

出生直後の新生児心電図に関する研究

岡山大学医学部産科婦人科学教室（主任 橋本 清教授）

大学院学生 渡 辺 順 二

概要 新生児心電図は出生後の新生児循環系の子宮外肺呼吸への適応過程をよく反映するものと予測されるが、出生直後の変動が著しい時期の新生児心電図についての報告は殆んどない。著者はまず131例の新生児について出生時から生後5分にわたりその心拍数変化を連続的に観察した。次いで頭位分娩で体重2501g以上Apgar指数8以上の新生児30例について生後5分から出生当日を主として生後7日に至る標準肢及び単極胸部誘導心電図の変化を経時的に観察した。その結果まず生後5分間の新生児心拍数では、1) 正常新生児でも娩出時には毎分73の徐脈が認められその後心拍数が増加し30秒以後安定した160～170の頻脈がみられる。2) 出生直後の心拍数変動は児の一般状態即ちApgar指数とよく相関しその低い児では長く持続する徐脈がみられ心拍数が不安定である。3) 心拍数の変動は呼吸の確立及び安定とよく相関するが分娩様式、生下時体重等とは密接な相関関係はない。次に生後5分から7日迄の新生児心電図の観察では、1) 生後5分では毎分175の頻脈がみられその後次第に心拍数は減少するが、これに伴いP、PQ、QRS、QT時間が延長し、T波高が減ずる。Pはやゝ高い。胸部誘導ではV₁のTが陰性又は二相性より次第に陽性に転じて波高を増し、V₅のTは陽性が多いが時間と共に波高を減ずる。V₁のR/S比は1以上、V₅では1以下が殆んどでいずれもこの時期ではR/S比は大である。2) 生後24～48時間では心拍数は122と最低となり以後増加して生後7日には135となるが、この時期ではPQが短縮し、QT及び「QTc」は生後48時間で最高となつた後短縮し、T波高が増大する。胸部誘導ではV₁のTが陰転化し、V₅のTの波高が増大する。V₁及びV₅のR/S比は生後2～6時間で最小となつた後生後7日に向つて増大する。3) この様に新生児心電図ではほぼ生後5～10分の間と、24～48時間の間とに二つの変換点が認められ、特に胸部誘導において著明な変化がみられた。

I. 緒 言

新生児の呼吸循環系においては、出生直後子宮内での胎盤呼吸から大気内での肺呼吸へ適応するため多くの変化が見られるが、新生児心拍数及び心電図もこの様な胎生期呼吸循環系から新生児期呼吸循環系への移行の過程にみられる種々の変化をある程度正確に反映するものと予想される。新生児心電図については既に多くの研究が行われていて^{1)～21)}、新生児心電図が成人のそれに比較して種々の点で異なっている事は知られているが、その報告の殆んどは出生後比較的時間を経過した時期の心電図所見についてであつて、変動の最も著しいと思われる出生直後の新生児心電図についての発表は少ない^{11)～13)}。

その様な意味から著者はまず児頭誘導による心電図を利用して、出生直後より生後5分に及ぶ新生児心拍数の変動を観察し、これと新生児の出生後の一般状態、分娩様式、生下時体重、呼吸等との関連性を追求し、更に分娩という一つの「ストレス」に対するこの様な新生児循環系の上位支配中枢の発達を推測した。次に著

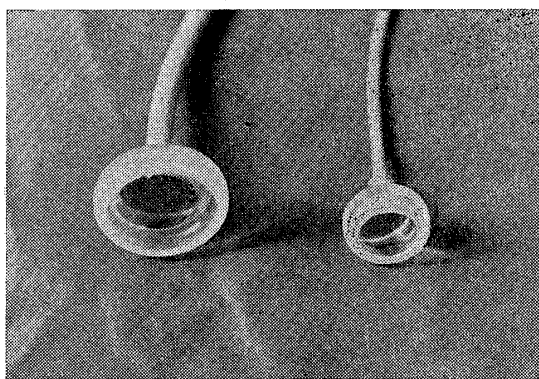
者は出生直後より生後24時間を中心として新生児の心電図を時間的経過と共に採取測定して、四肢誘導及び胸部誘導新生児心電図所見が出生後どの様に変化するか、又心電図波形のどの部分が最も著明に変化するかについて観察し、この様な変化の有する意義について考察を行つた。

II. 研究対象及び方法

昭和38年8月から昭和39年9月迄の約1年2ヶ月間に出生した新生児131例（男78例、女53例）について、娩出時より生後5分にわたる心拍数変動を心電図RR間隔より算出測定した。心電図採取にあつては第1図の様な関電極を用い、弱い陰圧によつて分娩第Ⅱ期後半より胎児先進部に附着させ²²⁾、母体の左下肢を不関電極、右下肢を接地とし、熱ペン、トランジスタ式トイーツ胎児心電計（時定数2.4秒、感度10mm/200μV、東一光学電器製）に接続した。娩出後は不関電極が児脊と関連を保つので臍帯切断を行つても測定は可能であつた。

この様な方法によつて児体出生時より2分後迄は10秒

第1図 関電極 カップの直径49mm, 31mm



毎, 以後5分迄は30秒毎に「毎分心拍数」を算出し, この変化と出生後1分の Apgar 指数²³⁾, 分娩様式, 生下時体重, 啼泣開始時間との関連を求めた。

次に昭和39年8月より12月迄の5ヶ月間に産科合併症がなく, 産科麻酔を用いず, 経膈頭位分娩で, 且つ生下時体重が2501g以上で, 出生後1分の Apgar 指数が8以上の新生児30例について標準肢誘導及び V_1, V_3, V_5 の単極胸部誘導心電図²⁴⁾を採取した。心電図採取の時期は出生後5分, 10分, 30分, 1時間, 2時間, 6時間, 24時間, 48時間及び7日目まで, 前記のトーン計胎児心電計を用い, 感度は10mm/1mVとし, 紙送り速度は25又は50mm/秒とした。電極には四肢用に小児用「ユニバーサルエレクトロード」, 胸部用に小児用胸部電極(いずれも福田エレクトロ製)を用いた。

P, PQ, QRS及びQT時間はいずれも標準肢第II誘導で測定, 心拍数は連続した3つのRR間隔を実測しその平均値より毎分心拍数を算出し, QTcは Bazettの方程式²⁴⁾より導いた。波高の測定にはQの始めを連ねる線を基線とし, 基線より各々陽性, 二相性, 陰性及び平低波の四つに分類し, 上向棘では基線上縁から上向棘上縁迄, 下向棘は基線下縁から下向棘下縁迄を波高とした。これらの測定には倍率5倍の拡大鏡を用い, 各々の数値は平均値±標準誤差という様に記述し, 各々平均値の比較には Student の t test ($P \leq 0.05$) を使用した。

この様な心拍数及び心電図測定にあたっては, 出生後間もない時間を除いては児の睡眠中又は安静な時期を選び, 室温は22~25℃で, 仰臥位で測定し, 対象の新生児はすべて臍帯拍動がほぼ停止して臍帯切断を行い, 哺乳は生後24時間前後で開始し, 沐浴も出生直後は行わず24時間前後に開始した。

III. 成 績

I. 出生直後の新生児心拍数の変動について

(1) 正常群における生直後より生後5分にわたる新生児心拍数の変化: 母体に産科的合併症がなく, 産科麻酔を行わず経膈的に自然に頭位で娩出され, 生下時体重が2501gから3599g迄で, 出生1分後の Apgar 指数が8以上であつた新生児45例を「正常群」とし, 娩出時より生後5分迄の平均心拍数の変化を示したものが第1表である。娩出時の平均毎分心拍数は73で, 生後10秒では124, 20秒で159となり, 以後40秒後の158より5分後の171へと次第に安定した頻脈がみられた。

