

新生児及び未熟児に於ける心電図変化と血清電解質 殊に血清カリウム値との関連性について

岡山大学医学部産科婦人科学教室（主任 橋本 清教授）

国立福山病院産婦人科（医長 金岡 毅）

岡 田 悦 子

概要 子宮内環境から大気内環境への新生児の適応過程の病態生理を知る一つの試みとして、出生直後より生後7日に至る期間の新生児について、これを正常群、仮死群及び未熟児群の3群にわちその各々の群の心電図変化を比較し、更にこれら3群の血清カリウム並びにナトリウム値の経日的変化についても同様の比較を行った。その結果（1）まず新生児心電図に於て心拍数では各群とも著明な差異はみとめなかつたが、心電図波形は対照群に比較して仮死群では出生直後 PR, QRS, QT, QTc 等伝導時間が有意に延長し、T波振幅が高く、V₁誘導に陰性T波を示すものが多かつた。このような傾向は生後2日目迄みられたが、以後一般状態の回復と共に波形の変化も改善された。未熟児群ではP波振幅が生後3及び5日に有意に高く、QRS時間も延長し、更に生後2及び3日に於てはQ-T及びQTcが延長した。又V₁誘導のS波が深い。（2）血清電解質値に於ては、血清ナトリウム値は3群ともに母体血、臍帯血及び新生児血に著明な差異を認めず平均値は142～143mEq/lの間にあつた。血清カリウム値は各群ともに臍帯血値が母体血値に比し有意に高く、その後生後2日で最高となつた後次第に低下した。更に仮死群では心電図波形の変化が著明な出生直後、生後2及び3日目に対照群に比し有意の高カリウム血症がみられ、又未熟児群では生後5日目を中心として同じく高カリウム血症がみられた。（3）この様に心電図波形の変化と血清カリウム値の変化がある程度一致したので両者の相関を求めたが、出生後間もない時期に於ては血清カリウム値が7.1mEq/lを越えるとPR, QT及びQTcが延長し、P波振幅が低く、T波振幅が高い傾向がみられた。この相関は生後次第に失われ、高カリウム血症に伴う新生児心電図波形の変化は新生児に肺呼吸への適応不全、即ちアシドーシスが存在する時、特に著明になるのではないかと推測した。

I. 緒 言

近年新生児心電図に関して多くの報告が行われ^{1)～26)}胎児及び新生児心電図によつて子宮内生活環境から大気内環境への新生児の適応障害を早期に診断出来るのではないかと考えられ始めた^{27)～29)}。成人に於ては既に心電図の有する診断学的な意義や限界が確立されているが、胎児や新生児については成人に於ける基準が必ずしもそのまゝ応用出来るか不明であり、又新生児心電図のどのような変化が病的な意義を有するかについても、尚明らかでない³⁰⁾。

新生児や未熟児が出生後大気内生活を始めるにあつてまず必要な事は肺呼吸の確立であつて、児の呼吸不全はその後の児の発育や予後と重大な関連を有する。従つて新生児の肺呼吸不全が心電図にどのような変化を与えるかを追及する事は、新生児心電図の病的基準を定めるために極めて重要な事と考えられる。呼吸不全を示す新生児の体内には酸素欠乏、炭酸ガス過剰、水素イオン濃度の減少、有機酸の蓄積等の一連の生化学的変化がみられるが^{30)～33)}、既にUsher²⁷⁾は呼吸困難症候群を示す未熟

児に於てこのような生化学的変化のため児の体内に高カリウム血症とそれに続く心電図変化が現われる事を発見し、それらが児の予後と重大な関連性を有する事を明らかにした。しかし新生児仮死の際見られる血清電解質変化や心電図変化については未だ明確な報告はない。このような意味で私は正常な新生児に於ける出生後の心電図変化を基準として、これを仮死児や未熟児の心電図と比較し、更にこれらの児の血清電解質値即ち血清カリウム及びナトリウム値を測定して、これらの値が新生児及び未熟児の心電図所見にどのような様に反映されるかについて追及を行つた。更にこの様な測定によつて新生児心電図の病的基準を確立する手がかりを得、新生児心電図の異常所見を来す病因を推測するのが本研究の目的である。

II. 研究対象及び方法

国立福山病院に於て昭和38年9月より昭和39年12月迄の1年3カ月間に分娩された新生児及び未熟児の中119例をその対象として、これを対照群、仮死群、未熟児群の3群に分類した。対照群は母体に妊娠及び分娩合併症がなく、生後1分のApgar示数が7点以上で以後

順調に發育した体重2510 gより4430 g迄の91例で、仮死群は出生後無呼吸や呼吸不全症候があり、出生後1分のApgar示数が6点以下の体重2630 gより3650 g迄の13例であり、未熟児群は体重2500 g以下の仮死や呼吸困難症候を示さない15例であった。

これらの児の心電図採取にあたっては出生直後（生後10分に採取、以後同じ）、生後2日、生後3日、生後5日及び7日の各々の時期に、「福田エレクトロ」製の新生児用クリップ電極を用いてこれを「カルジオベット」に接続し、四肢標準、単極肢及び胸部誘導心電図を採取した。出生直後を除き啼泣していない安定した時期を選び採取前には「むつき」を換え授乳した。記録は速度25mm/秒、感度10 mm/mVとし、四肢誘導の測定には第Ⅱ誘導を用い、QTcの計算にはBazettの方程式により、波形解析には拡大率5倍のレンズを用い測定した。

次に分娩時母体肘静脈血、出生直後の児の臍帯静脈血、生後2、3、5及び7日の児の足趾穿刺血を採取し、各々の血清カリウム及びナトリウム値を測定した。足趾穿刺にあたっては内径1 mm、長さ75 mmの毛細管を使用し、最初の1滴を拭って組織を圧迫せずに毛細管現象を利用して採血、一端を熔封し直ちに12000 r.p.m.で5分間遠沈して血清を分離、血清0.02 mlをKirk型超微量ピペット（A.H. Thomas 製検定済）で採取した。血清カリウム及びナトリウム値の測定にあたってはコールマン21型炎光光度計を用いた。特に血清カリウム値の測定にあたっては検体の溶血に留意し、採血後おそくとも30分以内に血清を分離し、溶血を認めたものは廃棄した。以上の測定値はすべて平均値±標準偏差で示し、比較にはStudentの“t” testを用いた。

