学童の発育に伴う血圧及び心電図の変化

第2編　心電図波高値について

(心血管系障害の疫学的研究　第18報)

昭和34年12月28日 受付

信州大学医学部衛生学教室
興　石　悌　三

Blood Pressure and Electrocardiogram in Growing School Children

II The Waves of Electrocardiograms

(Cardiovascular Epidemiology Report 18)

TEIZŌ KOSHIIHSI
Department of Hygiene and Public Health, Faculty of Medicine, Shinshu University
(Director: Prof. F. KOMATSU

正常心電図については，Einthoven①，Ziegler②，Master③，Goldberger④等の立派な業績をはじめ，日本人のそれについても，津田⑤，浜田⑥，鶴町⑦，結城⑧等，幾多の勝れた先人の業績がある。しかしこれらは主に臨床医学的見地に重点を置いての疾病を対照としての正常心電図に就て述べている。今健康人の立場に立つて，心電図を見る時，年令とか発育，性差とかいつた要素との関係については記載が極めて乏しく，殊に性差について触れたものは見当らない。村山⑨の報告に見られるように，心疾患に著明な性差の存在することより考えれば　性別の明確化に伴つて，正常心電図所見に於ても性別差が現れるであろうことが推定される。著者は第1編に於て，学童期に形態的発育に性差がみられるのと平行して，発育に伴う血圧上昇にも性差が現われることを確めた。よつて前編の第1表に掲げたような対象の値を資料として，心機能の発育に伴う変化を見る目的で，心電図波高値を取上げ，発育との関係を学年別に検討した。

方　法

研究対象及び調査日時は第1編と同じ。

心電図検査は食事及び運動後1時間以上を経過してより，できるだけ安静にして仰臥位で，I，II，III及び V_4 誘導を撮影した。この誘導法を選んだ根拠は久保田⑩等の集団検診の診断にこれらの誘導法が有効であるという結果を参考にした。心電計は福田製 RS 105型で，日本循環器学会規定⑪の基準を充分満足する性能をもつものを用いた。記録紙の回転速度は毎秒50mm，感度は1mV，10mmで行つた。測定に際しては Spirmann 触覚計を用いて 0.1mm まで測定した。

成　績

調査対象学童を学年別の性別に分けた各群の心電図波高値の平均（信頼度95%）は第1表に示す通りである。以下夫々の波高値について述べる。

（1）　P波高値

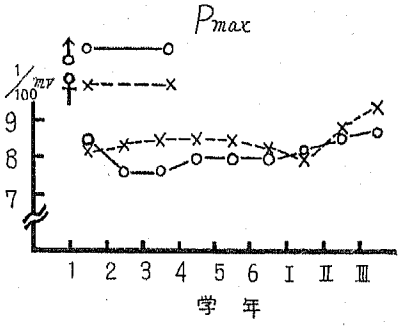
P波の値は標準肢誘導の最高値（主に P_{II}，時に P_I）についての実測値である。

P波は男女共に学年の年時系列に見て，特に有意の変化を示さない。従つて学年毎にも差異は認め難い。

又第1図にみるように性差も認められない。

全校学童の平均をみると，男が0.082mVに対して，女が0.085mVで，女が僅かに高い値を示す（$\alpha=0.05$）。即ち学童期全体として僅かに女に高いが，学年の進むにつれて特に増減もなく，性差も見当らない

第1図　　学年別性別P波高値



第 1 表 (A)　　学年別 性別 心電図 波高値平均 (信頼度95％の信頼区間)

(単位 $^{1}/_{10}$mV)　　(≫, ≪ は危険率1％での有意差を示す
>, < 〃 5％ 〃)

