷の残存が示唆された。またPQ timeが術前に比して延長していることも示された。さらに遠隔期において心電図上のPQ time延長例はPHの残存と密接な関係にあり、嚴重な経過観察を要すると考えられた。TAPVC術後に生じる問題のひとつであるPVOの早期発見は極めて重要な問題のひとつである。心電図変化はPHの残存やPVOと深い関わりがあり、比較的簡便で非侵襲的であることから心電図検査の利用価値は大きいと考える。

はじめに

近年、総肺静脈還流異常症 (TAPVC) に対する手術成績は著しく向上し安定したものになってきた^{1)~3)}。しかし、TAPVC術後の最も重要な問題の一つである肺静脈閉塞 (PVO) に対しては、外科的治療が困難で満足のいく結果が得られていないのが現状である²⁾⁴⁾⁵⁾⁸⁾。今回我々は、術前後の心電図変化に着目し、術後に残存する肺高血圧症 (PH) との関係について検討を加え若干の知見を得たので報告する。

対 象

1989年1月から1994年12月までの6年間に当施設にて根治術を施行した TAPVC 66例を対象とした。内訳は Darling 分類⁹⁾ Ia : 26例, Ib : 8例, IIa : 10例, IIb :

3例, III型 : 14例, IV型 : 5例 (Ia+Ib : 1例, Ia+IIa : 4例) であった。手術方法⁷⁾としては posterior approach : 29例, superior approach : 14例, cut back : 16例, その他 : 7例であった。対象の66例を extracardiac type (I, III型) で退院時 (平均約3週間) の心臓超音波検査にて右室/左室圧比 (RVp/LVp) が0.5未満のものをA群 (31例), 0.5以上のものをB群 (18例), また intracardiac type (II, IV型) をC群 (17例, 全例退院時 RVp/LVp < 0.5) に分類した。手術時年齢は1日から2歳 (平均2.4カ月) でこのうち新生児例は22例 (33%) であった。体重には有意差がなく、また術前からPVOの存在する症例はA群 : 7/31例, B群 : 7/18例, C群 : 4/17例でありB群に多く認められた。さらに1992年1月から1993年12月までの2年間に大血管スイッチ手術 (Jatene手術) を施行した新生児 d-TGA (I) 26例をD群とし比較、検討した (表1)。

別刷請求先 : (〒162) 東京都新宿区河田町8-1
東京女子医科大学附属日本心臓血圧研究所循環器小児外科 坂本 貴彦

表1 各群における手術時年齢, 体重, 術前 PVO の有無

	Cases	Age (mo)	Body weight (g)	preOP PVO
A群	31	2.1±3.0	3,945±1,584	7
B群	18	2.5±5.5	4,126±2,314	7
C群	17	2.8±3.8	4,461±1,982	4

なお, RVp/LVp は断層心エコー短軸像を主に総合的に判定し¹⁴⁾, 肺静脈左房吻合部あるいは肺静脈内にて1.5~2m/sec以上の加速を認めるものをPVOとした。また, 有意差検定には student-t 検定を用い, $p < 0.05$ を有意とした。

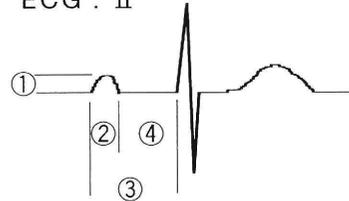
方 法

手術前後および遠隔期の心電図³⁾において, ①II誘導のP voltage (mV), ②P width (sec), ③PQ time (sec), ④PQ time-P width (sec), ⑤HR (/min), ⑥P voltage×P width×1,000 (これをP wave indexとする)の点から検討した。P wave index は心房負荷の指標として検討した (図1)。

結 果

まず手術前後の心電図に関する検討では, 術前後のP voltage の変化はA群で0.238mV から0.179mV, C群で0.26mV から0.181mV, D群で0.228mV から0.192mV と術前に比して術後P voltage は有意に減少したが, B群では0.253mV から0.203mV へと減少傾向はあったものの有意差を認めなかった。またP width はA, D群で有意な短縮を認めた(表2, 図2)。次にPQ time の検討では, D群で0.122秒から0.112秒へと有意な短縮を認めた。これに対してA群では短縮傾向はあったものの有意差はなく, C群では術前後でほとんど差を認めなかったが, B群では逆に0.108秒から0.122秒へと有意な延長を認めた。またPQ time-P width ではB群のみ0.051秒から0.066秒へと有意な