(2) 生後1分の Apgar 指数と心拍数との関連: 分娩様式, 生下時体重に関係なく, 生後1分の Apgar 指数によつてこれを第I群 (Apgar 指数10~8), 第II群 (7~5), 及び第III群 (4~1) の3群に分け, 各々の出生時より生後5分迄の平均毎分心拍数を示したものが第2表で, 第I群 (Apgar 10~8) の59例の新生児においては出生時心拍数72であつたが, 生後20秒で159となり以後毎分160~175程度に安定した。第II群 (Apgar 7~5) の36例では, 出生時平均毎分心拍数は73と第I群と略々同様であつたが, 生後20秒で138, 40秒で139, 1分で141, 2分で158となり以後166~175の心拍数を示した。第III群 (Apgar 4~1) の21例でも出生時平均毎分心拍数は74であつたが, 生後20秒で103, 40秒で111, 1分で101, 2分で121と長く低値がみられ, 生後3分で始めて平均155に達した。

この3群の平均心拍数の変動をみると第2図に示す通りで, Apgar 指数の低い群では出生後の平均毎分心拍数

第1表 正常群の心拍数変化

生後時間	最低値	最高値	平均値	標準誤差
出生時	46	100	73	2.4
10"	55	172	124	5.8
20"	66	205	159	5.2
30"	81	201	163	4.1
40"	97	205	158	4.4
50"	85	202	158	5.0
1'00"	111	205	168	3.4
1'10"	97	202	165	3.8
1'20"	115	204	165	3.9
1'30"	97	205	166	3.9
1'40"	125	202	170	3.2
1'50"	101	200	168	3.2
2'00"	125	200	171	2.5
2'30"	96	270	169	2.8
3'00"	153	206	172	2.2
3'30"	153	195	171	2.9
4'00"	153	194	172	2.3
4'30"	147	198	168	2.5
5'00"	150	200	171	3.2

昭和40年9月1日

渡 辺

1003—65

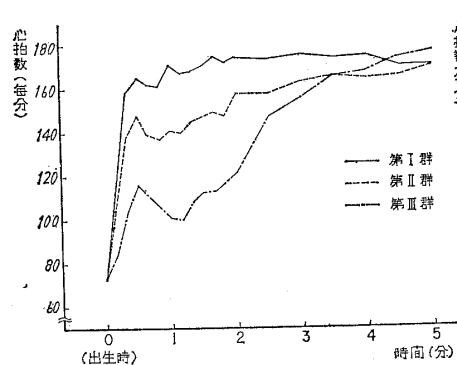
第2表 Apgar 指数別の心拍数変化

群	I		II		III	
Apg.指数	10~8		7~5		4~1	
例数	59		36		21	
	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差
出生時	72	2.0	73	4.4	74	5.2
10"	118	5.0	106	5.9	83	5.4
20"	159	4.3	138	6.8	103	9.3
30"	165	3.4	148	5.4	116	9.7
40"	162	3.9	139	6.3	111	7.7
50"	161	4.1	137	6.1	106	8.3
1'00"	171	2.8	141	5.7	101	8.5
1'10"	167	3.3	140	5.8	100	8.7
1'20"	168	3.4	145	5.1	108	10.4
1'30"	170	3.2	147	5.6	112	9.8
1'40"	174	3.0	149	5.1	113	9.3
1'50"	172	2.9	148	5.4	116	9.6
2'00"	174	2.1	158	4.7	121	10.0
2'30"	173	2.3	159	4.5	147	8.9
3'00"	175	1.9	163	4.5	155	9.2
3'30"	173	2.7	166	3.8	165	7.9
4'00"	174	2.1	165	4.3	167	8.4
4'30"	170	2.5	166	3.7	173	6.9
5'00"	170	4.0	170	3.1	176	6.8

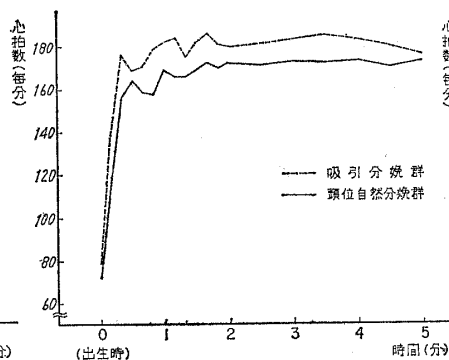
第3表 分娩様式別の心拍数変化

	頭位自然分娩群		吸引分娩群		頭位自然分娩群		吸引分娩群		骨盤位分娩群	
	Apg. 指数 8 以上				Apg. 指数 7 以下					
例 数	49		11		33		11		10	
	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差
出生時	72	2.1	79	5.3	73	3.9	72	3.0	74	8.7
10"	117	5.2	139	13.5	103	5.8	103	10.7	90	2.2
20"	157	4.7	176	6.2	128	7.3	159	5.8	81	4.7
30"	164	3.7	169	9.5	135	6.4	149	11.9	108	5.8
40"	159	4.1	171	8.4	131	6.8	133	12.3	112	6.9
50"	158	4.5	179	5.0	123	5.7	144	12.1	108	11.3
1'00"	169	3.1	182	4.6	124	6.7	141	13.4	112	12.5
1'10"	166	3.5	184	4.6	132	7.6	133	14.0	117	10.3
1'20"	166	3.7	175	10.5	136	7.4	124	13.1	133	11.1
1'30"	169	3.6	182	4.8	136	7.5	138	12.7	128	10.5
1'40"	172	3.0	186	4.0	138	6.9	138	10.6	131	11.5
1'50"	170	3.0	181	4.1	136	7.3	138	12.5	148	8.6
2'00"	172	2.4	180	3.7	143	7.3	149	12.6	154	6.4
2'30"	171	2.6	181	4.0	149	6.4	168	3.8	157	9.7
3'00"	173	2.1	183	3.5	160	5.9	170	3.7	163	12.9
3'30"	172	3.0	185	3.1	163	5.4	170	3.7	172	11.5
4'00"	173	2.2	183	3.8	163	6.4	171	2.3	173	9.9
4'30"	170	2.5	180	6.6	167	4.6	174	2.8	174	6.9
5'00"	173	3.2	176	5.3	170	4.6	181	4.8	175	11.9

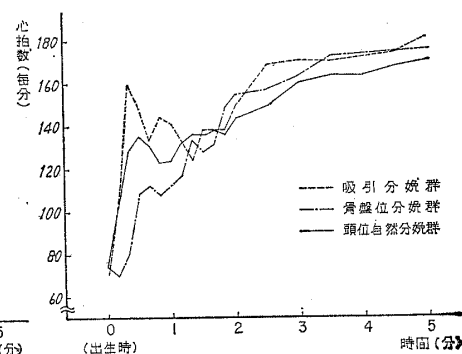
第2図 Apgar 指数別の心拍数変化



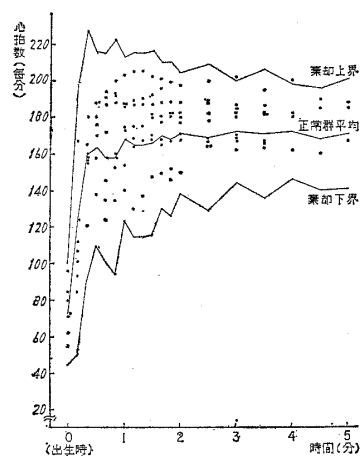
第3図 分娩様式別の心拍数変化 (Apgar 指数 8 以上)