学	年	Pmax(I.II III) ♂	Pmax(I.II III) ♀	R_I ♂	R_I ♀	R_{II} ♂	R_{II} ♀	R_{III} ♂	R_{III} ♀	R_{V_4} ♂	R_{V_4} ♀
小学校	1	0.97～0.74	0.94～0.73	8.7 ～ 7.3	>7.3 ～ 6.0	16.1～13.8	14.8～13.0	12.2～ 9.5	11.1～ 8.8	23.6～21.3	22.7～20.0
	2	0.87～0.64	0.95～0.72	8.3 ～ 6.8	>6.6 ～ 5.3	15.6～13.4	14.8～13.2	11.8～ 9.1	11.3～ 9.2	23.4～20.5	22.4～19.2
	3	0.87～0.68	0.96～0.74	7.9 ～ 6.6	6.8 ～ 5.5	15.4～13.5	14.6～12.9	11.7～ 9.1	11.5～ 9.3	23.3～20.6	22.3～19.4
	4	0.88～0.71	0.93～0.77	7.8 ～ 6.5	6.9 ～ 5.9	15.1～13.3	14.8～13.4	11.1～ 8.9	11.5～ 9.6	23.9～21.6	22.3～20.0
	5	0.87～0.73	0.94～0.77	7.6 ～ 6.4	7.2 ～ 6.0	14.9～13.1	15.1～13.2	10.4～ 8.4	11.7～ 9.2	24.7～21.4	22.8～19.4
	6	0.94～0.66	0.93～0.72	8.0 ～ 6.4	7.6 ～ 6.0	15.4～13.1	15.3～13.2	10.7～ 8.2	10.9～ 8.5	25.2～21.8	22.0～19.2
中学校	I	0.98～0.68	0.96～0.68	7.6 ～ 6.1	8.0 ～ 6.4	16.0～13.6	16.1～13.1	11.5～ 8.5	11.2～ 8.0	27.9～22.4	23.6～19.4
	II	0.97～0.74	0.99～0.77	7.5 ～ 6.4	8.2 ～ 6.8	16.2～14.3	15.7～13.8	11.5～ 9.0	10.8～ 8.5	28.8～24.4	≫23.2～19.5
	III	1.00～0.74	0.99～0.89	7.1 ～ 6.0	8.4 ～ 6.7	15.5～13.6	15.3～13.4	10.9～ 8.6	10.1～ 8.0	28.1～24.3	≫21.7～18.3
全校		0.83～0.81	<0.86～0.84	7.2 ～ 7.1	>6.8 ～ 6.7	14.5～14.3	>14.2～14.1	10.1～ 9.9	10.1～ 9.8	23.9～23.6	≫21.2～20.9

第 1 表 (B)

学	年	T_I ♂	T_I ♀	T_{II} ♂	T_{II} ♀	T_{III} ♂	T_{III} ♀	T_{V_4} ♂	T_{V_4} ♀
小学校	1	3.10～2.56	2.84～2.36	4.33～3.59	3.59～3.05	1.12～0.51	0.73～0.36	5.29～3.51	5.26～3.85
	2	3.04～2.42	2.67～2.27	4.17～3.51	3.61～2.95	1.14～0.56	0.84～0.32	5.82～4.16	5.73～4.11
	3	2.89～2.38	2.56～2.20	4.17～3.46	>3.45～2.96	1.14～0.68	0.83～0.43	6.54～4.61	6.00～4.46
	4	2.82～2.36	2.54～2.23	4.10～3.56	>3.49～3.02	1.20～0.78	0.84～0.50	6.92～5.52	5.85～4.88
	5	2.66～2.29	2.56～2.16	4.15～3.67	>3.48～2.89	1.25～0.83	0.88～0.43	6.83～5.30	5.77～4.29
	6	2.59～2.26	2.50～1.99	4.32～3.66	>3.47～2.80	1.44～0.93	>0.84～0.41	6.79～5.33	5.85～4.05
中学校	I	2.93～2.18	2.60～2.04	4.68～3.84	≫3.44～2.80	1.67～0.92	>0.90～0.29	7.46～5.65	5.66～4.15
	II	2.91～2.31	2.80～2.33	4.79～3.95	≫3.48～2.94	1.72～1.16	≫0.71～0.32	7.91～6.44	≫5.45～4.25
	III	2.76～2.35	3.00～2.54	4.47～3.94	≫3.54～2.96	1.60～1.06	≫0.62～0.19	7.71～6.24	≫5.78～4.63
全校		2.63～2.57	>2.47～2.43	4.05～3.98	≫3.26～3.20	1.12～1.06	≫0.61～0.56	6.15～5.98	≫5.07～4.93