ECG : II



- ① P voltage [mV]
- ② P width [sec]
- ③ PQ time [sec]
- ④ PQ time - P width [sec]
- ⑤ HR [/min]
- ⑥ P voltage × P width × 1000 (P wave index)
- ⑦ PQ time/HR × 1000 (PQ time index)

図1 検討方法。

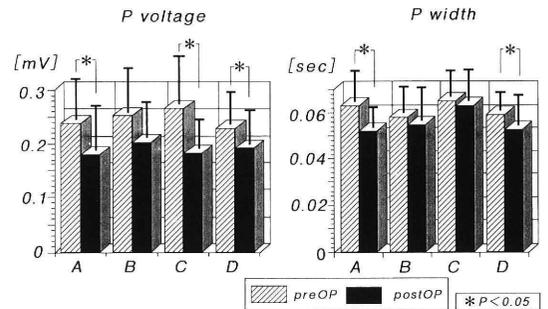


図2 術前後におけるP voltage, P width の変化。

延長を認めた(表2, 図3)。HR は各群間, 術前後に有意差を認めなかった(表2)。さらにP wave index はB群のみ有意な減少を認めなかった(表2, 図4)。

次に遠隔期(1~55カ月, 平均17カ月)の検討では, A, C群のなかで術後心電図上PQ timeの延長を認めたものはA群: 2例, C群: 3例であったが, いずれも遠隔期において不整脈や胸部レントゲン写真上の異

表2 検討結果

		Pvoltage	Pwidth	PQtime	PQtime-Pwidth	HR	Pwave index
A群	pre	0.238±0.085	0.063±0.012	0.116±0.011	0.053±0.014	153.2±10.8	15.65±7.29
	post	0.179±0.083	0.052±0.011	0.111±0.015	0.059±0.016	138.2±19.6	9.85±6.02
B群	pre	0.253±0.092	0.058±0.012	0.108±0.016	0.051±0.016	150.0±18.9	15.25±8.54
	post	0.203±0.067	0.055±0.014	0.122±0.023	0.066±0.022	140.4±29.1	11.63±6.12
C群	pre	0.265±0.103	0.065±0.0019	0.115±0.020	0.050±0.022	158.3±19.8	18.58±8.70
	post	0.181±0.063	0.063±0.012	0.114±0.015	0.050±0.016	143.7±19.7	12.41±4.62
D群	pre	0.228±0.060	0.059±0.007	0.122±0.014	0.064±0.014	155.5±12.8	13.46±4.16
	post	0.192±0.066	0.053±0.010	0.112±0.010	0.059±0.011	150.4±16.7	10.50±4.56

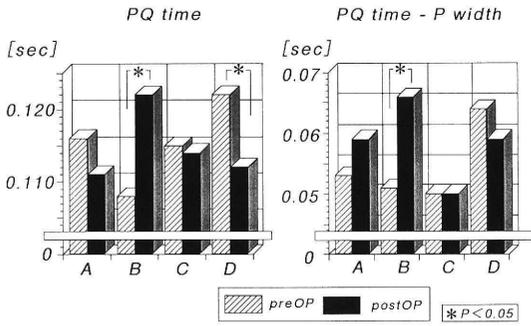


図3 術前後における PQ time, PQ time—P width の変化.

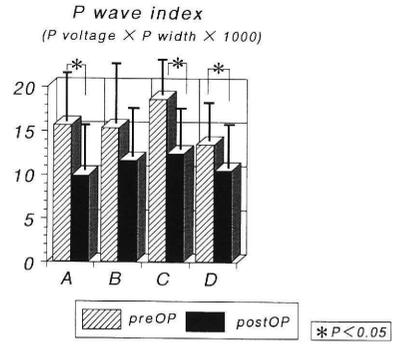


図4 術前後における P wave index の変化.