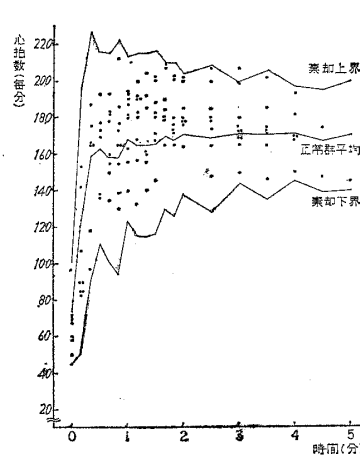
第4図 分娩様式別の心拍数変化 (Apgar 指数 7 以下)



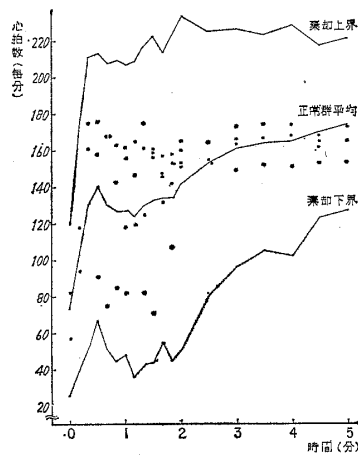
第5図 未熟児の心拍数変化 (Apgar 指数 8 以上)



第6図 巨大児の心拍数変化 (Apgar 指数 8 以上)



第7図 未熟児の心拍数変化 (Apgar 指数 7 以下)



が160~170に上昇するのがおくれる傾向が認められ、第I群に比し第II群は生後20秒から3分迄、第I群に比し

III群は生後10秒から3分迄、第II群に比しIII群は生後10秒から2分迄に各々統計学的に有意な徐脈がみられた。

(3) 分娩様式と児心拍数変動との相関：新生児をその分娩様式により頭位自然分娩群、吸引分娩群、骨盤位分娩群、帝王切開群の4群に分け各々の平均心拍数の変動を比較したものが第3表である。しかしながら既述の様に児心拍数は生後1分のApgar指数に極めて良く相関するので、各々の群をApgar指数により8点以上と7点以下の二つに分け各々について比較した。まずApgar 8以上の児については、第3図に示す様に頭位自然分娩群49例に比し吸引分娩群11例は出生後やゝ高い心拍数を示す傾向があるが、両者の間には生後50秒と1分10秒を除き統計学的に有意の差はない。骨盤位分娩群ではApgar 8以上の症例がなく、帝王切開群では手術操作のため記録の開始がおくれ、娩出50～60秒後に始めて心電図電極を装着し得たものが殆んどであるが、Apgar 8以上の4例ではいずれも生後1分で毎分170以上の心拍数がみられ、生後2分で平均188となった。

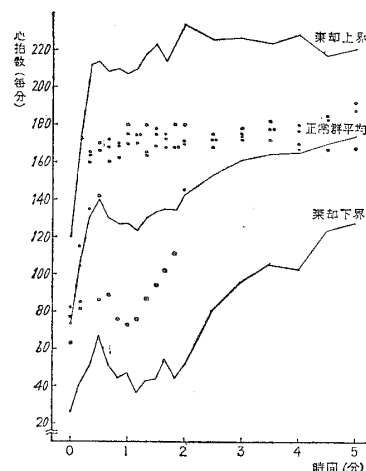
次にApgar 7以下の児については第4図に示すように頭位自然分娩群の33例に比し吸引分娩群の11例がやはり高い心拍数を示すが生後20秒を除き有意の差はなく、頭位自然分娩群に比し骨盤位分娩群10例が低い心拍数を示すが、生後10秒及び20秒を除き有意の差はない。吸引分娩群と骨盤位分娩群と比べれば生後10秒、20秒及び30秒で後者が有意の徐脈を呈する。

(4) 生下時体重と児心拍数との相関：第5図は頭位で娩出され生後1分のApgar指数が8以上で且つ生下時体重が2501～3599gの新生児45例と、同条件で娩出された体重2500g以下の未熟児9例との生直後の心拍数を比較したもので、未熟児の心拍数はすべて正常群の棄却限界の中にあり特に異つた心拍数変動はみられなかった。第6図は頭位正常体重群と頭位巨大児群(体重3600g以上)10例との心拍数の比較で、同様に両者の間に異つた心拍数変化を見出さなかった。

次に頭位で娩出された生後1分のApgar指数が7以下の正常体重群38例と同じく未熟児群4例との比較(第7図)、及び正常体重群と巨大児群4例との比較(第8図)においていずれも特に生下時体重により異つた心拍数変化は認められなかった。

(5) 啼泣開始時間と新生児心拍数変動との相関：新生児をその啼泣開始時間により第I群(啼泣開始が生後0秒から19秒迄)、第II群(啼泣開始時間20～39秒)、第III群(40～59秒)、第IV群(1分～1分59秒)及び第V群(2分以上)の5群に分けると、各々第I群58例、第II群25例、第III群10例、第IV群9例、第V群7例の平均毎分心拍数の変動は第4表及び第9図に示す通りである。各群の心拍数変動は第I群と比較して、第II群の生後10秒～40秒、第III群の生後20秒から2分30秒迄に夫々統計

第8図 巨大児の心拍数変化(Apgar指数7以下)



学的に有意の徐脈が認められた。

第10図は啼泣開始前10秒の心拍数と啼泣開始後10秒の心拍数の啼泣開始時間との相関を示したもので、啼泣開始後10秒前の心拍数が毎分100以下であったものが51例中33例あつたが、啼泣開始後10秒では51例中5例に減少しており、更に啼泣開始時間がおくれると啼泣開始前に

第4表 啼泣開始時間別の心拍数変化

群	I		II		III		IV		V	
啼泣開始時間	0～19"		20～39"		40～59"		1'～1'59"		2'以上	
例数	58		25		10		9		7	
	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差
出生時	75	2.9	75	3.7	62	3.7	69	5.9	72	8.4
10"	127	4.5	102	7.2	81	6.7	103	11.4	100	11.1
20"	162	3.5	139	6.9	127	13.5	135	14.0	127	21.1
30"	167	3.1	142	7.4	142	11.5	132	13.7	123	77.0
40"	157	4.1	143	7.1	126	12.7	143	11.4	99	8.2
50"	157	4.6	151	7.2	138	9.9	143	10.0	87	15.9
1'00"	162	3.9	161	7.4	145	10.3	149	9.3	73	5.1
1'10"	158	4.5	158	8.3	151	8.3	154	8.8	68	3.6
1'20"	160	3.7	149	8.9	149	11.3	162	4.3	69	5.1
1'30"	159	4.6	161	7.3	160	11.4	165	3.8	79	10.8
1'40"	160	4.6	173	5.9	156	6.0	164	3.7	86	7.5
1'50"	160	4.5	168	6.7	158	8.8	165	4.0	79	5.9
2'00"	167	2.4	167	6.9	171	5.1	161	7.3	82	11.0
2'30"	166	3.1	166	8.4	169	5.4	171	2.8	140	15.2
3'00"	167	2.7	171	6.5	171	4.4	175	2.8	157	12.9
3'30"	170	2.4	169	7.0	172	4.4	177	4.1	164	14.6
4'00"	172	2.0	165	8.1	172	3.0	178	5.1	164	19.4
4'30"	170	2.2	161	7.1	171	3.0	180	4.9	176	11.2
5'00"	173	2.5	165	5.4	174	4.8	184	6.6	177	12.9

