

正常小兒의 收縮期時間間隔에 關한 研究

서울大學校 醫科大學 小兒科

尹 龍 洙 · 洪 彰 義

= Abstract =

A Study on the Systolic Time Intervals in Normal Children

Yong Soo Yoon, M.D. and Chang Yee Hong, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Seoul National University

The systolic time intervals were measured on 388 normal children, ranging from 8 months to 15 years of age by using simultaneous recordings of the electrocardiogram, phonocardiogram and carotid or axillary arterial pulse.

The statistical methods were applied to study the influence of age, sex and heart rate(HR) on these intervals.

The results were as follows.

1. The regression equation of QS_2 was $-1.60 \text{ HR} + 480 \pm 16 \text{ msec}$ in males and $-1.68 \text{ HR} + 492 \pm 15 \text{ msec}$ in females, respectively.
2. The regression equation of LVET was $-1.13 \text{ HR} + 359 \pm 10 \text{ msec}$ in males and $-1.21 \text{ HR} + 369 \pm 13 \text{ msec}$ in females, respectively.
3. The regression equation of PEP was $-0.58 \text{ HR} + 133 \pm 9 \text{ msec}$ in males and $-0.58 \text{ HR} + 128 \pm 9 \text{ msec}$ in females, respectively.
4. The PEP/IVET ratio was 0.29 ± 0.04 in males and 0.30 ± 0.06 in females.
5. There was no sex difference in various systolic time intervals, and age had a slight influence but it was negligible for clinical use.
6. According to the regression equations of QS_2 , LVET, and PEP to the heart rate, QS_2 and LVET were found to be more inversely correlated with heart rate than PEP.

I. 緒 論

心機能을 평가하는 方法에는 여러가지가 있으나 1874年 Garrod¹⁾가 非觀血的으로 심장주기의 左心室驅血時間을 측정하여 心搏動數와 逆相關關係가 있음을 보고한 이래 收縮期時間間隔(Systolic time Interval:STI)에 對한 많은 研究가 이루어졌고 특히 Weissler等^{2~7)}은 이를 이론적으로 分析, 發展시켜 臨床的 利用을 보편화 시켰다.

Werf等⁸⁾은 頸動脈波에서 間接的으로 測定한 收縮期時間間隔은 直接方法인 心導子法으로 測定한 收縮期

時間間隔과 일치함을 보고한 것으로 보아 收縮期時間間隔은 左心室機能을 알 수 있는 臨床的으로 有用한 非觀血的 測定值라 하겠다.

그러나 지금까지 대부분의 研究結果들은 주로 成人을 對象으로 연구한 발표가 있으나 心搏數를 變數로 하는 收縮期時間間隔의 推定正常值를 산출하는 回歸方程式을 각기 다르게 보고하고 있어^{9~13)} 이는 測定하는 기술적 차이, 제한된 年齡層, 혹은 적은 例를 對象으로 한 結果로 생각된다.

國內에서도 成人을 對象으로 한 收縮期時間間隔의 研究, 發表는 몇몇 있으나^{14~16)} 小兒를 對象으로 한 연구결과가 없어 저자는 健康한 어린이 388명을 對象으

로 정상 소兒의 收縮期時間間隔을 性別 및 年齡別로 觀察하여 그 結果를 報告하는 바이다.

II. 研究對象 및 方法

研究對象은 서울大學校病院 小兒科의래에 豫防接種을 받기 위해 來院한 心血管系 질환이 없는 嬰乳兒와 서울 시내의 미술원 및 유치원 아동, 그리고 서울시 학교건강 관리소를 이용하는 健康한 學童期 어린이들을 對象으로 하였다. 男兒 236例, 女兒 257例, 總 493例를 檢査하였으나 이들중 STI 測定時 협조가 잘되어 頸動脈波, 心音圖 및 心電圖가 同時에 깨끗이 記錄된 男兒 185例, 女兒 203例의 檢査치만을 對象으로 分析하였다(第1圖).

檢査에 使用한 機器는 「Model VR-12 Simultrace recorder」 (Electronics for medicine)와 이것에 부착되어 있는 transducer와 microphone을 使用하였으며 기록된 被檢者로 하여금 최소한 5분이상 安靜을 取하게 한 다음 仰臥位로 呼氣末에 呼吸運動을 中止한 상태에서 기록하였으나 실제 5~6세 미만의 어린이는 呼吸을 中止할 수 없어 自然呼吸狀態下에서 記錄하였으

며 협조가 잘 되는 어린이만을 對象으로 하고 鎮靜劑를 투여하지 않았다. 記錄時 紙速은 100 mm/sec로 하였다. 心電圖는 작은 Q波가 잘 보이는 肢誘導나 rS complex를 보이는 右側胸部誘導를 택하고 心音圖는 100~500 Hz frequency band를 利用 左側 第2肋間에 固定하여 第2心音의 大動脈成分이 잘 보이도록 하였다. 動脈波는 Weissler等⁴⁾이 記述한대로 대부분 頸動脈搏動이 가장 강한 下頭骨角의 直下部에서, 小數 嬰乳兒에서는 腋窩動脈搏動이 가장 강한 大胸筋의 부착 부위 아래서 polyethylene tube로 연결된 갈대기 모양의 transducer를 손으로 固定해서 記錄하였다.

收縮期時間間隔은 5~10個의 心週期를 分析하여 그 平均值를 使用하였다. 各 收縮期時間 間隔은 第2圖와 같으며 다음과 같이 測定하였다.

1) 電氣機械的收縮期(Total electromechanical systole, OS₂): 心電圖上 QRS群 始作으로부터 心音圖上 第二心音의 最初 高振動音波始作까지의 時間.

2) 左心室驅血時間(Left ventricular ejection time, LVET): 動脈波의 急激히 上昇하기 始作하는 點부터 incisural notch까지의 時間.

3) 驅血前期(Pre-ejection period, PEP): 電氣機械

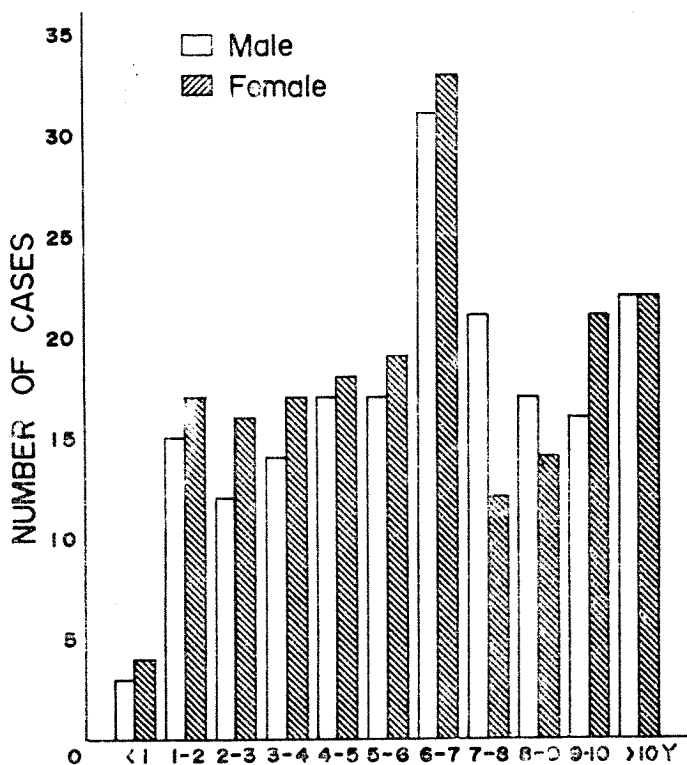


Fig. 1. Age and Sex distribution.