常陰影の残存を認めた(図5)。また B 群18例の遠隔期 follow up では UCG 上 RVp/LVp \geq 0.5の PH 残存群は 8 例, 0.4 \leq RVp/LVp $<$ 0.5の境界領域群は 3 例, RVp/LVp $<$ 0.4の non-PH 群は 7 例であった。PH 残存群 8 例中 4 例に遠隔死を認め、死因はすべて末梢性

の PVO 進行によるものであった。遠隔期心電図上の PQ time は PH 残存群で 8 例中 7 例, 境界領域群で 3 例全例に延長を認めたが, non-PH 群では 7 例中 5 例に短縮を認めた(図6)。

なお66例の手術成績は手術死亡: 2 例(3%), 遠隔死亡: 8 例(12%)でありほぼ満足できるものであ

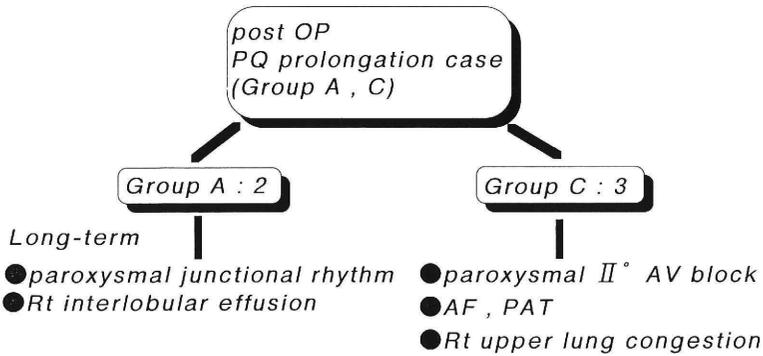


図5 遠隔期 PQ time 延長例 (A, C 群) における合併症.

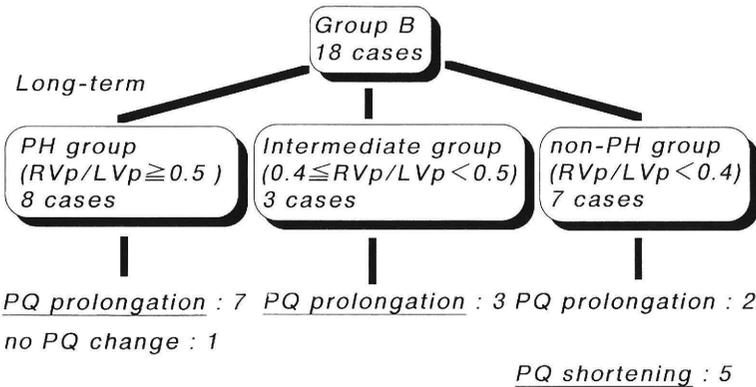


図6 B 群の遠隔期残存肺高血圧と心電図変化 (PQ time).

た。

考 察

TAPVCの術後遠隔成績は一般に良好で発達も正常であると言われている⁹⁾。しかし、術後経過良好であった症例の中にも外来にて経過観察中3～6カ月くらいにPVOが進行し、胸部レントゲン写真上肺うっ血を認め、症例によっては不幸な転機をとるものもある⁸⁾¹⁰⁾。またJenkinsらは肺静脈のsizeが遠隔成績を規定すると述べている¹¹⁾。このようにPVOはTAPVC術後の重要な問題の一つである。そこで今回我々は、術前後の心電図変化に着目し、術後に残存する肺高血圧症(PH)、PVOとの関係について検討を加えた。また併せて遠隔期の心電図変化についても検討した。

1) 術後PVOの要因

PVOの原因には吻合部の狭窄やパッチの肥厚による技術的なものもあるが、それ以外に肺静脈自身の増殖変化によるものもある³⁾⁴⁾¹²⁾¹³⁾。また今回の症例の中で吻合部狭窄のために再手術になったものはなく、すべて末梢性のPVOであった。つまりTAPVC術後に生じるPVOは術前からのPVOに起因する肺静脈内皮の変化、あるいは術後新たに生じた末梢性のPVOによるものが推察される。またC群すなわちintracardiac type (II, IV型)においては術後RVp/LVp \geq 0.5のPH残存症例が認められないことから、術後のPH残存に関しては心房内操作の影響によるものもなく末梢性のPVOによる可能性が高いと思われる。

2) 手術前後の心電図変化

術前後のP voltageの変化はA, C, D群で術前に比して術後は有意に減少したが、B群では減少傾向はあったものの有意差を認めなかった。またP widthはA, D群で有意な短縮を認めた。一般に、P voltage, P widthの増大は心房の負荷所見を示すものであるが、今回の結果はA, C, D群では術前にあった心房負荷所見は軽減・消失したが、B群では少なからず残存していることを示すものであると考えられた。つまり術後にRVp/LVp \geq 0.5のB群では、PHの残存に伴う心房負荷の残存が認められると考えられた。またP wave indexはB群のみ有意な減少がなく、このことから心房負荷の残存が示唆された。