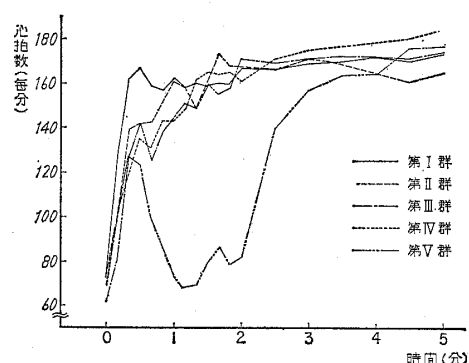
既に心拍数が増加している事が認められた。

II. 生後5分より生後7日に及ぶ標準肢誘導及び胸部誘導新生児心電図の経時的変化について

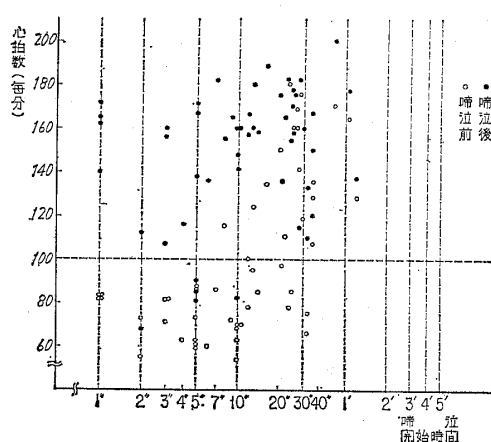
A. 標準肢誘導新生児心電図の変化

(1) 心拍数生後5分より7日目にわたる新生児平均毎分心拍数の時間的推移は第5表及び第11図に示す通りで、生後5分で最も高く175で、以後10分で158、30分で137、1時間で138、2時間で137、6時間で133、24時間で123、48時間で122と減少した後、生後7日では135とやゝ増加した。

第9図 啼泣開始時間別の心拍数変化



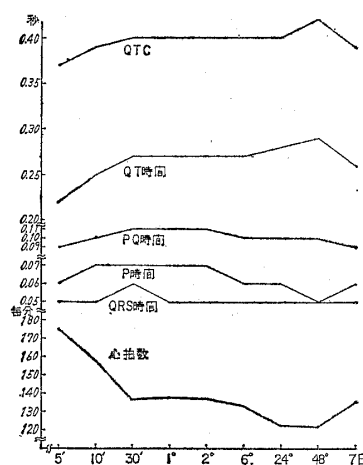
第10図 啼泣開始時間と心拍数の相関

第5表 心相数(毎分)及び各波の持続時間
(単位 1/100 秒)

生後時間	心拍数	P	PQ	QRS	QT	QTc
5分	175±2.9	6±0.2	9±0.2	5±0.2	22±0.9	37.2±0.36
10分	158±2.5	7±0.3	10±0.4	5±0.2	25±0.4	39.2±0.55
30分	137±1.6	7±0.2	11±0.3	6±0.2	27±0.5	40.2±0.65
1時間	138±2.2	7±0.2	11±0.3	5±0.2	27±0.5	40.2±0.58
2時間	137±3.7	7±0.2	11±0.2	5±0.1	27±0.6	40.2±0.66
6時間	133±3.6	6±0.2	10±0.2	5±0.1	27±0.5	39.6±0.52
24時間	123±2.0	6±0.2	10±0.2	5±0.1	28±0.5	40.2±0.54
48時間	122±2.9	5±0.2	10±0.3	5±0.2	29±0.8	41.8±0.78
7日	135±3.2	6±0.3	9±0.3	5±0.2	26±0.6	38.9±0.70

(2) P, PQ, QRS, QT時間及びQTc. 第5表の様にP時間は生後5分で平均0.06秒で、10分～2時間で0.07と増し、その後6～24時間で0.06, 48時間で0.05秒と減少した。PQ時間は生後5分で平均0.09秒が、10秒で0.10, 30分～2時間で0.11と延長し、以後6～48時間で0.10, 7日で0.09と短縮した。QRS時間は生後30分の0.06秒以外は平均0.05秒であつた。次にQT時間は生後5分で平均0.22秒, 10分で0.25, 30分～6時間で0.27, 24時間で0.28, 48時間で0.29と次第に延長したが、生後7日目には0.26秒とやや短縮した。QTcについては生後5分で平均0.372で10分で0.392, 30分～2時間で0.402, 6時間で0.396, 24時間で0.402, 48時間で0.418と次

第11図 心拍数及び各波の持続時間の時間的推移



第に増加したが生後7日目で0.389と減少した。

心拍数とP, PQ, QRS, QT時間及びQTcとの関係については、第11図に示す様に心拍数が生後5分より30分に至る迄に減少するにつれ、P, PQ, QRS及びQT時間更にQTcが増加する傾向がみられ、特に心拍数とQT時間には統計学的に負の相関を見出した。

(3) P波高及びT波高: P波については第6表に示す様に、 $P_{II} > P_I > P_{III}$ の順に大きく、生後5分で P_I は平均0.6mm, 以後10分～30分で0.7, 1～2時間で0.8と増加した後6時間で0.6, 24～48時間で0.5と減少したが生後7日目に0.7となつた。 P_{II} は5～30分で1.1mmでその後1～2時間で1.0, 6～24時間で0.9, 48時間で0.8と減少したが、7日目には1.0となつた。 P_{III} は5～30分で0.4mm以後1時間～7日で0.3mmであつた。

第6表 P波高及びT波高(単位mm)

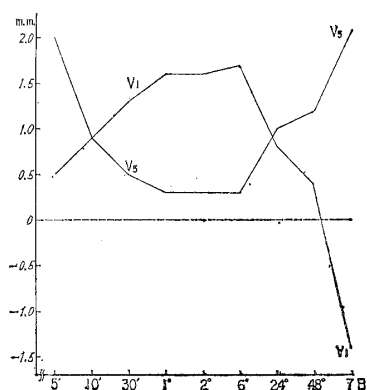
生後時間	P波高			T波高		
	I	II	III	II	V _I	V ₅
5分	0.6±0.06	1.1±0.06	0.4±0.05	0.9±0.09	0.5±0.26	2.0±0.22
10分	0.7±0.06	1.1±0.07	0.4±0.06	0.8±0.09	0.9±0.23	0.9±0.15
30分	0.7±0.04	1.1±0.06	0.4±0.04	0.8±0.07	1.3±0.19	0.5±0.09
1時間	0.8±0.05	1.0±0.05	0.3±0.03	0.7±0.06	1.6±0.19	0.3±0.07
2時間	0.8±0.06	1.0±0.04	0.3±0.04	0.8±0.05	1.6±0.19	0.3±0.07
6時間	0.6±0.06	0.9±0.06	0.3±0.04	0.8±0.08	1.7±0.23	0.3±0.07
24時間	0.5±0.05	0.9±0.06	0.3±0.05	1.0±0.08	0.8±0.22	0.9±0.12
48時間	0.5±0.05	0.8±0.09	0.3±0.05	0.7±0.07	0.4±0.30	1.2±0.13
7日	0.7±0.05	1.0±0.05	0.3±0.07	1.3±0.12	1.4±0.24	2.1±0.16

次にT波高は生後5分で0.9mmであつたが、10～30分で0.8, 1時間で0.7mmと減少し、その後2～6時間で0.8, 24時間で1.0, 48時間で0.9, 7日目に1.3mmと次第に増加の傾向がみられた。

(4) QRS電気軸: 第1誘導及び第Ⅲ誘導心電図のQRS棘より算出したQRSの電気軸の出生後の変化は第7表に示す通りで、生後5分では平均153°であるが、10分で142°と左方に移動し、その後は徐々に右方に戻り、6時間で148°となり、その後は24時間で141°、