更にこの様な測定によつて血清電解質値と心電図値との間にある程度の相関をみとめたので、血清電解質をその値の高低によりこれを4群にわち各々の新生児及び未熟児の心電図値を比較した。又新生児心電図値は経日的に著明に変化するもので、カリウム値と心電図値との比較はこれを経日的に行つた。この際著明な高カリウム血症を示す未熟児心電図値が少いので、呼吸困難症状を示した未熟児13例についての測定値もこれを加えた。

III. 結 果

A. 新生児心電図の経日的変化

(1) 新生児心拍数の変化

対照群、仮死群及び未熟児群での心拍数の経日的変化は第1表に示す通りで、まず対照群では出生直後平均毎分145のものが、2日には124/分と減少し、以後は漸

増して生後7日には146/分となつた。仮死群及び未熟児群に於てもほぼ同様の消長がみられた。

(2) 四肢第Ⅱ誘導の心電図波形の変化

まず各々の群の伝導時間の変化については、第1表に示す如くPR時間は対照群では出生直後平均0.110秒で、2日及び3日では0.107、5日では0.105、7日では0.105秒となつた。仮死群ではPR時間は出生直後平均0.124秒、2日0.121秒といずれも対照群に比し有意に延長し、その後も有意差はないがやや延長の傾向をみとめた。未熟児群に於ても一般にPR時間は延長し、特に生後5及び7日で著明であつたが、対照群に比し統計学的な有意差はなかつた。

QRS時間は対照群では出生直後平均0.040秒で以後次第に短縮し、7日では0.038秒となつた。仮死群に於てはQRS時間は出生後平均0.045秒と有意に延長したが、以後は短縮して対照群の値に接近した。未熟児群でもQRSはやや延長の傾向がみられたが、対照群に比し有意差は認められなかつた。QT時間は対照群では出生直後平均0.25秒、2日で0.28秒と以後短縮して生後7日には平均0.25秒となつた。仮死群では生後3日を除きすべての時期に統計学的に有意の差を以て対照群に比し明らかに延長し、出生直後では平均0.29秒、2日には0.31秒、7日には0.27秒となつた。未熟児群でも対照群と比べ出生直後及び生後5日を除き統計学的に有意なQT時間の延長がみられた。

QTcについては対照群では出生直後平均0.39、2日に0.41となり以後次第に減少して7日には0.39となつた。これに比べて仮死群ではすべての時期に有意差を以て著明なQTcの延長がみられ、出生直後平均0.43、2日0.45、7日0.42であつた。未熟児群でもQTcが対照群に比し生後2及び3日に統計学的に有意に延長した。

次に各波の振幅についてはまずP波の振幅は第1表に示す通りで、対照群では出生直後平均0.11 mVで以後ほぼ0.10～0.11の値を示し7日には0.12 mVとなつた。仮死群ではP波振幅は出生直後に平均0.09 mVとやや低い外は対照群とほぼ等しいが、未熟児群では出生直後より既に平均0.13 mVと高く、特に生後3日及び5日では対照群に比し有意に高いP波振幅がみられた。

T波の振幅は対照群では出生直後平均0.06 mVで、以後漸次高くなつて7日では平均0.10 mVであつた。仮死群では出生直後平均0.12、2日0.11といずれも対照群に比し有意に高いT波振幅がみられたが、以後次第に低下して生後7日には0.10 mVとなつた。未熟児群ではT波

第1表 出生直後より生後7日迄の新生児心拍数及び四肢誘導の心電図波形の経日的変化
119例の平均値及び標準偏差を示す

生 後 日 数		直 後	2 日	3 日	5 日	7 日	
心 拍 数	対 照 群	145±23.7	124±15.0	131±20.6	133±20.1	146±19.4	
	仮 死 群	153±24.7	130±10.4	141±10.7	136±19.7	148±15.8	
	未熟児群	142±14.6	126±15.1	132±18.4	142±22.1	150±21.2	
伝導 時間 (sec.)	PR	対 照 群	0.110± 0.014	0.107± 0.013	0.107± 0.017	0.105± 0.020	0.105± 0.016
		仮 死 群	0.124± 0.030	0.121± 0.012	0.114± 0.012	0.107± 0.013	0.108± 0.012
		未熟児群	0.115± 0.021	0.111± 0.013	0.110± 0.015	0.110± 0.020	0.112± 0.020
	QRS	対 照 群	0.040± 0.006	0.039± 0.006	0.039± 0.005	0.038± 0.006	0.038± 0.006
		仮 死 群	0.045± 0.009	0.040± 0.006	0.040± 0.005	0.040± 0.007	0.040± 0.009
		未熟児群	0.043± 0.009	0.042± 0.005	0.042± 0.004	0.042± 0.006	0.040± 0.004
	QT	対 照 群	0.25 ± 0.040	0.28 ± 0.036	0.27 ± 0.036	0.26 ± 0.030	0.25 ± 0.026
		仮 死 群	0.29 ± 0.036	0.31 ± 0.027	0.28 ± 0.030	0.28 ± 0.049	0.27 ± 0.032
		未熟児群	0.26 ± 0.030	0.32 ± 0.033	0.30 ± 0.030	0.27 ± 0.022	0.27 ± 0.044
	QTc	対 照 群	0.39 ± 0.050	0.41 ± 0.044	0.40 ± 0.036	0.39 ± 0.033	0.39 ± 0.035
		仮 死 群	0.43 ± 0.054	0.45 ± 0.042	0.43 ± 0.037	0.42 ± 0.042	0.42 ± 0.041
		未熟児群	0.41 ± 0.057	0.45 ± 0.028	0.43 ± 0.047	0.41 ± 0.030	0.41 ± 0.034
振巾 (mV)	P	対 照 群	0.11 ± 0.043	0.10 ± 0.040	0.11 ± 0.042	0.10 ± 0.030	0.12 ± 0.043
		仮 死 群	0.09 ± 0.051	0.10 ± 0.024	0.12 ± 0.059	0.12 ± 0.036	0.12 ± 0.039
		未熟児群	0.13 ± 0.057	0.12 ± 0.032	0.14 ± 0.042	0.14 ± 0.035	0.13 ± 0.041
	T	対 照 群	0.06 ± 0.042	0.07 ± 0.047	0.08 ± 0.045	0.09 ± 0.048	0.10 ± 0.053
		仮 死 群	0.12 ± 0.076	0.11 ± 0.059	0.09 ± 0.050	0.10 ± 0.042	0.10 ± 0.057
		未熟児群	0.07 ± 0.058	0.07 ± 0.062	0.08 ± 0.050	0.08 ± 0.007	0.10 ± 0.042