次にPQ time, PQ time—P widthにおいてはD群で有意な短縮を認めたのに対して、B群では有意な延長を認めた。このことよりB群すなわち術後PH残存例ではPQ time, なかでもP波の影響を除いた部分

PQ time—P widthが術前に比して延長していることが示された(B群における術前のPQ timeは他の群のそれよりも短めであるが有意差はなく、特にP波の影響を除いた部分であるPQ time—P widthに関しては全く差を認めていない)。ここでPQ timeの延長に関してはDigitalis製剤等の薬剤の影響も考慮しなければならないが、TAPVC術後のPVO症例に対しては利尿剤の増量が主であり通常Digitalis製剤は投与していない。またPHの残存が心電図上のPQ timeの延長を招くかどうか、またその機序は定かではないが、実際に術後PH残存例ではPQ timeは延長しており重要な現象として認識する必要があるように思われる。さらにB群のなかで術後退院時にPQ timeが短縮しているのは18例中2例のみでありこれらの症例はいずれも遠隔期にはPHが消失していることより、心電図上のPQ timeの延長とPHの残存には密接な関係があると思われる。

以上、手術前後の心電図変化に関してはPH残存群における心房負荷所見の残存とそれに伴うPQ timeの延長が示され、PHの残存と心電図変化には密接な関係がある可能性が考えられた。

3) 遠隔期の検討

遠隔期の検討では、まずA, C群のなかで術後心電図上PQ timeの延長を認めたものはすべて遠隔期において不整脈や胸部レントゲン写真上の異常陰影の残存と何らかの異常所見を認めた。つまり術後にRVp/LVp $<$ 0.5とPHの残存を認めなくても心電図上PQ timeの延長を認めたものは、遠隔期に何らかの問題を引き起こす可能性が高く嚴重なfollow upを要すると考えられた。またその事項がPAT程度の不整脈ならばまだしも、肺うっ血の進行についてはPVOの発生によるものであるならばより注意深い観察が必要であろう。また術後PHの残存が認められた症例の遠隔期のPQ timeは、PH残存群で8例中7例、境界領域群で3例全例に延長の残存を認めたが、non-PH群では7例中5例に短縮を認めたことより、遠隔期心電図上のPQ timeの延長はPHの残存と深く関係があることが示唆された。さらにPH残存群8例中4例に遠隔死(死因はすべて末梢性のPVO)を認め、PH残存群はPVOによる遠隔死の可能性があることから、PQ time延長例は嚴重な経過観察を要すると考えられた。

以上、遠隔期における心電図上のPQ time延長例はPHの残存をはじめとした様々な問題と密接な関係にあり、心電図の評価は経過観察をおこなう上で重要な

ものと考えられる。実際に TAPVC 術後患者の遠隔期 follow up をおこなう上で全例に毎回心エコーを施行して PVO の有無を check することは困難である。また心エコーでも初期の PVO の発見には疑問が残る。これに対して心電図は比較的簡便で非侵襲的であるため繰り返して施行でき、また今回の検討から極めて初期の PVO を見い出すことができる可能性がある。さらに PVO の兆候がなくても心電図上 PQ time の延長を認める症例に対しては、より注意深い観察と心エコー所見を併せて考慮し、必要に応じて心臓カテーテル検査等の精査を追加することが重要であると考えられる。

最後に、手術前後、遠隔期それぞれにおいて心電図変化とりわけ PQ time の変化と PH の残存 (PVp/LVp \geq 0.5) とは深い関わりがあることが示唆された。TAPVC 術後に生じる問題のひとつである PVO の早期発見は極めて重要であるが、心電図検査は比較的簡便で非侵襲的であることよりその利用価値は大きいと考える。

結 語

1. TAPVC 術前後、遠隔期の心電図変化に検討を加えた。
2. 術後 PH 残存例では PQ time は術前に比し延長を認めた。
3. 遠隔期 PH 残存群では PQ time は依然として延長しており、嚴重な経過観察を要すると考えられた。