Table 1. Mean Values \pm SD for phase duration in Six Age Groups

Age Group	Sex	No.	Age/Mo.	HR	Wt(kg)	M ²	QS ₂	LVET	PEP	QS ₁	ICT	PEP/LVET
1~2Y	M	18	1/6 \pm 2.8	135 \pm 21	11 \pm 1.9	0.51 \pm 0.06	264 \pm 23	207 \pm 19	56 \pm 6.3	36 \pm 4	17 \pm 1.5	0.28 \pm 0.03
	F	21	1/7 \pm 3.9	133 \pm 18	11 \pm 1.8	0.52 \pm 0.06	255 \pm 18	208 \pm 21	57 \pm 7.1	37 \pm 5.5	17 \pm 2.7	0.27 \pm 0.04
2~4Y	M	26	3/4 \pm 5.5	115 \pm 17	14 \pm 1.2	0.62 \pm 0.03	300 \pm 23	235 \pm 16	65 \pm 7.0	43 \pm 5.5	21 \pm 2.6	0.28 \pm 0.05
	F	33	3/6 \pm 4	113 \pm 15	14 \pm 1.1	0.63 \pm 0.02	301 \pm 19	234 \pm 15	67 \pm 7.7	44 \pm 4.2	21 \pm 2.0	0.28 \pm 0.03
4~6Y	M	34	5/2 \pm 5.3	103 \pm 15	17 \pm 1.3	0.7 \pm 0.09	316 \pm 22	244 \pm 18	72 \pm 12	49 \pm 6.8	23 \pm 3.5	0.28 \pm 0.04
	F	37	5/4 \pm 3.7	107 \pm 14	16 \pm 2.8	0.66 \pm 0.09	312 \pm 17	242 \pm 13	70 \pm 8.6	47 \pm 7.2	23 \pm 3.3	0.29 \pm 0.04
6~7Y	M	31	6/7 \pm 8.8	96 \pm 14	19 \pm 2.6	0.78 \pm 0.05	326 \pm 21	249 \pm 18	77 \pm 11	52 \pm 5.5	25 \pm 4.6	0.31 \pm 0.05
	F	33	6/8 \pm 7.4	100 \pm 14	18 \pm 3.4	0.77 \pm 0.13	323 \pm 18	246 \pm 13	77 \pm 8.8	53 \pm 6.3	26 \pm 3.0	0.31 \pm 0.04
7~10	M	38	8/7 \pm 9.7	88 \pm 13	23 \pm 4.5	0.87 \pm 0.09	341 \pm 20	261 \pm 12	82 \pm 15	55 \pm 6.7	27 \pm 3.2	0.31 \pm 0.04
	F	36	8/6 \pm 3.4	92 \pm 13	24 \pm 3.7	0.89 \pm 0.11	336 \pm 22	259 \pm 17	80 \pm 11	54 \pm 7.2	26 \pm 5.7	0.32 \pm 0.04
10~15Y	M	38	13/8 \pm 4.5	79 \pm 14	35 \pm 2.7	1.17 \pm 0.16	356 \pm 24	271 \pm 23	86 \pm 17	58 \pm 5.7	30 \pm 2.0	0.30 \pm 0.05
	F	43	13/8 \pm 7.5	80 \pm 12	36 \pm 7	1.19 \pm 0.21	357 \pm 23	273 \pm 19	85 \pm 10	57 \pm 6.0	29 \pm 4.0	0.31 \pm 0.03
Total	M	185	7/3 \pm 9.1	97 \pm 20	22 \pm 7	0.83 \pm 0.24	325 \pm 35	248 \pm 25	77 \pm 13	52 \pm 6.0	25 \pm 4.7	0.29 \pm 0.04
	F	203	7/6 \pm 7.5	98 \pm 19	23 \pm 10	0.84 \pm 0.29	326 \pm 37	249 \pm 28	78 \pm 11	53 \pm 5.7	25 \pm 3.3	0.30 \pm 0.06
Total	M+F	388	7/5 \pm 4.2	97 \pm 10	23 \pm 9	0.84 \pm 0.27	325 \pm 36	249 \pm 26	77 \pm 14	52 \pm 7.2	25 \pm 5.5	0.30 \pm 0.04

의收縮期에서 左心室驅血時間을 뺀 時間.

4) 機械的收縮期(Mechanical systole, S_1S_2): 心音圖上 第一心音의 最初 高振動音波 始作부터 第二心音

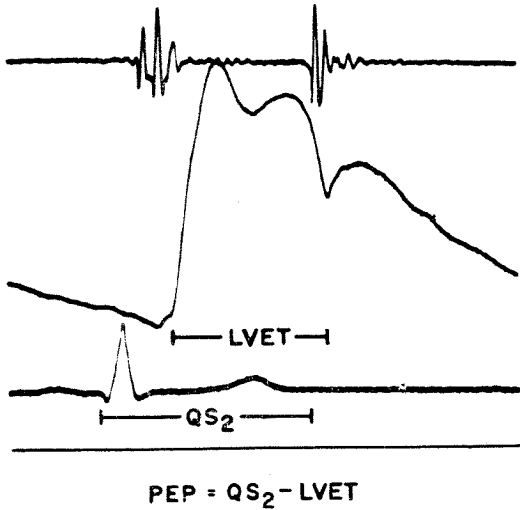


Fig. 2. Simultaneous tracing of electrocardiogram, phonocardiogram, and carotid arterial pulse at 100 mm/sec paper speed illustrating the measurement of QS_2 , LVET, and the calculation of PEP(QRS, total electromechanical systole; LVET, left ventricular ejection time, and PEP, preejection period).

의 最初 高振動音波 始作까지의 時間.

5) 電氣機械的 遲延時間(Electromechanical delay, QS_1): 電氣機械的 收縮期에서 機械的 收縮期를 뺀 時間.

6) 等容收縮時間(Isovolumic contraction time, ICT): 機械的 收縮期에서 左心室驅血時間을 뺀 時間.

이들 收縮期時間間隔은 男女 두 群으로 나누어 TID programable calculator를 이용, 心搏數로 矯正을 하지 않은 각 年齡別 여섯 group의 平均値를 求한 다음 Weissler 등²⁾의 方法으로 心搏動數를 變數로 하는 回歸方程式을 求하여 이들을 年齡 및 性別과의 相互關係를 比較觀察하였다.