振幅は対照群とほぼ等しい消長を示した。

(3) 胸部誘導心電図の波形

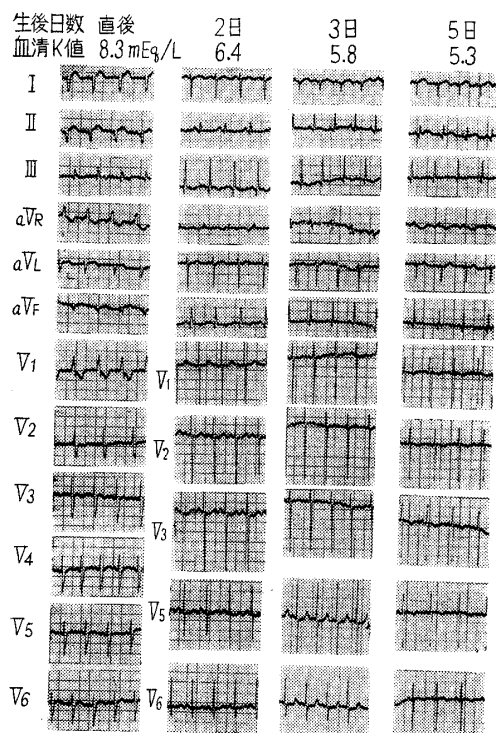
胸部誘導T波の波形を陽性、二相性、陰性及び平低性T波の4種に分類すると、まずV₁誘導のT波は第2表に示す如く対照群では出生直後陽性47.2%、二相性28.6%、陰性17.6%、平低6.6%と陽性を示すものが多いが、

生後2日より次第に陰性へ逆転し生後7日には陰性波が90.1%となつた。仮死群では出生直後及び生後2日に陰性波を示すものがやや多い。未熟児群に於ても出生直後陰性波を示すものが対照群に比し有意に多く、その後も統計学的に有意差はないが陰性T波がやや多い傾向をみとめた。しかしV₆誘導T波については、対照群、仮

第2表 出生直後より生後7日迄のV₁誘導のT波波形の変化

生 後 日 数		直 後	2 日	3 日	5 日	7 日
対 照 群	陽 性	43例 47.2%	29例 31.9%	8例 8.8%	2例 2.2%	3例 3.3%
	二相性	26 28.6	22 24.2	19 20.8	7 7.7	4 4.4
	陰 性	16 17.6	33 36.3	62 68.2	81 89.0	82 90.1
	平低性	6 6.6	7 7.7	2 2.2	1 1.1	2 2.2
仮 死 群	陽 性	6 46.2	2 15.4	2 15.4	1 7.7	0 0
	二相性	2 15.3	3 23.1	3 23.1	1 7.7	1 7.7
	陰 性	5 38.5	7 53.8	8 61.5	11 84.6	12 92.3
	平低性	0 0	1 7.7	0 0	0 0	0 0
未熟児群	陽 性	3 20.0	1 6.7	1 6.7	0 0	0 0
	二相性	4 26.7	6 40.0	2 13.3	1 6.7	1 6.7
	陰 性	6 40.0	7 46.6	11 73.3	14 93.3	14 93.3
	平低性	2 13.3	1 6.7	1 6.7	0 0	0 0

図1 仮死群



Apgar 示数 2 点, 2920 g, 男児の生直後より生後 5 日迄の心電図及び血清カリウム値を示す。出生直後の臍帯血カリウム値は 8.3mEq/L と増加し, 心電図は QRS 延長, I, II 誘導で T 振幅の増高が著明である。生後 2 日目で左心室肥大型の心電図がみられ, 生後 5 日目より正常心電図値の範囲内に入った。

死群, 未熟児群のいずれも各々の時期にほぼ半数が陽性 T 波を呈し有意差はない (第 3 表)。

次に V₁ 誘導の R 波と S 波の振幅の比率 (R/S 比)

については, 対照群では第 4 表の如く出生直後 R/S 比が 1 よりも大きいものが 60.4% で, 2 日で 50.5%, 以後 7 日に 63.7% となった。これに比し仮死群では出生直後 R/S > 1 のものが 69.2% で, 以後も対照群と比較して R/S > 1 がやや多いが統計学的な有意差はなかった。未熟児群では生後 2 及び 3 日に R/S < 1 がやや多いが, 対照群に比べると有意差はなかった。

V₅ 誘導の R/S 比については対照群では出生直後 R/S < 1 が 75.6% であるが, その後は R 波が高くなるため R/S < 1 のものがやや減少した。仮死群では生後 2 日を除いて R/S < 1 のものがやや多く未熟児群では対照群に比し逆に R/S > 1 のものがやや多い傾向はあったが, 共に統計学的な有意差は認められなかった (第 5 表)。

B. 血清電解質値の経日的変化

(1) 血清ナトリウム値の変化

第 6 表に示す如く対照群では母体血清ナトリウム値は平均 141.2mEq/L, 臍帯血では平均 141.3mEq/L で, 以後も生後 7 日迄殆んど著明な変化を示さず平均値は 142~143mEq/L の間にあった。仮死群及び未熟児群でも対照群とほぼ同様の平均値がえられた。