と結論される。

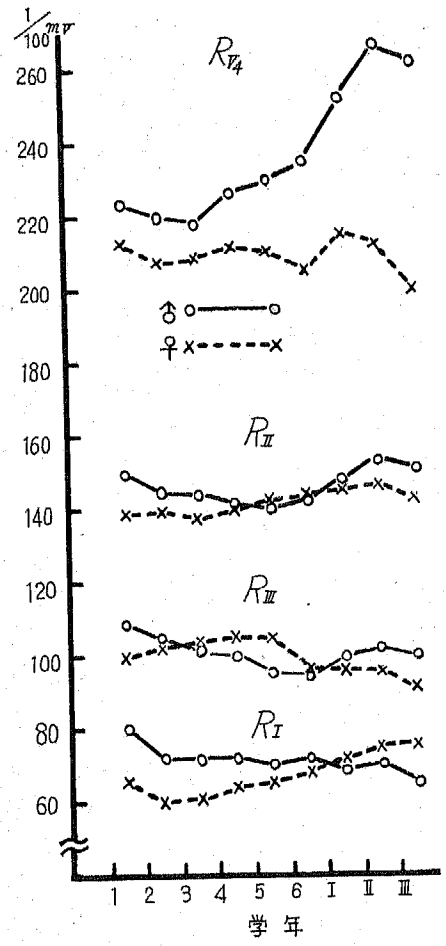
（2） R波高値

R波高値について発育経過の観点を離れて，先ず学童期全体として性差がみられるか否かを，全校学童の平均の値でみると，R_I では男 0.72mV に対し，女 0.68mV ($\alpha=0.05$)，R_{II} では男 1.44mV に対し，女 1.42mV ($\alpha=0.05$)，R_{V4} では男 2.38mV に対し，女 2.11mV ($\alpha=0.01$)，で何れも男が稍々大きい。しかし R_{III} では男女共に 1.00mV で差は認められない。これらの点より学童期に既にR波高値は男女の差のあることを示している。

次に各学年毎の波高値の性差をみると，中学Ⅱ，Ⅲ年で R_{V4} に於て ($\alpha=0.01$)，小学1，2年で R_I に於て ($\alpha=0.05$)，夫々男が女よりも大きい値を示す。その他では性差は明確でない。

更に学年に伴う増減の様子を見ていくと，R_I では男の中学Ⅲ学年の値は小学2年よりも小さく，年令と共に減少しており，女では逆に中学Ⅱ，Ⅲ年が小学1，2年より大きく，年令と共に増加している。即ち R_I は学年に伴う変化の傾きは男女逆である。R_{II} 及び R_{III} では学年に伴う変化は僅かである。R_{V4} では女は学年に伴う増減が殆ど認められないが，これに対し男は増加している。即ち男では小学4年以下の低学年より中学Ⅱ，Ⅲ年の高学年は明らかに大きい。

第2図　学年別性別R波高値



年令増加に伴う変化の性差をみると，男では R_I 減少，R_{II}，R_{III} 不変，R_{V4} 著しく増大であるのに対して，女では R_I 増大，R_{II} 減少，R_{III} 僅かに減少，R_{V4} 不変である。従つて R_I，R_{III}，及び R_{V4} に於て性差を示している ($\alpha=0.01$)。即ち男では R_I 減少に対して，女では R_I 増大，R_{III} 軽度減少，と逆の現象を示しており，心臓電気軸が発育に伴い，男女によりその方向を変えていることを示すものである。R_{V4} も年令の進むにつれ，男の増大が著しいため，男女の開きが益々大となつている。このことは女が高学年で左心型の多くなることより考えても，男の心臓起電力が女よりも発育に伴つて一層増大していると考えられる。

（3） T波高値

T波高値は概して男が女より大きい。学年毎に有意な性差のみられるものは，T_I にはなく，T_{II} では小学3年以上の各学年，T_{III} では小学6年以上の各学年，T_{V4} では中学Ⅱ，Ⅲ年に認められ，何れも男に大きい。このように学年が進む程，性差が大きい。

学年につれての増減は男では T_I には認め難いが，T_{II} では僅かに，T_{III} では中等度に，T_{V4} では著しく夫々増大を示している。これに対し女では各誘導法共に殆ど増減が認められない。従つて各学年間の差は男では T_{III} に於て中学Ⅱ，Ⅲ年の高学年は小学3年以下の低学年より大きい。T_{V4} も同様に男では，小学4年以上の各学年は小学1年よりも大きく，中学Ⅱ，Ⅲ年は小学2年より大で，高学年に進む程大きい。