Ⅲ. 成 績

여섯 年齡層의 男女別 各 收縮期時間間隔의 平均値는 表 1과 같고 全體의으로 뿐만 아니라 各 年齡群에서도 平均値의 男女別 差異는 有意하지 않았다($p > 0.05$).

1) 電氣機械的 收縮期(QS_2)와 左心室驅血時間(LVET).

QS_2 와 LVET는 心搏數와 統計學的으로 有意한 逆相關關係(表 2)를 나타내어 心搏數가 減少하면 길어지고 心搏數가 增加하면 짧아진다. 둘다 年齡이 增加함

Table 2. Systolic Time Intervals* in Normal Children: Regression Data

	Sex	Regression equation	SD	R.
QS_2	M	$-1.60 \text{ HR} + 480$	16	-0.88
	F	$-1.68 \text{ HR} + 492$	15	-0.84
LVET	M	$-1.13 \text{ HR} + 359$	10	-0.81
	F	$-1.21 \text{ HR} + 369$	13	-0.79
PEP	M	$-0.58 \text{ HR} + 133$	9	-0.71
	F	$-0.53 \text{ HR} + 128$	9	-0.69
	M + F	$-0.55 \text{ HR} + 130$	10	-0.71
QS_1	M	$-0.4 \text{ HR} + 90$	6	-0.65
	F	$-0.4 \text{ HR} + 89$	7	-0.67
ICT	M + F	$0.12 \text{ Mo} + 15$	5	0.57

* Expressed in msec.

Abbreviations: R=multiple correlation coefficient.

HR=Heart Rate,

Mo=age in months.

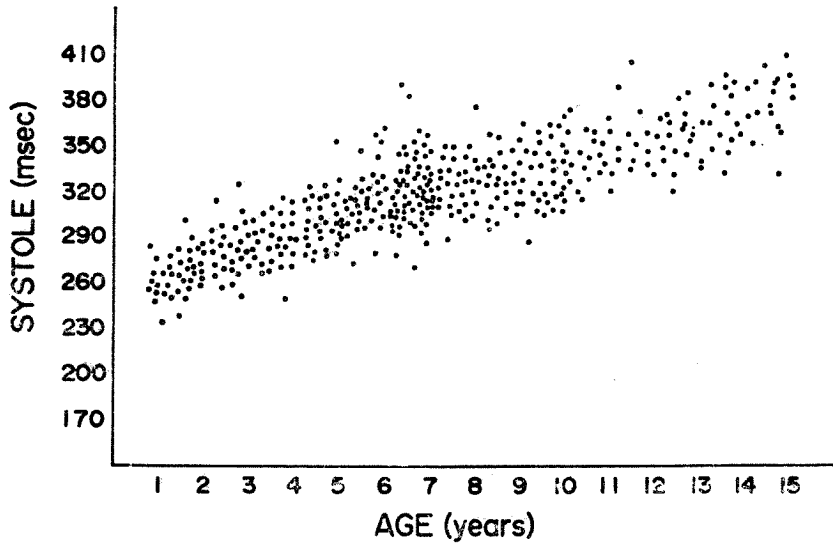


Fig. 3. Duration of systole(Q-S₂) vs age

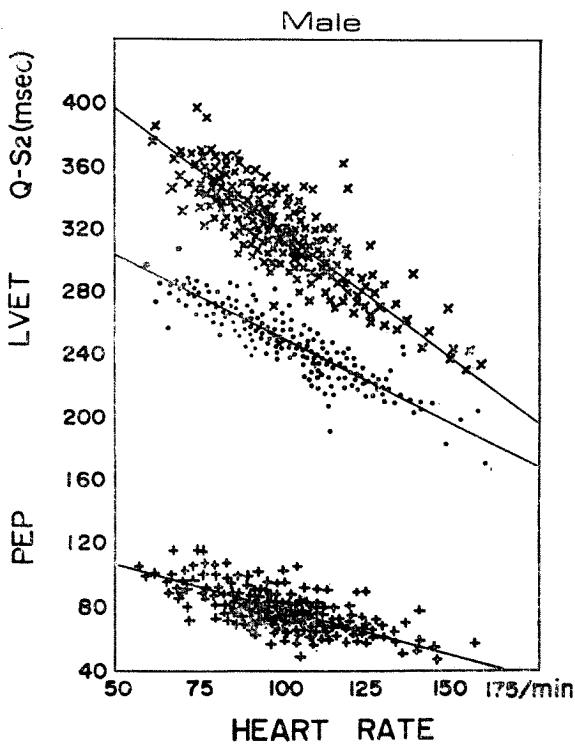


Fig. 4. Regression data in males for Q-S₂, LVET and PEP.

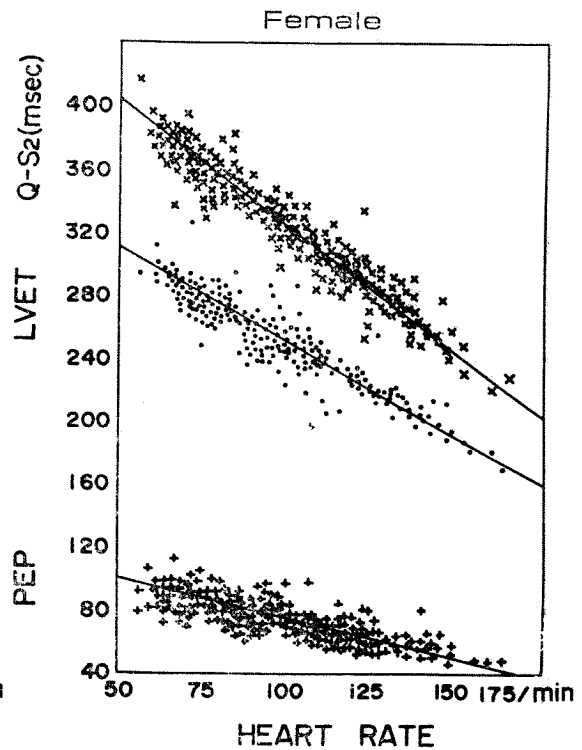


Fig. 5. Regression data in females for Q-S₂, LVET and PEP

에 따라서 比例關係는 없으나 다소 길어짐을 알 수 있으며, 性別의 차이는 없었다(第3圖).

이를 男女別로 그림으로 보면 각각 第4圖 및 第5圖과 같다.