(2) 血清カリウム値の変化

対照群では血清カリウム値は第 6 表に示す通り, 母体血で平均 4.4mEq/L であったが, 臍帯血では平均 5.5mEq/L と母体血に比し有意に高い値がみられた。その後, 生後 2 日で平均 5.8mEq/L と最高となり, 以後次第に減少して生後 7 日には平均 5.3mEq/L となった。これに比し仮死群では母体血カリウム値は平均 4.4mEq/L と対照群と全く等しいが, 臍帯血値は 6.0mEq/L と対照群に比し有意に高いカリウム値がみられた。その後生

第 3 表 出生直後より生後 7 日迄の V₅ 誘導の T 波波形の変化

生 後 日 数		直 後		2 日		3 日		5 日		7 日	
対 照 群	陽 性	55例	60.4%	47例	51.6%	44例	48.4%	48例	52.7%	55例	60.4%
	二相性	12	13.2	16	17.6	24	26.4	16	17.6	20	22.0
	陰 性	17	18.7	20	22.0	13	14.3	16	17.6	12	13.2
	平低性	7	7.7	8	8.8	10	10.9	11	12.1	4	4.4
仮 死 群	陽 性	8	61.5	9	69.2	9	69.2	9	69.2	10	76.9
	二相性	2	15.4	0	0	2	15.4	1	7.7	1	7.7
	陰 性	3	23.1	2	15.4	1	7.7	3	23.1	2	15.4
	平低性	0	0	2	15.4	1	7.7	0	0	0	0
未 熟 児 群	陽 性	9	60.0	8	53.3	7	46.6	8	53.3	9	60.0
	二相性	3	20.0	2	13.3	3	20.0	2	13.3	2	13.3
	陰 性	3	20.0	5	33.3	4	26.7	4	26.7	4	26.7
	平低性	0	0	0	0	1	6.7	1	6.7	0	0

第4表 出生直後より生後7日迄の V_1 誘導の R/S 比の変化

生 後 日 数		直 後		2 日		3 日		5 日		7 日	
対 照 群	R/S>1	55例	60.4%	46例	50.5%	45例	49.5%	46例	50.5%	58例	63.7%
	R/S=1	9	9.9	9	9.9	10	10.9	9	9.9	6	6.6
	R/S<1	27	29.7	36	39.6	36	39.6	36	39.6	27	29.7
仮 死 群	R/S>1	9	69.2	8	61.5	7	53.8	8	61.5	8	61.5
	R/S=1	0	0	0	0	2	15.4	0	0	1	7.7
	R/S<1	4	30.8	5	38.5	4	30.8	5	38.5	4	30.8
未熟児群	R/S>1	10	66.7	8	53.3	7	46.7	9	60.0	9	60.0
	R/S=1	1	6.6	16.6	6.6	1	6.6	1	6.6	2	13.3
	R/S<1	4	26.7	6	40.0	7	46.7	5	33.4	4	26.7

第5表 出生直後より生後7日迄の V_5 誘導の R/S 比の変化

生 後 日 数		直 後		2 日		3 日		5 日		7 日	
対 照 群	R/S>1	19例	21.1%	16例	17.6%	19例	20.9%	22例	24.4%	30例	32.9%
	R/S=1	3	3.3	6	6.6	5	5.5	8	8.9	7	7.7
	R/S<1	68	75.6	69	75.8	67	73.6	60	66.6	54	59.4
仮 死 群	R/S>1	3	23.1	6	46.2	2	15.4	3	23.1	2	15.4
	R/S=1	0	0	0	0	0	0	1	7.7	0	0
	R/S<1	10	76.9	7	53.8	11	84.6	9	69.2	11	84.6
未熟児群	R/S>1	8	53.3	6	40.0	5	33.4	6	40.0	8	53.3
	R/S=1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13.3
	R/S<1	7	46.7	9	60.0	10	66.7	9	60.0	5	33.4

第6表 血清電解質値の経日的変化 (mEq/L)

			母体血	臍帯血	2 日	3 日	5 日	7 日
血清ナトリウム値	対 照 群	平均値	141.2	141.3	143.4	142.8	142.6	142.5
		標準偏差	3.83	3.04	3.91	3.94	3.93	3.76
	仮 死 群	平均値	141.7	140.6	142.1	144.4	140.9	139.7
		標準偏差	4.60	3.73	2.94	3.55	4.26	5.41
	未熟児群	平均値	135.8	140.3	143.5	144.1	140.9	141.8
		標準偏差	6.75	5.59	5.31	3.52	6.15	3.0
血清カリウム値	対 照 群	平均値	4.4	5.5	5.8	5.6	5.4	5.3
		標準偏差	0.38	0.46	0.66	0.67	0.54	0.72
	仮 死 群	平均値	4.4	6.0	6.2	6.1	5.7	5.4
		標準偏差	0.30	0.71	0.80	0.93	0.50	0.73
	未熟児群	平均値	4.5	5.8	5.9	5.9	6.0	5.8
		標準偏差	0.66	0.80	0.84	0.60	0.73	0.60

後2日には平均 6.2mEq/L, 3日には平均 6.1mEq/Lと対照群に比しいずれも有意に高い値がみられたが, 以後は次第に減少して生後7日には 5.4mEq/L と対照群とほぼ等しい値となった. 未熟児群では母体血の血清カリウム値が平均 4.5mEq/L と対照群とほぼ同様であるが, 臍帯血では平均 5.8mEq/L とやや高い値がみられた.

しかし, 対照群に比し統計学的な有意差はない. その後生後2日では 5.9mEq/L, 3日では 5.9, 5日では 6.0, 7日では 5.8mEq/L と生後やや上昇する傾向がみとめられ, 特に生後5及び7日では対照群に比し有意の高カリウム血症がみられた.

