

学童の發育に伴う血圧及び心電図の変化

第3編 心電図時相分析について

(心血管系障害の疫学的研究 第19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

III Time Analysis of Electrocardiograms

(Cardiovascular Epidemiology Report 19)

TEIZŌ KOSHIISHI

Department of Hygiene & Public Health, Faculty of Medicine,
Shinshu University

(Director: Prof. F. KOMATSU)

本稿は前編に続いて心電図の時相分析を行い、心機能の一指標として重要な脈搏数を加えて更にこれが發育と共に如何に変化するかを、学年別に検索を試みたものである。

成人と小児の心電図時相が若干異なることは津田^①、浜田^②、Ziegler^③、Kirchhoff^④、Alimurung^⑤等によつて指摘され、RR時間、PQ時間、QRS時間、QT時間は何れも發育と共に延長するとの報告をみる。PQ時間については高階^⑥、浜田^②、津田^①、Kirchhoff^④、Sheer^⑦、Weth^⑧等によつて、QT時間についてはHegglin u. Holzmann^⑨、Fridericia^⑩、Bazett^⑪、Ashmann^⑫、Schlamowitz^⑬、久岡^⑭等によつて関係式の案出が試みられた。これらの優れた業

績は多少年齢差について触れているものもあるが、性別年齢別に系統的に検討されたものは見当たらない。著者は前編に於て心電図波高値に性差を確認したので、今回は時相について観察し、更に發育過程にみられた性差が時相にも現われるか、検索を試みた。

方法

研究資料及び調査日時、心電図検査方法は前編と同様である。心電図時相個々の実測方法は夫々の項に於て述べる事とする。

成績

性別年齢別心電図時相分析の各平均値の信頼度95%の信頼区間を一括すると第1~3表の通りである。

(1) RR時間及び脈搏数

RR時間はI, II, III, V₄誘導より夫々1回宛計測し、不整脈のある場合は夫々3回宛合計12回計測を行い、その平均を用いた。脈搏数は $60/RR$ (RRは秒単位)である。

小学1年から中学3年までの全学童の平均RR時間は男が0.808秒に対し女が0.779秒で男に大きく、従つて脈搏数は男74、女77で女子に多い ($\alpha=0.01$)

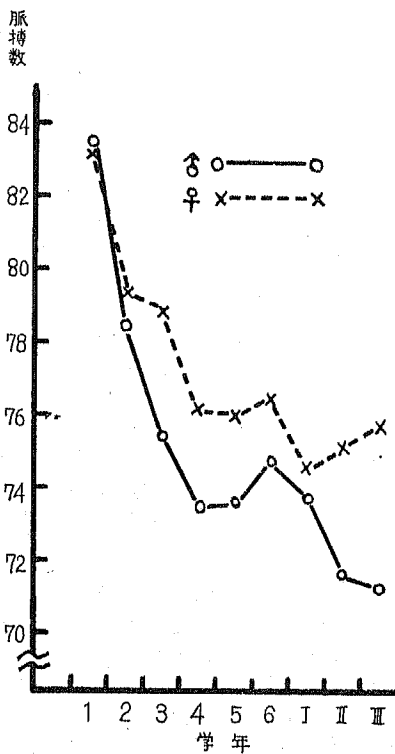
学年によるRR時間の差は男では小学1年は小学3年以上の各学年より小さく、小学2年は中学II, III年より小であり、女では小学1年は小学4年以上の各学年に比して小である。即ちRR時間は小学1年が最も

第1表 学年別 性別 心電図 時相分析 平均値(信頼度95%の信頼区間)
(単位 1/1,000秒) $\begin{matrix} \gg, \ll \\ \gg, \ll \end{matrix}$ は危険率1%での有意差を示す
N 5% N

学 年	RR		60/RR (脈搏数)	
	♂	♀	♂	♀
小 学 校	1	747~691 743~697	87.1~79.9	86.4~80.2
	2	795~735 785~728	81.7~75.3	82.5~76.1
	3	823~767 787~735	78.3~72.7	81.6~76.2
	4	838~794 812~764	75.4~71.6	78.2~74.0
	5	840~791 812~768	76.1~71.1	78.4~73.6
	6	832~772 819~750	77.9~71.7	80.0~73.0
中 学 校	I	845~781 838~772	77.0~70.6	77.9~71.3
	II	867~810 824~772	73.5~69.7	77.7~72.7
	III	881~803 820~763	73.7~68.9	78.6~73.0
全 校	811~805 \gg 782~776	74.6~74.0 \ll 77.3~76.7		