QS₂ 및 LVET는 두 가지 즉 心搏數와 年齡의 영향을 받는데 年齡만의 영향을 알아보기 위해 對象者中心搏數가 分當 100 ± 2.5 인 兒童 46名에서 年齡과 QS₂와의 關係를 그림으로 表示한 것이 第6圖이다. 즉 어

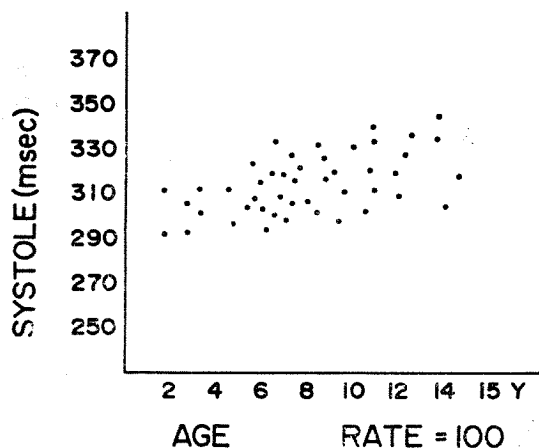


Fig. 6. Duration of systole(QS_2) vs age for children in the study with a heart rate of 100 ± 2.5 beats/min(46).

Table 3. Normal standards for Systolic Time Intervals* in Normal Children

Equation	Normal value	SD.
$QS_2I(\text{Males}) = 1.60 \text{ HR} + QS_2$	480	16
$QS_2I(\text{Females}) = 1.68 \text{ HR} + QS_2$	492	15
$LVETI(\text{Males}) = 1.13 \text{ HR} + LVET$	359	10
$LVETI(\text{Females}) = 1.21 \text{ HR} + LVET$	369	13
$PEPI = 0.55 \text{ HR} + PEP$	130	10
$PEP/LVET$	0.3	0.04

* Expressed in msec.

Abbreviations: QS_2I , $LVETI$, $PEPI$ =Index value for QS_2 , $LVET$, and PEP , respectively.

면 심박수에서라도 연령이 증가함에 따라 QS_2 의 절대치는 다소 길어진다.

2) 血驅前期(PEP)

PEP도男女 모두 심박수와 有意한 逆相關關係를 나타내며(表 2, 第3圖) 成長함에 따라 다소 길어져서 전체 收縮期時間에서 차지하는 比率도 增加함을 알 수 있다($PEP/LVET: 0.28 \rightarrow 0.30$).

PEP은 QS_1 과 ICT 로 구성되는데 QS_1 은 심박수와 연령에 다같이 영향을 받아 심박수가 느릴수록, 나이가 많을수록 길어지고 특히 심박수와 상당히 有意한 逆相關關係를 나타내며 반면(表 2), ICT 는 연령이 증가할수록 길어지기는 하나 소폭에 그치며 심박수와는 相關關係가 없음을 알 수 있다.

3) PEP/LVET 比

年齡, 심박수와 無關하게 일정한 數值이며($0.28 - 0.32$) 심박수가 빠를수록 약간 減少하나 統計學的으로 有意한 差異는 아니어서 실제 利用에는 그 差異를 무시해도 좋을 것 같다.

즉 正常人에서 性別, 年齡 및 심박動數에 對한 回歸方程式은 心疾患으로 인한 收縮期時間間隔의 變動을 研究하는데 基本的 資料를 提供하는데 저자는 上記結果로서 Weissler 등²²⁾의 回歸方程式을 求하는 같은 方法으로 各 收縮期時間間隔指數를 그 變動을 觀察한 바 韓國小兒의 正常値는 表 3과 같다.

IV. 考 按

收縮期時間間隔(STI)은 心臟機能을 評價하는 非觀血的 檢査中 하나로서 重要的 위치를 차지하고 있으며 조작이 간단하고 患者에게 주는 고통이 別로 없으며 몇번이고 반복하여 檢査할 수 있어서 臨床적으로 매우 有用하다 하겠다. 실제로 “非觀血的”(non-invasive)란 用語도 STI와 關聯해서 처음 使用하였다¹⁷⁾. 그러나 STI는 주로 左心室의 機能狀態를 觀察하는 것이지 결코 여러가지 心疾患의 鑑別診斷에는 큰 도움이 못 되며 左心室의 機能을 評價하는 다른 檢査와 比較하여 지표로 삼아야 함은 어느 한가지 非觀血的 檢査만으로 臨床의 정보를 모두 다 얻을 수는 없기 때문이다. 또 STI는 심搏出量 및 ejection fraction 등의 減少와 密接한 關係가 있으며¹⁸⁾ 等容性 左心室壓의 變動과도 關係가 깊어 心臟의 病的 狀態에서 左心室의 機能을 잘 나타낼 뿐 아니라 臨床적으로 아무 所見이 없거나 病狀이 輕微할 때도 異狀所見으로 나타나는 수가 많고¹⁹⁾ 최근 病的 狀態에서 STI의 變化에 對한 研究結果가 많이 발표되고 있다^{2,9,20,21)}.

STI의 測定은 心電圖, 心音圖 및 動脈波를 同時に 正確한 記錄이 重要한데 心電圖에서는 心室의 初期脫分極을 잘 볼 수 있는 誘導의 선택이 重要하며²²⁾ 動脈波는 모양이 일그러지지 않고 급격히 上昇하기 始作하는 點과 incisural notch가 분명해야 하며 心音圖上 第二心音의 最初高振動音波始作部位가 깨끗이 記錄되어야 세가지 가장 基本的이고 重要的 STI 즉 QS_2 , $LVET$ 및 PEP 를 正確히 測定할 수 있다. 嬰兒에서는 약간의 異論이 있으나 頸動脈波 대신 腋窩動脈波를 記錄해도 좋은 것으로 되어 있다^{18,23)}. 그러나 저자마다 STI를 測定하는 方法이 조금씩 다르며 小兒의 正常値 및

年齡이나 心搏數의 영향에 對한 所見도 서로 달라 혼동을 일으키고 있는 실정이다^{2,5,10,13,24}. 최근 成人에서는 頸動脈 대신 胸骨上切痕(suprasternal notch)에서 大動脈波를 직접 記錄하는 方法이 시도되고 있으며²¹ 한편으로 STI의 推定正常値를 算出하는 方程式이 여러 學者들에 의해 제안된 것이 있으나 一般의 方法으로 Weissler 등^{2,4}의 方法을 많이 使用하며 比較的 正確하고 여기서 求한 回歸方程式을 成人의 正常値로 認定하고 있다. 成人에서는 男女사이에 回歸方程式이 약간 差異가 나며 STI와 心搏數사이에 逆相關關係가 있음은 오래전부터 알려져 왔다²⁶. 心兒에서는 嬰兒期부터 思春期까지 STI가 거의 일정하게 길어지며 특히 LVET보다 PEP가 더 增加한다는 報告가 있다^{27,28}. 반면 Harris 등^{9,11,12,13}은 小兒에서도 成人에서와 마찬가지로 LVET와 心搏數는 逆相關關係이고 年齡과는 전혀 相關이 없다고 하였으나 Golde 등¹⁰은 心搏數 뿐만 아니라 年齡도 STI에 상당한 영향을 준다고 하였다. 成人에서도 60세 이상 老年層에서는 心搏數뿐만 아니라 年齡이 LVET와 상당한 關係가 있다는 報告가 있다²⁸.