C. 新生児心電図変化と高カリウム血症との相関

以上に示す如く新生児心電図の変化は仮死群では出生直後を中心として、未熟児群では生後5日を中心として著明にみられ、その同じ時期に血清カリウム値の上昇がみられたので、両者の相関を求めるためまず新生児の血清カリウム値をその程度によつてこれを4群〔即ち第Ⅰ群(血清カリウム値が4.1~5.0mEq/L),第Ⅱ群(5.1~6.0mEq/L),第Ⅲ群(6.1~7.0mEq/L)及び第Ⅳ群(7.1mEq/L以上)〕にわかし、各々の群の新生児心電図値を比較した。

その結果は第7表に示す通りで、まず心拍数は出生直後血清カリウム値が7.1mEq/L以上の群(第Ⅳ群)では平均毎分158で、血清カリウム値が4.1~5.0mEq/Lの群(第Ⅰ群)に比して有意の増加がみられた。しかしその後生後いずれの時期に於ても統計学的な有意差はみとめられなかった。

PR時間は血清カリウム値の上昇に伴つて延長がみられ、特に出生直後及び生後2日に於ては第Ⅳ群は第Ⅰ群に比しPR時間が有意に延長した。その後の時期では第Ⅳ群の平均値はいずれも延長はみとめられたが、統計学的には有意差はなかった。

QT時間も第Ⅳ群に於ては第Ⅰ群に比し出生直後、2日、3日及び5日に統計学的に有意な延長がみられたが、生後7日には有意差はなかった。QTcも血清カリウム値の上昇に伴つて増加し、第Ⅳ群では第Ⅰ群と比較して出生直後より3日迄に各々統計学的に有意に増加していたが、生後5及び7日では第Ⅳ群と第Ⅰ群の間に著明な差異はみとめられなかった。

P波の振幅は血清カリウム値が7.1mEq/L以上の群にやや低い値がみられたが、統計学上の有意差はない。

T波振幅は一般にカリウム値にほぼ比例した振幅の増高

第7表 出生直後、生後2日、3日、5日及び7日の各々に於ける
新生児心電図変化と血清カリウム値の相関

		生後日数 血清 カリウム (mEq/L)	直 後	2 日	3 日	5 日	7 日
心 拍 数		4.1~5.0	139±20.5	125±16.5	136±18.5	136±23.1	147±23.9
		5.1~6.0	144±21.8	125±15.3	132±20.8	137±19.3	150±17.5
		6.1~7.0	146±29.0	125±13.0	137±19.9	139±20.5	151±17.7
		7.1以上	158±14.8	127±8.8	129±9.3	149±11.5	153±20.6
伝 導 時 間 (sec.)	PR	4.1~5.0	0.108±0.020	0.106±0.016	0.107±0.013	0.105±0.010	0.105±0.016
		5.1~6.0	0.110±0.012	0.108±0.011	0.108±0.013	0.107±0.010	0.108±0.014
		6.1~7.0	0.117±0.018	0.112±0.015	0.110±0.015	0.109±0.016	0.106±0.019
		7.1以上	0.128±0.019	0.127±0.016	0.115±0.018	0.117±0.015	0.109±0.020
	QT	4.1~5.0	0.25±0.032	0.28±0.043	0.26±0.031	0.25±0.031	0.26±0.028
		5.1~6.0	0.26±0.042	0.29±0.032	0.28±0.037	0.26±0.032	0.25±0.024
		6.1~7.0	0.27±0.040	0.29±0.026	0.29±0.038	0.27±0.040	0.25±0.031
		7.1以上	0.30±0.022	0.33±0.036	0.30±0.036	0.30±0.023	0.27±0.032
	QTc	4.1~5.0	0.39±0.050	0.41±0.041	0.37±0.044	0.39±0.043	0.40±0.030
		5.1~6.0	0.40±0.048	0.42±0.038	0.41±0.033	0.40±0.036	0.40±0.033
		6.1~7.0	0.41±0.063	0.42±0.038	0.43±0.046	0.39±0.023	0.40±0.046
		7.1以上	0.46±0.025	0.47±0.046	0.43±0.058	0.41±0.045	0.40±0.038
振 巾 (mV)	P	4.1~5.0	0.11±0.044	0.10±0.043	0.11±0.051	0.11±0.036	0.11±0.036
		5.1~6.0	0.11±0.045	0.10±0.040	0.11±0.037	0.11±0.035	0.12±0.041
		6.1~7.0	0.11±0.060	0.09±0.043	0.11±0.049	0.12±0.042	0.11±0.042
		7.1以上	0.09±0.036	0.08±0.027	0.10±0.039	0.10±0.058	0.10±0.053
	T	4.1~5.0	0.04±0.040	0.07±0.049	0.06±0.054	0.09±0.057	0.10±0.048
		5.1~6.0	0.06±0.050	0.07±0.055	0.07±0.048	0.09±0.049	0.11±0.042
		6.1~7.0	0.08±0.060	0.06±0.042	0.07±0.044	0.08±0.048	0.10±0.059
		7.1以上	0.11±0.062	0.09±0.030	0.10±0.054	0.12±0.045	0.12±0.034

がみられ、特に出生当日では第Ⅳ群と第Ⅰ群に更に第Ⅲ群と第Ⅰ群の間に有意差をみとめたが、以後は生後3日の第Ⅳ群と第Ⅰ群を除き統計学的な有意差はみとめられなかった。

胸部誘導の新生児心電図に於ても同様に血清カリウム値の変化に伴う V_1 誘導及び V_6 誘導のT波波形やR/S比の変化を比較したが、各群に於て著明な差異はみとめられなかった。

IV. 考 按

新生児心電図の計測値について古来多くの報告が行われているが^{1)~26)}、最近になって始めて同じ新生児心電図であつても生後一週間の間に著明な経時的变化を示す事が知られて来た^{6)~18)}。即ち最近の渡辺³⁴⁾の報告によると、PRやQT時間、更にQTcは心拍数が最も少くなる生後24~48時間に最も延長し、P波振幅は生後1~2時間及び生後7日に高く、T波振幅は出生直後やや高いが間もなく平低下し以後生後7日に向つて徐々に振幅を増す事が判明した。又、胸部誘導に於ては V_1 誘導のT波が生後24~48時間に陰転化し、 TV_6 の振幅は生後やや低くなる傾向がある事を見出した。

この様な正常の新生児の心電図についてはその計測値や経時的变化が次第に明らかになりつつあるが、既述の如くどの様な新生児所見が異常であるかについてその病的基準はいまだ明確ではない。更に新生児に於ける心電図採取は臨床上先天性心疾患の早期発見という事もさりながら³⁾、新生児期早期に於ては肺呼吸への適応不全を早期に発見し、その病状を診断し、更にその予後を推定するという意義が、更に臨床上重要なのではないかと考えられる。