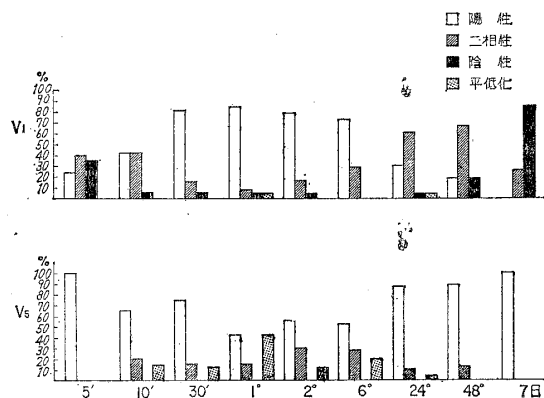
第7表 QRS電気軸

生後時間	QRS電気軸(度)
5分	153 ± 3.9
10分	142 ± 3.6
30分	144 ± 3.5
1時間	146 ± 3.3
2時間	147 ± 4.1
6時間	148 ± 4.5
24時間	141 ± 4.5
48時間	135 ± 5.8
7日	140 ± 6.2

第12図 胸部誘導 V₁ 及び V_s の T波高の時間的変化

第8表 胸部誘導のT波形の頻度

誘導	V ₁				V _s			
	陽性	二相性	陰性	平低下	陽性	二相性	陰性	平低下
5分	24%	40%	36%	—	100%	—	—	—
10分	47	47	5	—	65	20	—	15
30分	81	15	4	—	73	15	—	12
1時間	85	8	4	4	42	15	—	42
2時間	78	17	4	—	57	30	—	13
6時間	72	28	—	—	52	28	—	20
24時間	30	61	4	4	87	9	—	4
48時間	18	65	18	—	88	12	—	—
7日	—	24	76	—	100	—	—	—

第13図 胸部誘導 TV₁ 及び TV_s の波形の時間的変化

48時間で 135°, 7日目には 140° と再び左方に転じた。

B. 胸部誘導新生児心電図の変化

(1) TV₁ の波高と波形：右側胸部誘導である V₁ 誘導の T 波の平均波高の変化は第 6 表及び第 12 図に示す通りで、生後 5 分で平均 +0.5mm であるものが、10 分で +0.9, 30 分で +1.3, 1 時間で +1.6, 2 時間で +1.6, 6 時間で +1.7mm と高さを増したが、それ以後は 24 時間で +0.8, 48 時間で +0.4 と減少し、以後陰性に転じて生後 7 日目には平均 -1.4mm となつた。次に TV₁ の波形を陽性、二相性、陰性、平低波の 4 型に分類し、各々の波形の頻度を調べると、第 8 表及び第 13 図に示す通りで、生後 5 分の TV₁ では陽性波が 24% に対し、二相性波 40%、陰性波が 36% と二相性及び陰性を呈するものが大半を占めたが、生後 10 分では陽性波 47%、二相性波 40%、陰性波 5% と上向きに転じ、生後 30 分では陽性波が 81% を占めるに至つた。その後陽性波が 1 時間で 85%、2 時間で 78%、6 時間で 72% となつたが、生後 24 時間で陽性波は 30%、48 時間では 18% と減少して二相性及び陰性波が増加し、生後 7 日目では二相性波 24%、陰性波が 76% と大半が下向きになつた。即ち TV₁ の波形の生後の変化には生後 5～10 分を中心とした第 1 の変換点と、生後 24～48 時間を中心とした第 2 の変換点が認められた。

(2) TV_s の波高と波形：左側胸部誘導である V_s の T 波の平均波高の変化は第 6 表及び第 12 図の様で、生後 5 分で +2.0mm と高かつたが、以後 10 分で +0.9, 30 分で +0.5, 1 時間、2 時間及び 6 時間で +0.3mm と減少し、その後は 24 時間で +0.9, 48 時間で +1.2, 7 日目で +2.1mm と著明に増加した。この様な変化は第 12 図に示す通り、TV₁ の時間的推移とほぼ反対の方向に増減し、各々鏡像を形成した。

次に TV_s の波形については第 8 表及び第 13 図に示したように、生後 5 分では殆んど陽性波を示したが、生後 10 分で陽性波 65%、二相性波 20%、平低波 15% となり、生後 30 分でもほぼ同様であつたが、生後 1 時間では陽性波 42%、二相性波 15%、平低波 42% と平低下するものが増加した。その後は次第に陽性波を示すものが増加して、生後 24 時間では陽性波：87%、48 時間では 88%、7 日目では再び 100% が陽性となつた。

(3) V₁ の R/S 比：胸部 V₁ 誘導の QRS 棘において R 棘と S 棘との波高の比を求めるとその平均値は第 9 表及び第 14 図の通りいずれも 1 以上で、生後 5 分及び 10 分で平均 1.9, 30 分で 1.8, 1 時間で 1.9 であつたが 2 時間で 1.2, 6 時間で 1.3 と減少し、以後 24 時間で 1.5, 48 時間で 1.3, 7 日目には 1.8 と増加した。

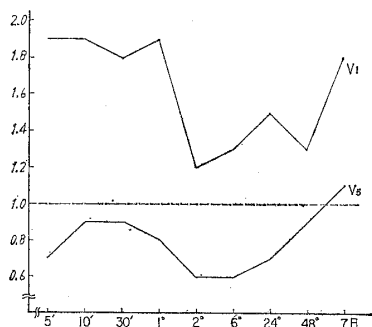
昭和40年9月1日

渡 辺

1007—69

第9表 胸部誘導における R/S 比

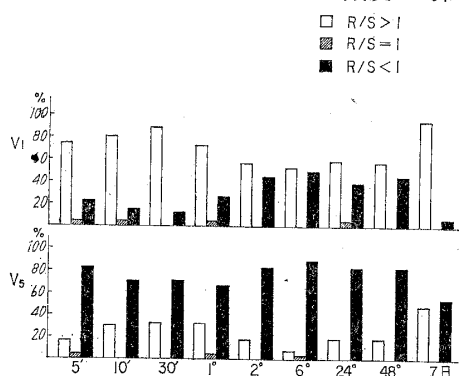
誘 導	V ₁	V ₅
5 分	1.9±0.25	0.7±0.07
10 分	1.9±0.21	0.9±0.15
30 分	1.8±0.14	0.9±0.08
1 時間	1.9±0.25	0.8±0.08
2 時間	1.2±0.13	0.6±0.08
6 時間	1.3±0.19	0.6±0.08
24 時間	1.5±0.21	0.7±0.13
48 時間	1.3±0.13	0.9±0.19
7 日	1.8±0.19	1.1±0.18

第14図 胸部誘導V₁及びV₅の R/S 比の時間的变化

第10表 胸部誘導の R/S 比の分類とその頻度

誘 導	V ₁			V ₅		
	R/S>1	R/S=1	R/S<1	R/S>1	R/S=1	R/S<1
5 分	74%	4%	22%	15%	4%	81%
10 分	80	5	15	30	—	70
30 分	88	—	12	31	—	69
1 時間	73	4	23	31	4	65
2 時間	57	—	43	17	—	83
6 時間	52	—	48	8	4	88
24 時間	58	4	38	17	—	83
48 時間	56	—	44	17	—	83
7 日	94	—	6	47	—	53

第15図 胸部誘導 R/S 比の分類の頻度の時間的变化



更に V₁ の R/S 比を 1 より大, 1 に等しい, 1 より小の三群に分類してその頻度を求めると第10表及び第15図の如く, 生後5分では 1 より大きいものが74%で, 以後10分では80%, 30分で88%と多くなり, その後は1時間 73%, 2時間 57%, 6時間で 52%, 24時間 58%,