따라서 著者は 韓國小兒를 對象으로 STI를 測定, Weissler 등의 方法으로 回歸方程式을 算出하여 小兒 年齡群의 左心室機能 評價에 標準으로 삼고자 하였다.

1) 電氣機械的 收縮期(QS₂)

大部分의 心血管系疾患은 心臟機能에 영향을 주며 一般의 心不全이 있을 경우 PEP가 길어지고 LVET가 짧아져서 결국 PEP/LVET比는 增加하게 되나 全體 QS₂(PEP+LVET)는 변하지 않아 心機能을 QS₂만으로 評價하기는 어렵다^{2,18}. 그러나 老人에서는 心不全이 없어도 PEP가 훨씬 길어져서 전체 QS₂가 길어진다고 하나^{26,28,30} 최근 研究結果는 老人에서는 LVET도 心搏數나 血壓에 關係없이 길어진다는 報告도 있다²⁷. 한편 Park 등⁵은 小兒에서는 心不全이 있을 경우 成人과 같은 양상으로 STI가 변하지 않고 心不全을 초래하는 心疾患의 種類에 따라 다르다고 하고 이는 成人에서는 主로 心筋의 機能障礙가 原因이나 小兒에서는 主로 構造의畸形이 原因이기 때문이라고 說明하고 있다. 그러나 一般의 左心室不全인 경우 positive inotropic agents는 LVET와 PEP를 모두 짧게 함으로써 QS₂가 짧아져서 positive inotropic作用與否를 판정하는데 QS₂가 收縮期時間間隔中 가장 예민하다¹⁷. 著者の 成績은 男女 性別의 差異가 없이 平均 325±36 msec였고 이를 心搏數를 變數로 한 回歸方程式은 男女 各各 -1.60 HR(心搏數)+480, -1.68 HR+

492였고 이 回歸方程式을 利用한 正常 矯正値는 男兒 480 msec, 女兒 492 msec였다. 이는 Cantor 등¹³의 數値보다는 약간 짧고 Spital¹², Golde¹⁰, Takahashi¹¹ 등의 數値보다는 약간 길었다. 年齡과 心搏數와의 關係는 QS₂가 主로 心搏數와 有意한 逆相關關係가 있으며 한편 年齡단의 相關關係를 알고자 모든 年齡層에 心搏數가 分當 100±2.5회인 兒童 46名의 SQ₂를 年齡의 增加와 比較한 結果 年齡이 많을수록 QS₂도 길어짐을 볼 수 있으나 年齡이 단독적으로 回歸方式에 變化를 줄 정도로 큰 영향을 주지는 못하였다(第6圖). 이는 Spital 등¹²이 QS₂가 年齡과 직접적인 關係가 있다는 것과는 相反되는 結果인 반면 Cantor 등¹³의 成績과는 一致한다.

2) 左心室驅血時間(LVET)

LVET는 左心室이 動脈系로 驅血하는 時間으로 心搏出量과 左心室驅血에 對한 閉鎖程度에 따라 영향을 받아 心搏出量이 增加하거나 左心室驅血에 對한 閉鎖가 있을 때 길어지며³⁰⁻³³ 擴張期末 左心室容量에 비해 心搏出量이 減少하거나 增加된 驅血速度로(positive inotropic agents) LVET는 짧아지기 때문에 收縮期時間間隔中 左心室機能不全을 나타내는 데 매우 예민하다^{2,34}. 著者の 成績에서 LVET는 男兒 248±25 msec, 女兒 249±28 msec로 男女 差異가 없으며 平均 249±6 msec였고, 心搏數를 변수로 하는 回歸方程式은 男女 各各 -1.13 HR+359, -1.21 HR+369였고 이 回歸方程式을 利用한 正常 矯正値(LVET index)는 男女 各各 359 msec, 369 msec였다. 이 역시 Cantor 등¹³의 값보다 약간 짧고 Spital¹², Golde¹⁰, Takahashi¹¹ 등의 값보다 약간 길었다. 年齡 및 心搏數와의 關係는 QS₂와 마찬가지로 年齡이 增加함에 따라서 다소 길어지나 主로 心搏數와 逆相關關係를 나타내고 있다. 이는 Harris¹⁹, Weissler², Takahashi 등¹¹이 모두 LVET는 心搏數와 逆相關關係가 있으나 年齡과는 無關하다고 하여 著者와 같은 結果이나 Golde 등¹⁰은 心搏數뿐만 아니라 年齡과도 LVET가 상당한 關係가 있다고 하였다. Galstian³⁵은 7~15세 사이의 女兒에서는 LVET가 짧아지고 心搏數는 좀더 빨라진다는 特異한 報告를 했다. Graham 등^{6,36}은 臨床에서 左心室容積으로서 ejection fraction을 求하는데 이때 ejection fraction은 LVET와 逆相關關係가 있다고 했다.

3) 驅血前期(PEP)

PEP는 心室의 脫分極부터 左心室이 動脈系로 驅血

하기 前까지의 時間으로 心筋의 收縮力의 指標로 간주하며 ejection fraction과 關係가 있으며 左心室 擴張 期末 壓力 및 心搏出量과도 關係가 깊다³⁷⁾.

PEP는 QS_1 과 ICT로 區分되나 第一心音中 僧帽瓣 閉鎖의 始作을 알기 어려우며 左心室壓이 左心房壓보다 높아진 후 25~50 msec 後에야 發生하는 第一心音으로 PEP를 區分하는 것은 不適當하며³⁸⁾ QS_1 과 ICT는 左心室 傳導障礙가 없는 한 臨床의 가치가 적다^{17,39)}. 著者の 成績에서 PEP는 男女 各各 77±13 msec, 78±11 msec, 平均 77±14 msec 였고, 心搏數로 矯正한 回歸方程式은 男女 各各 $-0.58 \text{ HR} \pm 133 \text{ msec}$, $-0.53 \text{ HR} + 128 \text{ msec}$ 이었으며 이 回歸方程式을 利用한 正常指數는 男女 各各 133 msec, 128 msec 였다. 이는 Cantor 等¹³⁾의 값과는 비슷하나 Golde¹⁰⁾, Takahashi¹¹⁾, Spitaels¹²⁾ 등의 값보다 약간 길었다. 全體적으로 나이가 많을수록 PEP도 一定하게 길어지나 心搏數를 變數로 하는 回歸方程式에 影響을 줄 정도는 아니었다. Takahashi 等¹¹⁾은 PEP가 나이, 體重, 身長 및 擴張期血壓과 약간 關係가 있으나 心搏數와는 직접 關係가 없다고 했으며 Golde 等¹⁰⁾은 PEP가 年齡과 직접 相關關係가 있으나 心搏數와는 間接的인 關係만 있다고 하여 著者와 다른 結果였으며 Cantor 等¹³⁾은 男兒에서는 PEP가 年齡의 增加에 따라 다소 길어지나 心搏數만이 PEP와 뚜렷한 逆相關關係를 나타낸다고 하여 著者の 成績과 같았다. 한편 女兒에서는 心搏數와 더불어 年齡이 함께 PEP에 影響을 주나 臨床의 應用에서는 女兒에서도 年齡에 關係없이 心搏數를 利用한 回歸方程式을 使用해도 充分하다고 했다. 한편 大部分의 著者들의 成績이 男女의 差異는 없었으나 Golde 等¹⁰⁾만이 6세 前後의 年齡群에서만 QS_2 , LVET, PEP가 女兒가 男兒보다 有意하게 짧아져 있음을 報告하였는데 이는 對象者들의 心搏數의 差異 때문일 것이라고 說明하였다(女兒: 平均 105/分, 男兒: 平均 90/分). 또한 Cantor 等¹³⁾은 QS_2 와 LVET의 心搏數에 對한 回歸方程式이 成人의 그것보다 完만한 경사를 보이고 있으나 PEP의 回歸方程式은 成人의 것과 비슷한 경사를 나타낸다고 하였으며 著者の 成績에서도 같은 양상을 볼 수 있었다.