既に胎児心電図では1957年 Southern³⁵⁾が胎児の子宮内切迫仮死を心電図の応用によつて早期に診断出来ると述べ、この様な場合PR、QRS及びST時間が延長し、P波が高くなり、T波が平低下又は陰性化すると報告した。しかしながらその後の研究ではSouthernの報告は必ずしも確認されず、Stern等³⁶⁾は妊娠中絶時の人胎児で、Hon³⁷⁾は子宮内胎児死亡を来した1例に於て、更に金岡³⁸⁾は動物実験によつてその胎仔に種々の原因による低酸素症を作り、いずれも切迫仮死の場合心拍数の変化は著明であるが、T波やST部分を始めとする心電図波形の変化はやや遅れて発現すると述べている。

新生児仮死の場合その心電図波形の変化については、いまだこれを明確に述べた報告はないが、新生児の肺呼吸不全の一つである呼吸困難症候群については心電図波

形の変化が児の予後とある程度関連する事が次第に明らかになって来た。即ち1959年 Usher²⁷⁾は呼吸困難症候群を示す未熟児に於てPR時間及びQRS時間が延長し、これが児の予後と相関し、更に治療の効果の判定基準になりうる事を明らかにした。更にUsherはこの様な場合P波が低く広くなり、QT時間が延長し、QRSの振幅が低くなり、QRS軸が左室優勢となり、T波振幅も減少すると報告した。1961年 Keith³⁹⁾は同じく呼吸困難症候群についてPR及びQRS時間の延長やT波振幅の低下、又は二相性化はUsherの報告通りみとめられるが、P時間の延長、QRS振幅の低下、QT時間の延長は著明ではなかったと述べた。

新生児仮死の場合も、未熟児の呼吸困難症候群と同じく肺呼吸への適応不全のため体内に低酸素血症、過炭酸ガス血症、アシドーシスといった一連の生化学的变化がみられる事から^{30)~33)}、ほぼ同様の心電図所見がみられるのではないかと期待されたが、私の観察によると両者の心電図変化は必ずしも細かい点で同様ではなかった。即ち仮死児に於てはPR時間やQRS時間の延長も観察されたがむしろ、QT時間やQTcの延長がより著明であり、更にT波振幅が著明に増加する点も既述の呼吸困難症候群の心電図変化と異なっていた。この様な相違は成熟児と未熟児という相違に基づくものではなからうかとも推測される。

即ち私の観察に於ては合併症のない未熟児群でも生後2~3日にQT時間及びQTcが著明に延長している事を認めた。1962年 Levine等⁴⁰⁾は未熟児と成熟児とはあまり心電図値が異ならないが、未熟児ではQTcが延長していると報告している。この様に合併症のない未熟児でも既にQT時間及びQTcが延長しているため、呼吸困難症候を示す未熟児では合併症のない未熟児に比較してQT時間及びQTcの延長があまり著明でないのではないかと推測される。更に私の観察では未熟児ではT波振幅が出生直後低く、又P波が生後3~5日に高い点も明らかとなつたが、この点 Salmi⁴¹⁾の報告とはやや異なっている。

胸部誘導の心電図では Castellanos等⁴²⁾が正常新生児では V_1 誘導のT波は生後暫くたつと陽性より陰性化し、生後1週間以上を過ぎれば殆んど陰性T波を呈するため生後一週以後の陽性T波は病的の右室肥大の疑いがあると報告した。更に、この様な右室肥大の児では右軸転移、著明なPn波、 V_1 誘導のR波及び V_6 誘導のS波

の増大が合併し、又病的な左室肥大又は左室“Strain”の場合は逆に左軸転移、 V_5 誘導のR波の増大、 V_5 誘導のT波の陰性化がみられると述べた。

私達の以前発表した報告によると正常成熟児の出生直後では V_1 誘導のT波は陰性又は平低化を示すものが多く³⁰⁾、それが生後5～10分で次第に陽性に転じ、以後生後24～48時間で再び陰性化する傾向がある。本観察に於ては仮死児では成熟児に比べて生後暫くの期間陰性又は平低 TV_1 波を示すものが多く、未熟児でも同様の傾向が認められた。更に未熟児では生後2～3日に V_5 のR/S比が1より大きくなるものが多く、左室のStrainを示すものではなかろうかと思われるものが成熟児に比べ多い傾向を認めた。しかしながら、この様な仮死群及び未熟児群の胸部誘導心電図の変化は標準肢誘導の伝導時間の変化程著明ではなかった。

以上述べた来た如く仮死児に於ては出生直後PR, QRS, QT時間及びQTcが延長し、T波振幅が増大し、未熟児に於ては生後3日を中心としてQT及びQTcが延長している。更に仮死児に於ては出生直後、未熟児では生後3日を中心として高カリウム血症がみられたので、血清カリウム値と新生児心電図値との相関を求めた。その結果血清カリウム値が7.1mEq/LをこえるとQT時間は出生直後より5日迄、QTcでは生後3日迄、PR時間では生後2日迄、心拍数及びT波振幅では出生当日に、統計学的に明らかに有意の延長ないし増大が認められる事を見出した。即ち出生当日を中心として血清カリウム値の増加と心電図変化がほぼ平行する事を見出した。

既に1955年 Österlund⁴³⁾は母体血と臍帯血の血清電解質値を測定して、胎児の血液が非常に溶血し易いため、ある程度の測定誤差はあつても、明らかに母体血に比べ臍帯血の血清カリウム値が増加し、更に仮死児では血清カリウム値がより著明に高くなっている事を発見し、この高カリウム血症が胎児の低酸素症によるものではなかろうかと推測した。James⁴⁴⁾も新生児の低酸素症に伴うアシドーシスの際高カリウム血症がみられると述べ、更にUsher²⁷⁾は未熟児に於て呼吸困難症候群の際病状に平行して高カリウム血症が表われ、この際カリウム値の消長が児の予後と極めてよく相関すると報告した。