48時間 56%と R/S 比が 1 より大きいものが減少したが, 生後7日目には再び94%と増加した。

(4) V₅ の R/S 比 : V₅ 誘導の R/S 比の生後の時間的变化は第9表及び第14図に示す通りで, 生後5分で平均 0.7であつたが, 10分, 30分, 1時間, 2時間, 6時間, 24時間, 48時間で平均各々 0.9, 0.9, 0.8, 0.6, 0.6, 0.7, 0.9と 1 より小さい値を示したが, 生後7日目に 1.1と 1 以上に達した。

又 V₅ 誘導における R/S 比を V₁ の場合と同様に分類すると第10表及び第15図の如く, 生後5分で 1 より小のものが81%を占め, 以後10分, 30分, 1時間で各々70%, 69%, 68%と減少した後, 2~48時間迄は大体83%となつたが, 生後7日目では 1 より小のものが53%と減少し, 1 より大のものが増加した。

IV. 考 按

成人の心臓においては迷走神経が心臓に副交感神経線維を送っていて, 大脳皮質や Baroreceptor よりの刺激が迷走神経を通じて反射性徐脈を生じ, 又外部刺激のない休止期においてもその中枢はたえず抑制の刺激を送っているため, 迷走神経を切断したり遮断したりすると心拍数は毎分 150~180に上昇すると言われる。又延髄の血管運動中枢より交感神経線維が心臓に達し, Chemoreceptor や, 大脳皮質, 呼吸中枢等の心臓に対する刺激を伝えるが迷走神経程その作用は著明でない。又内分泌されたカテコラミンや, 心臓の洞房結節に対する直接の刺激, 末梢血管に対する血中ガス分圧の作用等も心拍数の変化に著明な影響を与える。

この様に成人では心拍数変化の機序がある程度明らかであるが, Reynolds²⁶⁾ の指摘した様に胎児及び新生児の循環系機能は成人のそれと非常に異なっている。1946年 Barcroft²⁷⁾ は羊の胎児で迷走神経を切除すると心拍数が亢進し, 又ヒポキシアで観察される徐脈がアトロピンの投与で完全に遮断される事より羊の胎児及び新生児で既に迷走神経反射が発達している事を提唱した。しかし兎の新生児では出生1週後でなければ同様の反射機能が現われないと考えられている²⁸⁾。この種に種属差が著明であるが人間の新生児は丁度羊と兎の新生の発達のほぼ中間程度の発達が見られると言われている²⁷⁾。新生児の血管運動反射機能については, Woodbury 等²⁹⁾, Neligan 等³⁰⁾, Young 等³¹⁾及び Moss 等³²⁾によつて研究され新生児の機能が成人に比し非定型である事が見出されている。

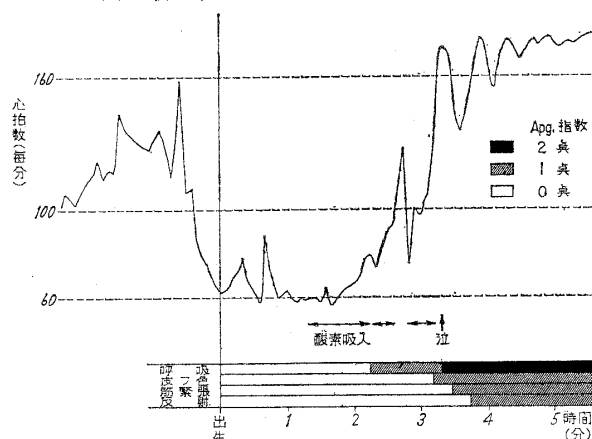
著者の観察ではまず第一に児の一般状態, 分娩様式, 生下時体重等に関係なく出生時の新生児毎分心拍数が平均72~74である事を見出した。この徐脈の原因として, 1)母体軟産道の胎児頭部圧迫に伴う脳圧亢進や脳神経中枢の軽度のヒポキシアのための迷走神経性の反射性徐

脈, 2)分娩中胎児が経験したヒポキシアが直接心臓洞房結節に働いたための徐脈, 3)母体産道の臍帯圧迫に伴う血行力学的変化のための徐脈等が有力なものと考えられる。しかしこの徐脈が児の一般状態, 分娩様式にとらわれずば一定である事は, この徐脈がある程度生動的なものの即ち迷走神経を介した反射性徐脈である可能性が強いと推測される。

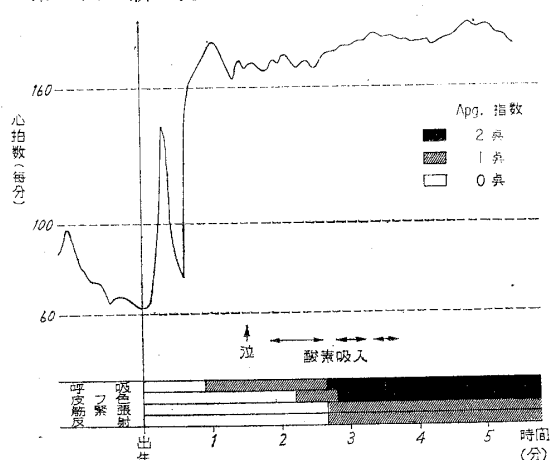
これを裏付けるものとして第16及び17図で示した症例の様に, 出生直後肺呼吸の確立が遅れ臨床的に新生児仮死のみられた例では, Barcroft²⁷⁾, Reynolds²⁶⁾, Bauer²⁸⁾等が動物実験時に認めた様に, この様な徐脈に続いて, 迷走神経中枢のヒポキシアに基づく心拍数の反跳現象がみられ, 更にヒポキシアが持続するとそのための徐脈が続いてみられる。この様な観察から新生児においては既に出生時より迷走神経反射が存在するものと推測される。

これに反し出生直後一般状態が良好で呼吸の確立の早い児では徐脈の後で反跳現象はみられず直ちに毎分 160 ~ 170 の頻脈を呈するに至る。又呼吸の確立の遅れた児でも一旦肺呼吸が始まり且つ安定すると同様の頻脈が見

第16図 新生児仮死の心拍数の時間的变化 I



第17図 新生児仮死の心拍数の時間的变化 II



られる。この頻脈の原因として, 1)肺胞拡張に伴う末梢血管抵抗の減少, 2)肺呼吸開始に伴う胸腔内圧変化のための静脈血環流の促進, 3)副腎其他におけるカテコラミン分泌の亢進, 4)血管運動中枢に対する作用等があげられるが, その原因は何にせよ分娩という一つの「低酸素経験」³³⁾によって生じた新生児体内組織の代謝異常を是正するための新生児の代償機能の一つと考えられ, 後述のP波波高の変化や胸部誘導心電図波形の変化も同様の意義を有すると思われる。

その後新生児心拍数は減少し生後30分で毎分 137, 24時間で 123となるが, この様な心拍数でも成人の心拍数に比較すると著明に速く, 新生児においては迷走神経機能が「ストレス」を受けた時のみ活動し, 成人と異なりその機能は静止期には極めて弱いものではないかと推測される。

新生児の出生直後の心拍数変化は前に述べた様に新生児の一般状態とよく相関し, Apgar 指数が高く肺呼吸が早期に確立された新生児においては早期に出生時の徐脈から離脱し, その後の心拍数も安定するが, Apgar 指数が低く肺呼吸の開始が遅れるか, 又はたとえ開始しても換気異常が見られる新生児においては徐脈がみられたり, 心拍数が非常に不安定である。Apgar²³⁾, Franklin 等³⁴⁾, Brady 等³⁵⁾及び Vallbona 等³⁶⁾は新生児心拍数の出生後の変化は肺呼吸と密接に関連すると述べている。