4) 電氣機械의 遲延時間(QS_1)과 等容性收縮時間(ICT).

QS_1 은 左心室 傳導障礙가 없는 한 心疾患의 影響을 別로 받지 않으며^{40,41)} ICT는 左心室의 收縮力의 指標라 할 수 있으나⁴²⁾ 心筋의 收縮力 외에도 心搏出量,

擴張期末 左心室容量, 大動脈의 擴張期血壓, 心搏動數 및 心臟의 Cathecholamine의 貯藏狀態 등에 따라 影響을 받기 때문에 簡單히 評價할 수 없다^{3,42)}.

著者の 成績에서 QS_1 은 男兒 54±6.0 msec, 女兒 53±5.7 msec 로서 平均 52±7.2 msec 였고 ICT는 平均 25±5.5 msec 로서 QS_1 과 ICT 모두 Golde 等¹⁰⁾의 값보다 약간 길었다. 心搏數에 對한 相關關係는 QS_1 은 逆相關關係를 나타내고 ICT는 心搏數와는 無關하고 오히려 年齡(個月數)와 약간 關係가 있으며 比較의 一定한 값을 보이고 있어서 心搏數가 빠를수록 PEP가 짧아지는 것은 주로 QS_1 가 짧아지는 結果로서 이는 다른 著者들의 結果와 같았다^{2,12)}. 또 ICT는 이미 成人에서 뿐만 아니라 小兒에서도 心搏數에 相關없이 거의 一定하다는 報告가 있다^{43,44)}.

5) PEP/LVET 비

PEP/LVET 비는 左心室 機能評價에 對한 收縮期時間間隔中 診斷的 價値가 가장 높은 것으로서 正常人에서는 心搏動數가 分當 50~110 회 範圍안에서 PEP/LVET 비가 대개 一定하고 影響을 받지 않는 반면 心機能에 異常이 있을 때는 PEP 및 LVET가 正常值라도 PEP/LVET 비는 異常所見을 나타낼 수 있으며¹⁹⁾ 收縮期時間間隔中 PEP/LVET 비가 左心室造影術로 測定한 ejection fraction과 가장 밀접한 關係가 있음을 보아도 알 수 있다^{6,31,45)}. Weisserl 等¹⁹⁾은 PEP/LVET 비가 0.44 이상이면 左心室機能이 減少되었다고 하였고 Lewis 等³⁹⁾은 그 비가 0.50 이상이면 ejection fraction이 95%患者에서 40%以下였다고 했다. 著者の 成績에서 PEP/LVET 비는 모두 年齡에서 性別이나 心搏數에 關係없이 一定한 범위내(0.28~0.32; 平均: 0.3±0.04)에 있었으며 成人에서나 小兒를 對象으로 한 다른 著者들의 값과 비슷한 結果를 보여주고 있다^{2,12,13)}. 全體적으로 著者の 成績에서 正常小兒의 各收縮期時間間隔은 表 3과 같은데 QS_2 , LVET 및 PEP가 性別, 年齡과 關係없이 心搏動數와 密接한 逆相關關係를 보였으며 특히 LVET와 QS_2 가 PEP보다 뚜렷한 關係를 보였고 전반적으로 Golde¹⁰⁾, Spitael¹²⁾, Takahashi¹¹⁾ 등의 값보다는 길고 Cantor¹³⁾의 값보다는 약간 짧았다. 그러나 著者の 成績은 1세에서 15세사이의 모든 年齡群에 適用할 수 있으나 1세미만의 嬰兒에서는 다만 7名만이 檢査對象者로 包含되어 있기 때문에 본 回歸方程式을 利用한 正常值를 1세미만 年齡의 標準으로 보기는 어려울 것 같고 이를 爲해서는 더 많은 수의 嬰兒를 對象으로 한 研究가 있어야 하겠다.

6) STI測定에 있어서 枯息의 方法과 心에코圖 方法의 比較

成人에서는 Khan⁴⁶⁾이 同一한 患者에서 心에코圖, 心電圖 및 心音圖를 同時에 記錄하여 STI를 測定한 값과 頸動脈波로 利用한 枯息의 方法으로 얻은 STI 값을 比較하여 發表하였는데 LVET는 枯息의 方法으로 測定한 값의 範圍가 207~332 msec 이고 心에코圖法으로는 209~331 msec 로서 平均値에서 6 msec 정도 後者가 길고 PEP 값은 心에코圖法(61~121 msec)보다 頸動脈波方法(64~130 msec)이 平均値에서 6 msec 길었으나 兩者사이의 相關關係는 아주 높아 거의 同一한 結果로 볼 수 있다고 하였다. 最近 小兒年齡層을 對象으로 한 研究結果는 Gutgesell 등⁴⁷⁾이 118例에서 心에코圖를 利用, 大動脈瓣膜, 心電圖 및 心音圖를 同時에 記錄하여 PEP와 LVET에 對한 回歸方程式을 發表하였다. 이들의 觀察 結果도 PEP와 LVET 값이 年齡보다 心搏數와 훨씬 相關關係가 높다고 하였고 PEP/LVET 比는 心搏數와 年齡이 다같이 경미하게 關여하나 거의 一定한 값(0.31 ± 0.03)을 보여 枯息의 方法으로 測定한 Spitael 등¹²⁾의 成績(0.31 ± 0.05)과 일치하며 Cantor 등¹³⁾의 값이나 著者의 成績과도 大差가 없었다.

두가지 方法의 長短點은 著者마다 주장하는 바가 다르나 Cantor 등¹³⁾은 嬰兒에서는 心에코圖로 大動脈瓣膜運動을 正確히 記錄하기 어려우므로 頸動脈이나 腋窩動脈波를 利用하는 枯息의 方法이 便利하다고 한 반면 Khan⁴⁶⁾은 大動脈瓣膜을 깨끗이 記錄할 수 있다면 實際의 LVET를 測定하는 것이므로 枯息의 方法에서 실제 大動脈瓣膜閉鎖보다 5~6 msec 정도 늦게 記錄되는 第二心音의 最初 高振動音波를 利用하는 것 보다 誤差가 적다고 하였다.