新生児の低酸素症の場合何故高カリウム血症がみられるかまだ明確な説明はされていないが、一応次の様に考えられる。即ちまず第一に呼吸性アシドーシスが存在

すれば血漿中に炭酸ガスが増加し、 CO_2 が赤血球内に拡散して血球中でCarbonic anhydraseの作用で H_2CO_3 が形成され、これが H^+ と HCO_3^- に分れて H^+ イオンはヘモグロビンと結合し中和される。この時出来た HCO_3^- は血漿中の HCO_3^- イオンと平衡を保つ目的で血漿中に移動し、その結果細胞内外の荷電のバランスがくずれ、細胞外より細胞液の主負イオンである Cl^- が血液の中に入ってくるか(Chloride shift⁴⁵⁾)又は細胞内液の主陽イオンである K^+ が細胞外に出る必要がある。第二に細胞内液ではカリウムが140mEq/L、ナトリウムは10～13mEq/Lと細胞膜を中心として細胞外液のK/Na比が逆の関係にある。この中間にある細胞膜の中に含まれるAdenosine triphosphateがカリウム及びナトリウムの能動的運搬の働きをつかさどり、所謂「カリウム-ナトリウムポンプ」の働きを行つている⁴⁶⁾。しかしもし代謝性アシドーシスがあつてATPの作用が阻害されると細胞外より細胞内にカリウムをとり入れる機能が低下する。この2つの理由で細胞外液、ひいては血漿中にカリウム値が上昇するのではないかと考えられる。

成人に於ては血清カリウム値が5～6mEq/Lに達すると心電図のT波振幅が増大し、7mEq/LになるとST降下がみられ、8～9mEq/LでA-Vブロック及びP波消失、12mEq/Lで心停止を来すといわれている⁴⁷⁾。この様に血清カリウム値の上昇は組織細胞特に心筋細胞の代謝にとって極めて重大であると考えられる⁴⁸⁾。胎児及び新生児の心臓は成人に比し比較的カリウムの増加に対し耐性はあるものの²⁷⁾一定限度をこえれば循環障害を惹起するものと考えられる。従つてUsher²⁸⁾やStahlman²⁹⁾等はアシドーシスを重炭酸ソーダやTHAMで補正する事によりカリウムの細胞外逸脱を防ぎ、葡萄糖及びインシュリンの投与でglycogenesisを促進する事によりカリウムを細胞内に持込み、又 Ca^{+} イオンを与えて血漿中のカリウムイオンの毒性を中和するといった一連の治療が、新生児の一般状態を極めてよく改善する事を報告している。

成人に於て高カリウム血症の場合、所謂「テント状」の尖つたT波を示すが、未熟児の呼吸困難症候群にみられる高カリウム血症に於てはT波の増高は著明でなくむしろ伝導時間の延長が著明なため、これは成人の場合にみられる純粋な高カリウム血症と異なり、細胞内カリウムが喪失したための心電図の変化ではないかと考える人⁴⁹⁾もある。従つて細胞外の血漿カリウムを細胞内に運ぶ様にすることがこの様な心電図変化を是正する事になる

とも考えられる。

ここで注目すべきは、血清カリウム値と心電図変化の相関が生後まもない時期にのみ著明である事で、本観察では生後7日になると血清カリウムがたとえ7 mEq/Lに増えても著明な心電図変化が見られなかった。この事は生後間もない時期の高カリウム血症と生後6～7日の高カリウム血症とが、互にその成因を異にするのではないかという事を示唆する。即ち生後間もない時期の高カリウム血症は新生児仮死、呼吸困難症候群、肺拡張不全、羊水多量誤嚥症候群等呼吸不全によるものが多く、事実、私達の血液水素イオン濃度の測定によってもpHが6.8～7.2程度に減少しアシドーシスによる高カリウム血症であると考えられる。しかし、生後5～7日の高カリウム血症は一般状態が比較的良好な児が多く、血液pHは7.4附近にありアシドーシス以外の原因例えば黄疸や食餌性の一過性的高カリウム血症によるものではないかと考えられる。

従つて新生児心臓はカリウムの増加そのものに対して成人の心臓より耐性を有するが、これが臨床的には呼吸不全、血液生化学的にはアシドーシスに伴つて来た時は、同じ高カリウム血症であつても新生児心臓に及ぼす影響が大きいと考えられる。即ち心電図からみると所謂“acidotic hyperkalemia”という一つのカテゴリーが存在するのではないかと考えられる。更にこの様な場合に特に、児の予後はカリウム値及び心電図変化との関連があると考えられるのである。

V. 結 論

出生直後より生後7日に至る時期の新生児心電図について正常群91例、仮死群18例、未熟児群15例についてその変化を比較し、更に血清カリウム並びにナトリウム値の変化を各々3群について追求し次の結果を得た。

(1) 心拍数は3群とも出生直後に増加がみられたが以後は減少して生後3日頃より再び増加する傾向をみると各群の間に著明な差異はなかった。

(2) 心電図波形の変化では仮死群は対照群と比較し、出生直後P R、Q R S及びQ T時間、更にQ Tcが統計学的に有意に延長し、T波振幅が高く、V₁誘導の陰性T波が多い。即ち仮死群では出生直後に心電図変化が著明で一般状態の改善と共に心電図波形の変化も改善された。

(3) 未熟児群ではP波振幅がいずれの時期にも高く、特に生後3～5日に対照群に比べ有意に高い。又Q R SやP R時間も延長し、生後2日及び3日においては

Q T、Q Tcが有意に延長した。又V₁誘導で深いS波を示す傾向があつた。心電図波形の変化は生後2～5日に特に著明であつた。

(4) 血清ナトリウム値は3群ともに母体血、臍帯血及び新生児血の間に各々有意差はなく生後あまり著明な変化はみられなかった。

(5) 血清カリウム値は3群ともに母体血に比し臍帯血値が有意に高い値を示し、生後2日で最高となり以後次第に減少した。特に仮死群では出生直後、生後2日及び3日に対照群に比較して統計学的に有意な高カリウム血症がみられた。未熟児群では生後5及び7日に対照群と比較して有意な高カリウム血症がみられた。