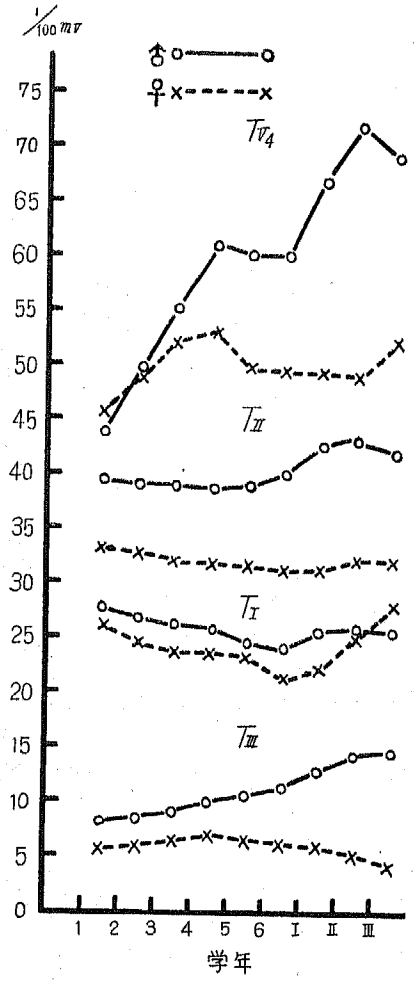
年令増加に伴う変化の性差を見ると，女は年令に伴う波高値の増減が殆ど認められないのに反して，男は，T_{II}，T_{III} に僅かに，T_{V4} には著しく増大を示しているため，T_I を除いて T_{II}，T_{III}，T_{V4} では年令増加と共に漸次開きを大きくして，男が女より大きくなる。特に T_{V4} ではその傾向が著しい。かようにT波高値の年令的変化は概ねR波高値に類似しているがT波の方がR波より一層低学年より性差を示しはじめていることが注目される。

考　按

（1） 従来の成績との比較

上に述べた著者の波高値を一括して，津田⑥，浜田⑥，

第3図　学年別性別T波高値



鶴町⑦，結城⑧，Kossmann⑫，Wilson⑬等の先人の正常心電図として報告されている成績と比較してみると第2表のようになる。これらの中，前二者は健康男女小児，後四者は健康青年男子を資料としている。これらの報告は調査数が相当多いが，著者の被検者数は更に多く，この点からみても，著者の成績は学童の正常心電図に有力な知見を加えたものといえよう。

Pmaxは津田⑤，浜田⑥よりは低いが，鶴町⑦，結城⑧，に近似している。R_I，$_{II}$，$_{III}$，$_{V_4}$は何れも浜田⑥に次いで高値である。T波高値については，T_Iは男女共従来の値の平均値附近にあり，T_{II}も概ね従来の報告値の中間にあるが，男は幾分高く，女は低目である。T_{III}，$_{V_4}$は男に於ては概ね中央にあるが，女に於ては僅かに低値である。要するに全体として浜田⑥の報告は高く，Kossmann⑫の成績は低目であるが，著者による波高値はこれら諸家の正常心電図と概ね近似している。以上のように著者は一農村学童の波高値を従来の成績と比較し，略々中間にあることがわかつた。

（2）　発育に伴う波高値の変化

著者は発育に伴う心機能の一面を窺う目的で，発育に伴つて心電図波高値がどのように変化するかを追及した。そして年令的発育として学年を追つて観察し，波高値は発育に伴つて変化するものもあることを見出した。即ち発育に伴つて増大する波高値としては，男ではR_{V_4}，T_{V_4}，T_{II}，T_{III}，女ではR_I，があり，減少するものとしては，男でR_I，女でR_{III}が挙げられる。中学高学年になると，小児より成人への発育段階として青年に近い値を示すようになるものと考えられる。