なお本論文の要旨は、第25回日本心臓血管外科学会総会(1995年2月、横浜)にて発表した。

文 献

- 1) 中沢 誠, 里見元義, 高尾篤良, 中西敏雄, 全勇, 相羽 純, 門間和夫, 黒沢博身, 今井康晴, 曾根克彦: 新生児期総肺静脈還流異常の診療現況. 心臓 1988; 20: 1289—1296
- 2) Castaneda AR, Jonas RA, Mayer JE, Hanley FL: Cardiac Surgery of the Neonate and Infant. Philadelphia, Saunders, 1994, pp157—166
- 3) 高尾篤良: 臨床発達心臓病学. 東京, 中外医学社, 1989; pp99—103, pp215—224
- 4) Whight CM, Barrett-Boyes BG, Calder AL,

- Neutze JM, Brandt PWT: Total anomalous pulmonary venous connection. Long term results following repair in infancy. J Thorac Cardiovasc Surg 1978; 75: 52—63
- 5) Fleming WH, Clark EB, Dooley KJ, Hofschire PJ, Ruckman RN, Hopeman AR, Sarafian L, Mooring PK: Late complication following surgical repair of total anomalous pulmonary venous return below the diaphragm. Ann Thorac Surg 1979; 27: 435—439
 - 6) Darling RC, Rothney WB, Craig JM: Total pulmonary drainage into the right side of the heart. Lab Invest 1957; 6: 435—439
 - 7) 今井康晴, 高梨吉則, 黒沢博身, 中江世明, 沢渡和男: 総肺静脈還流異常症の外科手術. 手術 1983; 37: 509—516
 - 8) Sano S, Brawn WJ, Mee RBB: Total anomalous pulmonary venous drainage. J Thorac Cardiovasc Surg 1989; 97: 886—892
 - 9) Hammon JW, Bender HW, Graham TP, Boucek RJ, Smith CW, Erath HG: Total anomalous pulmonary venous connection in infancy: Ten years's experience including studies of postoperative ventricular function. J Thorac Cardiovasc Surg 1980; 80: 544—551
 - 10) vander Velde M, Parness IA, Colan SD: Two dimensional echocardiography in the pre- and post-operative management of total anomalous pulmonary venous connection. J Am Coll Cardiol 1991; 18: 1746
 - 11) Jenkins KJ, Sanders SP, Coleman L: Pulmonary venous size and outcome in infants with totally anomalous pulmonary venous connection. Circulation 1991; 84(Suppl II): 351
 - 12) 横田通夫: 総肺静脈還流異常症の手術. 日本胸病外科学会. 第32回卒後教育セミナーテキスト, 1991; pp33—48
 - 13) Turley K, Tucker WY, Ulloy DJ, Ebert PA: Total anomalous pulmonary venous connection in infancy: Influence of age and type of lesion. Am J Cardiol 1980; 45: 92—97
 - 14) 里見元義: 心臓超音波診断アトラス—小児・胎児編—. 東京, ペクトル・コア, 1991; pp31—37

Long Term Follow up after TAPVC Repair —Relationship between ECG and PVO—

Takahiko Sakamoto, Yasuharu Imai, Yoshinori Takanashi, Shuichi Hoshino,
Mitsuru Aoki, Masayoshi Hamawaki and Fuminaga Suetsugu
Department of Pediatric Cardiovascular Surgery, Heart Institute of Japan,
Tokyo Women's Medical College

The electrocardiogram (ECG) changes after Total anomalous pulmonary venous connection (TAPVC) repair were investigated in 66 patients who underwent definitive surgery between January 1989 and December 1994. We classified the patients into 3 groups; Group A: Extracardiac type, $RV_p/LV_p < 0.5$ by echocardiogram (UCG) after repair (31 cases), Group B: Extracardiac type, $RV_p/LV_p \geq 0.5$ (18 cases) and Group C: Intracardiac type (all $RV_p/LV_p < 0.5$, 17 cases) and compared them with Group D: 26 cases of d-TGA(I) who underwent arterial switch operation from January 1992 through December 1993.

In Group B, the voltage and the width of P wave increased significantly in the early postoperative period, suggesting atrial overload due to residual pulmonary hypertension (PH). In addition, PQ time was also prolonged although its mechanism was unclear.

In the late postoperative period, PQ time prolongation was closely connected with residual PH, and so the careful follow up was required for the patients with PQ time prolongation. At present, the early detection of PVO after TAPVC repair is one of the most important matters. The follow up for ECG change after TAPVC repair is of utility value because the change is closely connected with remained PH and PVO.