分娩様式と新生児心拍数との関連については著者は吸引分娩児に出生後やゝ速脈の傾向を, 骨盤位分娩児にやゝ徐脈の傾向を認めたが, 前者は頭部への圧迫, 後者は臍帯血行への圧迫が各々関係しているものと推察される。生下時体重については特に心拍数との間に相関は認められなかったが著者の未熟児例は例数も少なく比較的妊娠月数の進んだものであつたためとも考えられる。

新生児心電図について報告は多いが, Ziegler 及び Keith³⁷⁾が出生当日の心拍数平均を毎分 125 とし, Datey³⁸⁾が 131, 山内¹⁴⁾が 122としている様に, これらの報告がいずれも新生児心電図採取の起点を生後比較的時間を経た時期においていた事を示唆し必ずしも真の意味での出生直後の新生児心電図の追求を行っていたものでなかったと考えられる。

次に新生児心電図波形の変化については, 著者はまずP及びP 2時間共に出生後5分では比較的短いが, 生後10~30分にかけて延長しその後は生後2~48時間にわたり短縮の傾向を見出した。この後半の短縮は Ziegler¹⁾, Michaelson⁷⁾, Walsh⁹⁾等によって報告されている。QRS時間は Michaelson⁷⁾, 西村¹⁵⁾, 山内¹⁴⁾等と同じくあまり著明な変化を見出さなかったが, QT時間及びQTcは生後より生後30分にかけて延長して生後48時間に最長となり, 生後7日にやゝ短縮した。このQT時間及び

QTc の変化は新生児心拍数の変化と極めてよく相関し、これに反比例して増減する事を観察した。Ziegler¹⁾, Alimurung⁴⁾ 及び野村¹⁶⁾ もこれとほぼ同様の事を報告しているが、Furman⁵⁾ は心拍数とQTの間に相関はないと述べた。成人のPQ,QT,QTcは各々0.16, 0.40, 0.397とされているが³⁹⁾, 新生児心電図ではいずれも成人より短い。

P波波高はZiegler¹⁾, 野村¹⁶⁾, 山内¹⁴⁾, Michaëlson⁷⁾ 等と同様 $P_{II} > P_I > P_{III}$ の順に大きい事を認め、 P_{II} 及び P_{III} 波高が生後5~30分の間も高く、 P_I は生後1~2時間で最も高い事を見出した。この生後間もない時期のP波波高の比較的高値は新生児の肺呼吸確立への努力を反映するものと考えられる。

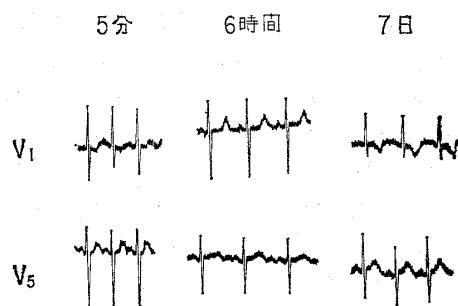
四肢誘導のT波は一般に平低で生後次第に高くなる事が知られているが¹⁴⁾¹⁶⁾, Stern等¹¹⁾は出生直後のT波はある程度高い波高を有するが生後間もなく平低化し、その後は次第に高くなると述べ、更に新生児へアドレナリンを投与すると平低化したT波が再び高くなると報告した。著者もStern等¹¹⁾と同様出生直後より高いT波が次第に低くなり、生後24時間を経て再び高くなる事を認めた。

QRS電気軸は成人では -30° から $+110^\circ$ を正常な範囲としているが、新生児心電図では成人の基準に比べ著明な右軸偏位を呈する。出生当日のQRS電気軸についてZiegler¹⁾は 137° , Michaëlson⁷⁾は 138° , Datey³⁸⁾は 130° , 野村¹⁶⁾は 140° と報告しているが、著者は生後5分で 153° であるが10分~6時間で $142^\circ \sim 148^\circ$ となり、その後 $140^\circ \sim 141^\circ$ になる事を認めた。このQRS電気軸は生後7日でも 140° と著明な右軸偏位を示す事から、左右短絡路の閉鎖や圧差の逆転等といった、出生直後の新生児循環系の機能的変化よりも心室の解剖学的大きさや位置⁴⁰⁾といった出生後の比較的徐々な変化に影響されるものと考えられる。

最後に胸部誘導新生児心電図においては、上述の標準肢誘導心電図よりも著明な変化がみられるが、中でも V_1 誘導のT波が最も著明な時間的変化を示す。即ち出生直後より5分迄は TV_1 が陰性波を呈するものが少なからず存在したが(第18図), 生後10~30分の間には大半が陽性波となり、生後6時間で TV_1 の波高は最高となるが、以後生後24時間で TV_1 の逆転即ち陰転化が始まり、生後7日では大半が陰性波となる。この後半の陰転化についてはZiegler¹⁾が生後24~48時間で開始し、4~7日で完成すると述べ、Datey³⁸⁾及びKeith³⁷⁾も同様の事を報告し、我が国においても兼子⁴¹⁾は陰転化の時期を24~72時間、野村¹⁶⁾は1日以降、浜田¹⁷⁾は4日以降と開始時期について時間の差はあれ同様の報告をしている。

しかしながら生後5~10分にみられる TV_1 の陰性又

第18図 胸部誘導T波の時間的变化



は二相性波より陽性波に転ずる事についての報告は見当らない。しかしStern等⁴²⁾の子宮内胎児における直接胸部誘導心電図の観察に於いても、又著者等が現在行っている動物実験による子宮内胎児心電図に於いても、子宮内では TV_1 が陰性である事が多い事から、出生後5~10分にこの陰性波が陽性波に転ずる事が多いものと考えられる。

TV_5 に於いては TV_1 と全く鏡像の様な変化がみられ、出生直後 TV_5 の波高は高く、陰性波を呈するものが殆んどであるが、生後10~30分で TV_5 の波高が減じ平低波及び二相性波が増加し、その後24~48時間で再び波高が高くなり生後7日で再び殆んどが陽性波となる。Ziegler¹⁾, Datey³⁸⁾その他によつてこの後半の変換点については述べられているが、前半の変換点についての報告は殆んどない。

この胸部誘導のT波の変化がどのような意義を有するかについて今日なお不明であるが、わずかにDupuis等⁴³⁾が生後ある程度時間を経て TV_1 が陰性となつた新生児に、アドレナリンを投与する事により TV_1 が、再び陽性となつた事から TV_1 の陽転化が肺動脈圧亢進といった肺呼吸適応の一過程にみられる新生児循環系の血行力学的変化を反映するのではないかと推測している。

胸部誘導のR/S比は V_1 においては、生後2~6時間にR/S比が低下、次いで生後7日にかけての上昇、 V_5 においては生後10分でR/S比が上昇した後2~6時間で低下、次いで生後7日にかけての漸高といったほぼ平行した一連の変化を見出した。しかしながら生後7日の V_5 を除いて、 V_1 では、高いR棘のため、 V_5 では深いS棘のため、前者ではR/S比が1より大、後者ではR/S比が1以下となる。

今迄の報告においてはDatey³⁸⁾はすべての新生児の V_1 のR/S比が1以上と述べ、Furman⁵⁾は45%の V_1 のR/Sが以下、Walsh¹⁰⁾は32~36%のものが1以下と述べているが、この相違はある程度心電図を採取した時期の相違によるものと推測される。R/S比の有する臨床的意義についてKeith³⁷⁾は正常成熟児では V_1 誘導のR/S比が1以下となるものが18%あるのに対し、呼吸困

難症候児の45%, 未熟児の50%が R/S 比1以下となつた事から, これが呼吸の病理と関係があるのではないかと述べ, 更に Castellanos 等⁴⁰⁾は I 誘導と V₆ 誘導の著明に高い R 棘は V₆ の陰性 T 波, 心臓の左軸偏位と共に新生児の左室肥大の根拠となり, V₁ 誘導の異常に高い R 棘, V₆, V₅ の異常に深い S 棘は全胸部の陽誘導性 T 波, 心臓の右軸偏位と共に新生児の病的な右室肥大の診断に用いられると述べた. 著者の得た R/S 比の推移は解剖学的な右室肥大は別として, 血行力学の変化に基く両室起電力の相対的な推移を示しているのではなからうか.