그러나 Anastassiades 등⁴⁸⁾은 心導子法을 利用 心臟內에서 心音圖와 大動脈波를 同時에 記錄한 結果, 실제 大動脈瓣膜閉鎖後 0~10 msec 범위내에 第二心音의 高振動音을 볼 수 있다고 한 반면 Khan⁴⁶⁾과 Hirschfeld 등⁴⁹⁾은 心導子法과 心에코圖法을 同時에 施行한 結果, 大動脈瓣膜의 閉鎖와 心音圖上 第二心音의 最初 高振動音波가 일치한다고 하였다. 한편 Cantor 등¹³⁾은 動脈波를 利用하면 98%의 對象者에서 技術의 方法으로 만족할 만한 記錄을 얻을 수 있다고 한 반면 Gutgesell 등⁴⁷⁾의 心에코圖法으로는 81%에 그친다고 하여 어느 方法이 더 좋고 나쁜가 하는 問題는 著者의 意見으로는 주어진 與件에 맞는 方法을 擇하여 技術의 方法으로 正確히 記錄만 한다면 실제 大動脈瓣膜의 閉鎖와 心音圖

上的 第二心音사이의 時間差는 極히 짧아서 全體 STI의 成績에는 큰 影響을 미치지 않으므로 臨床의 利用面에서는 어느 方法이던 하등의 問題가 없을 것으로 생각한다.

V. 結 論

著者는 1세에서 15세까지의 正常 韓國小兒 男兒 185名, 女兒 203名 總 388名을 對象으로 心電圖, 心音圖 및 頸動脈 또는 腋窩動脈波를 同時에 記錄하여 收縮期時間間隔을 測定하였으며, 또한 여러가지 收縮期時間間隔 가운데 心搏數와 有意한 逆相關關係가 있었던 QS₂, LVET 및 PEP는 Weissler 등의 方法과 같은 回歸方程式을 利用, 收縮期時間間隔指數를 求하였으며 이는 앞서 밝힌 方法대로 正確히 記錄만 한다면 小兒에서 心疾患의 左心室機能 評價에 基本 資料로서 應用할 수 있으리라고 생각한다.

1. QS₂의 回歸方程式은 男兒: $-1.60 \text{ HR} + 480 \pm 16 \text{ msec}$, 女兒: $-1.68 \text{ HR} + 492 \pm 15 \text{ msec}$ 였으며 QS₂I는 男兒: $480 \pm 16 \text{ msec}$, 女兒: $492 \pm 15 \text{ msec}$ 이었다.

2. LVET의 回歸方程式은 男兒: $-1.13 \text{ HR} + 359 \pm 10 \text{ msec}$, 女兒: $-1.21 \text{ HR} + 369 \pm 13 \text{ msec}$ 였으며, LVETI는 男兒: $359 \pm 10 \text{ msec}$, 女兒: $369 \pm 13 \text{ msec}$ 이었다.

3. PEP의 回歸方程式은 男兒: $-0.58 \text{ HR} + 133 \pm 9 \text{ msec}$, 女兒: $-0.53 \text{ HR} + 128 \pm 9 \text{ msec}$, 平均: $-0.55 \text{ HR} + 130 \pm 10 \text{ msec}$ 였고 PEPI는 平均: $130 \pm 10 \text{ msec}$ 이었다.

4. PEP/LVET 比는 男兒에서 0.29 ± 0.04 , 女兒에서 0.30 ± 0.06 이고, 平均: 0.30 ± 0.04 이었다.

5. 여러가지 收縮期時間間隔이 性別의 差異는 없었으며 年齡의 增加에 따라 有意하지는 못하였으나 多少 갈어지는 傾向을 보였다.

6. QS₂ 및 LVET는 PEP보다 心搏動數와 더욱 密接한 逆相關關係를 보였다.

REFERENCES

- 1) Garrod, A.H.: *On some points connected with circulation of blood arrived at from a study of the sphygmograph. Proc. Roy. Soc. London, 23:140, 1874. Cited by No. 2.*
- 2) Weissler, A.M., Harris, W.S. and Schoenfeld, C.D.: *Systolic time intervals in heart failure*

- in man. Circulation, 37:149, 1968.*
- 3) Wallace, A.G., Mitchell, J.H., Skinner, N.S. and Saronoff, S.T.: *Duration of phases of left ventricular systole. Circ. Res., 12:611, 1963.*
 - 4) Weissler, A.M., Harris, W.S. and Schoenfeld, C.D.: *Bedside techniques for the evaluation of ventricular function in man. Am. J. Cardiol., 23:577, 1969.*
 - 5) Park, S.C., Steinfeld, L. and Dimich, I.: *Systolic time intervals in infants with congestive heart failure. Circulation, 47:1281, 1973.*
 - 6) Garrad, C.L., Weissler, A.M., Dodge, H.T.: *The relationship of alterations in systolic time intervals to ejection fraction in patients with cardiac disease. Circulation, 42:455, 1970.*
 - 7) Weissler, A.M., Peeler, R.G., Roell W.H. Jr.: *Relationship between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease. Am. Heart J., 62:367, 1961.*
 - 8) Werf, F.V., Piessens, J., Kesteloot, H. and Geest, H.: *A comparison of systolic time intervals from the central aortic pressure and from the external carotid pulse tracing. Circulation, 51:310, 1975.*
 - 9) Harris, LC, Weissler, A.M., Manske, A.O., Danford, B.H., White, G.D. and Hammil, W. A.: *Duration of the phases of mechanical systole in infants and children. Am. J. Cardiol., 14:448, 1964.*
 - 10) Gold, D. and Burstn, L.: *Systolic phases of the cardiac cycle in children. Circulation, 43: 1029, 1970.*
 - 11) Takahashi, M. and Moritz, D.L.: *Systolic intervals in children with normal and disease hearts. (Abstr) Am. J. Cardiol. 29:294, 1972.*
 - 12) Spitaels, S. Arbogast, R., Fourn, J.C. and Davignon, A.: *The influence of heart rate and age on the systolic and diastolic time intervals in children. Circulation, 49:1107, 1974.*
 - 13) Cantor, A., Kenneth, L., Wanderman, Tzipora, K., Ovsyscher, L. and Gueron, M.: *Systolic time intervals in children: normal standards for clinional use. Circulation, 58:1123, 1978.*
 - 14) 李晟東, 朴熙明: 健康人の心機圖, 大韓內科學會雜誌. 20:309, 1977.
 - 15) 崔允植, 申翼均: 正常韓國人の收縮期時間間隔에 관한 研究, 순환기, 제8권 제1호, 1978.
 - 16) 裴忠根, 李相文, 南守鉉, 朴普奭, 朴義顯, 朴熙明: 收縮期 時間間隔의 推定 正常値에 관한 研究 補遺. 순환기, 제8권 제2호 1978.
 - 17) Lewis, R.P., Leighton, R.F., Forester, W.F. and Weissler, A.M.: *A critical review of the systolic time intervals. Circulation, 56:146, 1977.*
 - 18) Weissler, A.M., Peeler, R.G. and Roell, W.H. Jr.: *Relationship between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease. Am. Heart J.: 62:367, 1961.*
 - 19) Weissler, A.M.: *Systolic time intervals. N. Engl. J. Med., 293:321, 1977.*
 - 20) Lewis, R.P.: *Diagnostic value of systolic time intervals in man. In Diagnostic Methods in Cardiology, edited by Fowler No. Philadelphia, FA Davis, 1975. pp.245-264.*
 - 21) Lewis, R.P., Poundoulas, H., Ruff, P. and Kates, R.E.: *Systolic time intervals for the diagnosis and management of coronary artery disease. In Systolic Time Intervals, edited by List WF, Gravenstein JS, Spodick DH. New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1980.*
 - 22) Danzig, M.D., Robertson, T.L., Webber, L.S., Day, G. and Dock, D.S.: *Earlier onset of QRS in anterior precordial ECG leads. Precision of time interval measurements. Circulation, 54: 447, 1976.*
 - 23) Harrison, T.R., Dixon, K., Russel, R.O., Bidwai, P.S., Coleman, H.N. and Ala, E.: *The relation of age to the duration of contraction, ejection, and relaxation of the normal human heart. Am. Heart J., 67:189, 1964.*
 - 24) Ahmed, S.S., Levinson, G.E., Schwartz, C.J., Ettinger, P.O.: *Systolic time intervals as measures of the contractile state of the left ventricular myocardium in man. Circulation*