(6) 新生児心電図変化と高カリウム血症の相関をみると、血清カリウム値が7.1 mEq/Lをこえるものに於て、心拍数の変動が著明で、P R及びQ T時間、Q Tcが延長し、P波振幅がやや低く、T波振幅が高い傾向がみられた。統計学的には心拍数は出生直後のみ、P R時間は出生直後及び生後2日、T波振幅は出生直後及び生後3日、Q T時間では出生直後より生後5日迄、Q Tcでは出生直後より生後3日迄の間に有意差がみられた。

稿を終えるにあたり御懇篤な御指導と御校閲を賜つた恩師岡山大学橋本清教授に深く感謝し、又終始御指導をいただいた国立福山病院金岡毅医長及び種々の御助言を下さつた岡山大学関場香講師、武田佳彦講師に感謝致します。

なお、本研究の一部は厚生省指定研究費により、本論文の要旨は昭和39年3月第16回日本産科婦人科学会総会で発表した。

参考文献

- 1) Ziegler, R.F.: Electrocardiographic Studies in Normal Infants and Children, C.C. Thomas, Pub., Springfield, Ill, 1951. —2) Wasserburger, R.H.: The Normal and Abnormal Unipolar Electrocardiogram in Infants and Children, The Williams & Wilkins Co., Baltimore, Md., 1963. —3) Ali-murung, M.M., Lester, G.J., Nadas, A.S. and Massel, B.F.: Circulation 4: 420, 1951. —4) Furman, R.A. and Halloran, W.R.: J. Pediat. 39: 307, 1951. —5) Gros, G., Gordon, A. and Miller, R.: Pediatrics 8: 349, 1951. —6) Kessel, I.: Brit. Heart J. 15: 430, 1953. —7) Dupuis, C., Dupuis, B., Adams, F.H., Lind, J.L., and Peltonen, T.: J. Pediat. 52: 649, 1958. —8) Michaelsson, M.: Acta paediat. 48: Suppl. 117, 108, 1959. —9) Stern, L. and Lind, J.: Acta paediat. 49: 329, 1960. —10) Stern, L. and Lind, J.: Biol. Neonat. 2: 34, 1960. —11) Datey, K.K.

- and *Bharucha, P.E.*: Brit. Heart J. 22: 175, 1960. —12) *Calleja, H.B., Barker, R.E. and Kissane, R.W.*: Am. J. Cardiol. 7: 488, 1961. —13) *Coleman, E.N.*: Acta paediat. 50: 377, 1961. —14) *McCammon, R.W.*: Acta paediat. 50: Suppl. 126, 1, 1961. —15) *Vallbona, C. and Desmond, M.M.*: Biol. Neonat. 4: 1, 1962. —16) *Walsh, S.Z.*: Brit. Heart J. 25: 42, 1963. —17) *Walsh, S.Z.*: Am. Heart J. 66: 36, 1963. —18) *Walsh, S.Z.*: Brit. Heart J. 25: 784, 1963. —19) *Vyhnalek, J. and Zapletal, Z.*: Ann. Pediat. 202: 161, 1964. —20) 坂本博史: 広島医学, 4: 1324, 昭和31年. —21) 小川玄一・小国親久: 北海道産婦会誌, 8: 4, 昭和32年. —22) 置村逸雄: 大阪大学医学雑誌, 11: 557, 昭和34年. —23) 西村正: 新潟医学会雑誌, 73: 641, 昭和34年. —24) 杉村茂子: 東京女医大誌, 30: 1127, 昭和35年. —25) 小川玄一: 産婦人科治療, 7: 83, 昭和38年. —26) 津田淳一: 小児科, 4: 677, 昭和38年. —27) *Usher, R.*: Pediat. 24: 562, 1959. —28) *Usher, R.*: Pediat. Clin. North America 8: 525, 1961. —29) *Stahlman, M.*: Pediat. Clin. North America 11: 303, 1964. —30) 金岡毅・岡田悦子: 第1回新生児学会, 昭和40年7月. —31) 金岡毅・武田佳彦: 日産婦誌, 15: 811, 昭和38年. —32) 金岡毅・武田佳彦・小川悦子: 医療, 18: 30, 昭和39年. —33) 金岡毅・武田佳彦・渡辺順二・小川悦子: 新生児研究会報, 4: 8, 昭和39年. —34) 渡辺順二: 日産婦会誌, 17: 1001, 昭和40年. —35) *Southern, E.M.*: Am. J. Obst. & Gynec. 73: 233, 1957. —36) *Stern, L., Lind, J. and Kaplan, B.*: Biol. Neonat. 3: 49, 1961. —37) *Hon, E.H. and Lee, S.T.*: Am. J. Obst. & Gynec. 87: 804, 1963. —38) *Kaneoka, T.*: J. Jap. Obst. & Gynec. Soc. 10: 19, 1963. —39) *Keith, J.D., Rose, V., Braudo, M. and Rowe, R.D.*: J. Pediat. 59: 167, 1961. —40) *Levine, D.R. and Griffith, S.P.*: Pediat. 30: 361, 1962. —41) *Salmi, T., Hänninen, P. and Peltonen, T.*: Biol. Neonat. 2: 149, 1960. —42) *Castellanos, A., Jr., Lemberg, L. and Castellanos, A.*: J. Pediat. 62: 827, 1963. —43) *Österlund, K.*: Ann. Pediat. Fenniae 1: Suppl. 4, 1, 1955. —44) *James, L.S.*: Acta paediat. Suppl. 122: 17, 1960. —45) *Davenport, H.W.*: The ABC of Acid Base Chemistry, Univ. Chicago Press, Chicago, Ill, 1958. —46) *Oski, F.A.*: Pediat. Clin. North America 12: 687, 1965. —47) *Specter, W.S. ed.*: Handbook of Biological Data, Saunders, W.B., Philadelphia, Pa., 1956. —48) *Dawes, G.S., Jacobson, H.N., Mott, J.C., Shelley, H.J. and Stafford, A.*: J. Physiol. 169: 167, 1963. —49) *James, L.S.*: Pediat. 24: 1069, 1959.

(特別掲載 No. 1941 昭41・2・1 受付)