V. 結 語

著者はまず分娩第Ⅱ期後半に胎児先進部に附着させた心電図電極を利用し, 出生後も新生児心拍数を測定出来る事を見出し, 新生児 131例について, 娩出時より娩出後 5 分にわたる心拍数変化を経時的に測定し, 次の結果を得た.

1) 正常な新生児においても娩出時毎分平均73の徐脈がみられ, 生後10秒では 124, 20秒では 159と心拍数が増加し, 以後 5 分までほぼ安定した 160~170の頻脈がみられる.

2) 新生児心拍数の変動は出生 1 分後の Apgar 指数とよく相関し, Apgar 指数の低い新生児は長く持続する徐脈と不安定な心拍数を示す.

3) 吸引分娩児にやゝ頻脈, 骨盤位分娩児にやゝ徐脈の傾向を認めた以外, 分娩様式及び生下時体重と新生児心拍数との相関は少ない.

4) 呼吸の確立及び安定が新生児心拍数の変動に極めて大きい影響を及ぼす.

次に著者は母体に産科的合併症がなく経陰的に娩出され, 生後 1 分の Apgar 指数が 8 点以上, 生下時体重 2501 g 以上の新生児 30例について, 出生後 5 分より出生当日を主として生後 7 日に及ぶ標準肢誘導及び単極胸部誘導心電図の変化を観察し, 次の結果を得た.

1) 出生 5 分後では毎分 175の頻脈が見られその後生後 30分には毎分 137と減ずるが, これに伴い P, P Q, Q R S, Q T 時間及び Q Tc が延長し, T 波波高が減ずる. P 波は高い. V₁ の T 波は陰性又は二相性波が多いが次第に陽性に転じて波高を増し, V₆ の T 波は陽性であるが波高を減ずる. R/S 比はこの時期に高い.

2) 出生後 24~48 時間で心拍数は 122と最低となり以後生後 7 日には 135と漸増するが, P Q が短縮, Q T 及び Q Tc は生後 48 時間で最高となつた後短縮, T 波波高は増大する. V₁ の T が陰性化し, V₆ の T が波高を増大し, V₁ 及び V₆ の R/S 比はいずれも生後 2~6 時間で最低となつた後生後 7 日に向つて増大する.

3) この様に生後 5~10 分の間と, 24~48 時間の間とに二つの変換点が認められ, 特に胸部誘導の T 波に著明

な変化がみられる.

なお本論文の要旨は昭和 39 年 3 月 26 日, 第 16 回日本産科婦人科学会総会で発表した.

稿を終るにあたり, 御懇篤な御指導, 御校閲を賜つた恩師橋本教授に深く感謝致します. 又本研究に御協力下さつた岡山赤十字病院秋本副院長, 岡山市産院高知院長, そして又つねに変わぬ御教示, 御鞭撻をいただいた国立福山病院金岡医長, 本学武田助手に感謝致します.

文 献

- 1) Ziegler, R.F.: Electrocardiographic Studies in Normal Infants and Children, C.C. Thomas, Pub., Ill. 1951. —2) Wasserburger, R.H.: The Normal and Abnormal Unipolar Electrocardiogram in Infants and Children, Williams & Wilkins Co., Md. 1963. —3) Gross, G. et al.: Pediatrics 8 : 349, 1951. —4) Alimurung, M.M. et al.: Circulation 4 : 420, 1951. —5) Furman, R. A. et al.: J. Pediat. 39 : 307, 1951. —6) Kessel, I.: Brit. Heart J. 15 : 430, 1953. —7) Michaëlsen, M.: Acta paediat. 48: Suppl. 117, 108, 1959. —8) Walsh, Z.: Amer. Heart J. 66 : 36, 1963. —9) Walsh, Z.: Brit. Heart J. 25 : 42, 1963. —10) Walsh, Z.: Brit. Heart J. 25 : 784, 1963. —11) Stern, L. et al.: Acta paediat. 49 : 329, 1960. —12) Stern, L. et al.: Biol. Neonat. 2 : 34, 1960. —13) Southern, E.M.: Am. J. Obst. & Gynec. 73 : 233, 1957. —14) 山内啓年: 福岡医誌, 49 : 3002, 1958. —15) 西村正: 新潟医学会誌, 73 : 641, 1959. —16) 野村長正: 産婦の進歩, 12 : 837, 1960. —17) 浜田琢他: 児科臨床, 10 : 5, 1957. —18) 小川玄一他: 産婦治療, 7 : 711, 1963. —19) 杉村茂子: 東女医大誌, 30 : 1127, 1960. —20) 三戸博史: 広島医学, 4 : 1324, 1956. —21) 小川玄一他: 北産婦誌, 8 : 124, 1957. —22) 武田佳彦, 渡辺順二: 日産婦誌, 13 : 1247, 1961. —23) Apgar, V.: Anesth. & Analg. 32 : 260, 1953. —24) Goldman, M.J.: Principles of Clinical Electrocardiography, Maruzen Asian Edition, 1964. —25) Ganong, W.F.: Review of Medical Physiology, Maruzen Asian Edition, 1963. —26) Reynolds, S.R.M.: Clin. Obst. & Gynec. 3 : 834, 1960. —27) Barcroft, J.: Researches on Pre-natal Life, Blackwell Sci. Pub., Oxford, 1946. —28) Bauer, D.J.: J. Physiol. 93 : 90, 1938. —29) Woodbury, R.A. et al.: Am. J. Physiol. 133 : 472, 1938. —30) Neligan, G.A.: Pediatrics 26 : 735, 1960. —31) Young, I.M. et al.: Brit. Med. J. 2 : 276, 1958. —32) Moss, A.J. et al.: Pediatrics 32 : 175, 1963. —33) Dawes, G.S.: J. Physiol. 152 : 271, 1960. —34) Franklin, R.R. et al.: Obst. & Gynec. 23 : 28, 1964. —35) Brady, J.P. et al.: Am. J. Obst. & Gynec. 84 : 1, 1962. —36) Vallbona, C. et al.: Biol. Neonat. 5 : 159, 1963. —37) Keith, J.D. et al.: J. Pediat. 59 : 167, 1961. —38) Datey, K.K. et al.: Brit. Heart J. 22 : 175, 1960. —39) Spector, W.S. ed.: Handbook of Biological Data, W.S. Saunders, 1956, p. 288. —40) Emery, J.L. et al.: Brit. Heart J. 22 : 563, 1960. —41) 兼子和彦他: 日産婦誌, 16 : 734, 1964. —42) Stern, L. et al.: Biol. Neonat. 3 : 49, 1961. —43) Dupuis, C. et al.: J. Pediat. 52 : 649, 1958. —44) Castellanos, A., Jr. et al.: J. Pediat. 62 : 827, 1963.

(特別掲載 No. 1885 昭40・6・7 受付)