第2表　正常心電図として報告された諸家の波高値との比較（単位 mV）

報告者	対象 性	対象 年令	対象 被検者数	Pmax	R_I	R_{II}	R_{III}	R_{V_4}	T_I	T_{II}	T_{III}	T_{V_4}
著者 (1959)	♂	6～14才	631 名	0.08	0.71	1.44	1.00	2.37	0.26	0.40	0.11	0.61
	♀	6～14才	644 名	0.09	0.67	1.41	0.99	2.10	0.24	0.32	0.06	0.50
津田⑤ (1957)	♂♀	6～12才	376 名	0.15	0.62	1.41	1.00	2.24 (a)	—	0.35	—	0.65 (a)
浜田⑥ (1957)	♂♀	6～14才	178 名	0.15	0.73	1.54	1.16	2.93	0.32	0.47	0.18	0.75
鶴町⑦ (1955)	♂	18～24才	100 名	0.08	0.55	1.33	0.91	1.30	0.27	0.45	0.34	0.53
結城⑧ (1954)	♂	20～25才	50 名	0.08	0.42	1.25	0.74	2.21	0.20	0.32	0.18	0.70
Kossmann⑫ (1953)	♂	20～30才	371 名	0.11	0.55	0.94	0.56	1.38	0.22	0.27	0.08	0.51
Wilson⑬ (1949)	♂	20～30才	104 名	0.12	0.56	1.19	0.80	—	0.21	0.30	0.12	—

（註）(a)　V_5　誘導の値を示す

（3） 波高値にみられる性差

学童期に於ても波高値，殊にT_{II}，$_{III}$，$_{V4}$及びR_{V4}は男が女より高く，高学年ほど著しい。この現象は村山⑨の示す青壮年期に於ける性差とも一致している。又村山⑨の述べるように，心疾患にも性差があり，男に冠疾患，女に高血圧性及びリウマチ性心筋障害の多いということとも関連して，心血管系障害の疫学的解明に一つの手掛りを与えるものと考えられる。又発育に伴う波高値の変化にも性差がみられる。上述のようにR_Iについて男が減少するのに対して女が増加している。又R_{V4}，T_{V4}，T_{II}，T_{III}について男が増加するのに対して，女は殆ど不変であり，加令と共に男女の開きを大にしている。これらのことは心臓電気軸が，発育により男女その方向を変えており，心機能，惹いては心臓の形状，大さにも男女異ることを推考させる。何れにしても低学年では性差を認め難かつた波高値が，高学年になる程，性差を認めており，男女の開きを大としている。又身長等の発育曲線に於てみられた男女の交叉現象は，R_I波高値に於てもみられる。この現象は形態的発育のみでなく，心電図波高というような機能的発育に於ても，見られることを裏付けている。

結　論

小中学校学童1,275名の心電図検査の結果より，他の報告に比べてもより多数で信頼性のある日本人学童の性別年令別心電図波高値を提示した。その結果，

（1） 学童の発育に伴つて，心電図波高値も変化する。男では加令と共にR_{V4}，T_{V4}，T_{II}，T_{III}が増大，R_Iが減少し，女ではR_I増大，R_{III}減少，その他は不変を示している。

（2） 発育に伴う波高値の変化に性差を認めた。R_Iでは男減少，女増大と逆の傾向を示し，R_{V4}，T_{V4}，T_{II}，T_{III}では男増大，女不変と，加令と共に男女の開きを大にしている。

（3） 学童期に於ても心電図波高値に性差を認めた。一般に波高値は男に高い。殊にR_{V4}，T_{V4}，T_{II}，T_{III}では性差が明かである。

文　献

①EINTHOVEN, W. : Pflügers Arch., 122 : 517, 1908.　②ZIEGLER, R. F. : Electrocardiographic Studies in Normal Infants and Children., 1951.　③MASTER, A. M. et al. : Am. Heart J., 11 : 12, 1936.　④GOLDBERGER, E. : Am. Heart J., 21 : 37, 1946.　⑤津田淳一：日本小児科学会雑誌, 61 : 294 ; 300 ; 413 ; 417 ; 543 ; 548 ; 669; 673 ; 1957.　⑥浜田琢ほか：小児科臨牀, 10 : 95, 1957 ; 内科の領域, 4 : 229, 1956.　⑦鶴町光衛：日大医学雑誌, 14 : 306, 1655.　⑧結城重之：北海道医学雑誌, 29 : 1033, 1954.　⑨村山忍三：信州医誌, 7 : 435, 1958.　⑩久保田勝，村山忍三：通信医学, 10 : 69, 1958.　⑪臨床用心電計の最低基準と試験法：医科器械学誌, 24 : 7, 1955.　⑫KOSSMANN, C. E. : Circulation, 8 : 920, 1953.　⑬WILSON, F. N. et al. : Am. Heart J., 37 : 492, 1949.