- 46:559, 1972.
- 25) Willems, J.L. and Kesteloot, H.: *The left ventricular ejection time. Its relation to heart rate, mechanical systole and some anthropometric data.* Acta. Cardiol., 22:401, 1967.
- 26) Slodki, S.I. and Hussain, A.T.: *The Q-II interval. Study of the second heart sound in old age.* J. Am. Geriatr. Soc., 17:673, 1969.
- 27) Willems, J.L., Roelandt, J., DeGeest, H., Kesteloot, H. and Joosens, J.F.: *Left ventricular ejection time in elderly subjects.* Circulation, 42:37, 1970.
- 28) Sugimoto, T., Inasaka, T., Basta, L.L. and Takeuchi, J.: *Relationships of left ventricular systolic time intervals with hemodynamic variables in intact and failing hearts.* Jap. Heart J., 16:43, 1975.
- 29) Matsuo, S., Oku, Y., Oshibuchi, R., Hashiba: *Systolic time intervals in progressive muscular dystrophy.* Jap. Heart J., 20:23, 1979.
- 30) Ichiyasu, H. and Graige, E.: *Assessment of the severity of aortic stenosis from the carotid pulse tracing.* Jap. Heart J., 21:465, 1980.
- 31) Epstein, E.J. and Coulshed, N.: *Assessment of aortic stenosis from the external carotid pulse wave.* Brit. Heart J., 26:84, 1964.
- 32) Flohr, K.H., Weir, E.K. and Chesler, E.: *Diagnosis of aortic stenosis in older age groups using external carotid pulse recording and phonocardiography.* Br. Heart J., 45:577, 1981.
- 33) Thayssen, P., Secher, N.T. and Arnsbo, P.: *Systolic time intervals and hemodynamic changes during intravenous infusion of prostaglandins F₂ and E₂.* Br. Heart J., 45:447, 1981.
- 34) Ferro, G., Ricciardelli, B., Sacca, L., Chiariollo, M., Volpe, M., Tari, M.G. and Trimarco, B.: *Relationship between systolic time intervals and heart rate during atrial or ventricular pacing in normal subjects.* Jap. Heart J., 21:765, 1980.
- 35) Galstian, A.A.: *Determination of temporal correlations of systolic phase in children.* Pediatrica, 40:49, 1962.
- 36) Graham, T.P. Jr., Jarmakani, J.M., Canent, R.V., Jr. and Morrow, M.N.: *Left heart volume estimation in infancy and childhood. Reevaluation of methodology and normal values.* Circulation, 43:895, 1971.
- 37) Lewis, R.P., Leighton, R.F., Forester, W.F. and Weissler, A.M.: *Systolic time intervals. In Non-Invasive Cardiology, edited by Weissler A.M.* New York, Grune and Stratton, 1974. pp.301-368.
- 38) Luisada, A.A., MacCanon, Kumar, S., Feigen, L.P.: *Changing views of the mechanism of the first and second heart sounds.* Am. Heart J., 88:503, 1974.
- 39) Lewis, R.P., Bouldouas, H., Welch, T.G.: *Usefulness of systolic time intervals in coronary artery disease.* Am. J. Cardiol, 37:789, 1976.
- 40) Adolph, R.J., Foroler, N.O., Tanaka, K.: *Prolongation of isovolumic contraction time in LBBB.* Am. Heart J., 78:585, 1969.
- 41) Haft, J.L., Herman, M.W., Gorlin, R.: *LBBB. Etiologic, hemodynamic and ventriculographic considerations.* Circulation, 43:279, 1971.
- 42) Metzger, C.C., Chough, C.B., Kroetz, F.W., Leonard, J.J.: *True isovolumic contraction time; its correlation with two external indexes of ventricular performance.* Am. J. Cardiol, 25:434, 1970.
- 43) Weissler, A.M., Kamen, A.R. and Bornstein, R.S.: *The effect of Deslanoside on the duration of the phases of ventricular systole in man.* Am. J. Cardiol., 15:153, 1965.
- 44) Frank, M.N. and Kinlaw, W.B.: *Indirect measurement of isovolumic contraction time and tension period in normal subjects.* Am. J. Cardiol., 10:800, 1962.
- 45) Weissler, A.M., Stack, R.S. and Sohn, Y.H.: *The accuracy of the systolic time intervals as a measure of left ventricular function.* In *Systolic Time Intervals*, edited by List WF, Gravenstein JS, Spodick DH. New York, Springer-verlag Berlin Heidelberg. 1980.
- 46) Khan, A.H.: *Systolic time intervals; Compa-*

- parison of Echocardiographic and Conventional methods. In Systolic Time Intervals, edited by List W.F., Gravenstein JS, Spodick DH. New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1980.*
- 47) Gutgesell, H.P., Paquet, M., Desmond, F.D. and McNamara, D.G.: *Evaluation of left ventricular size and function in normal children. Circulation.*, 56:457, 1977.
- 48) Anastassiades, P.C., Quinones, M.A., Gaasch, W.H., Adyanthaya, A.V., Waggoner, A.D., and Alexander, J.K.: *Aortic valve closure. Echocardiographic, phonocardiographic and hemodynamic assessment. Am. Heart J.*, 91: 228, 1976.
- 49) Hirschfeld, S., Liebman, J., Borkat, G. and Borumth, C.: *Intracardiac pressure-sound correlates of echocardiographic aortic valve closure. Circulation*, 55:602, 1977.
-