小で、男女共高学年程大きい。従つて脈搏数はその逆で低学年ほど多い。RR時間の加令に伴う延長は、男が女より大きく、学年の進むと共に男女の開きが増大している。これに反し脈搏数は年令増加に伴い男女共減少を示し、殊に男子の減少が著しく、年令の進むにつれて男女の開きが大きくなる(第1図)。

第1図 脈搏数 (60/RR)



(2) P及びPQ時間

P及びPQ時間は標準肢誘導の最高値を用いた。

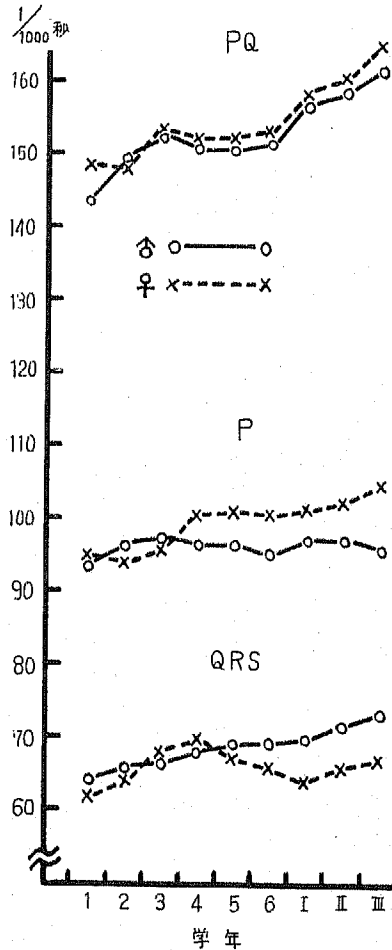
P時間は男が0.095秒、女が0.099秒で女が延長している ($\alpha=0.01$)。殊に高学年程男女差が大きい。学年差は男にはみられず、女では小学1、2年の低学年が中学II、III年よりも小さい。即ち学年経過についてのP時間は男では不変であるのに対し、女では学年が進むにつれて増大している。

PQ時間については、PQ実測値の他に高階値及びそれとの差を計算した。小児に於ける津田^①、浜田^②等の値を用いず、高階^③値を用いた理由としては、成人に於ける値との比較を考慮したためである。

PQ実測値は男0.154秒に対して女0.155秒で、僅かに女が延長している ($\alpha=0.05$)。学年増加に伴う差

は男では小学1年が中学各学年より小さく、小学5年以下の低学年が中学III年より小である。女では小学各学年が中学III年より小さい。即ち男女共にPQ時間は学年の進むにつれて増大を示している。そして発育に伴う変化には殆ど性差がみられなかつた。

第2図 学年別性別 P, PQ, QRS時間



これに反して高階値 [PQ=4.7578 × RR^{0.276} ± 5.5 (単位0.01秒)] はRRと関係するため、男に大きい ($\alpha=0.01$)。又発育に伴う増加も男に大きい。従つてPQ実測値と高階値との差をみると、小学1年より中学III年までの学童の平均では、男が-0.006秒、女が-0.004秒である。この値は学年増加に伴い、負から正へ変化して、高階値に対してPQ実測値が大きくなる傾向を示している。この傾向は男より女に著しく ($\alpha=0.01$)、高学年ほど男女の開きが大きくなつてい

第2表

学 年	P		P Q 実測値 (A)		高 階 値 (B)		差 (A-B)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	98.1~88.9	99.0~90.4	148.5~139.1	153.4~143.8	156.5~153.1	156.3~153.5	-5.9~-16.1	-1.3~-11.3
2	101.6~90.6	98.0~90.8	154.7~144.3	153.2~144.8	158.8~156.0	158.8~155.4	-2.0~-13.8	-3.8~-12.0
3	101.1~93.3	100.4~92.4	158.0~147.2	158.9~148.3	160.3~157.3	158.5~155.7	-0.9~-11.5	+2.3~-9.3
4	100.1~93.5	104.7~97.5	154.2~147.6	157.7~149.3	161.0~158.8	159.7~157.3	-5.3~-12.7	-0.9~-9.1
5	100.0~93.2	105.4~98.0	155.6~145.6	156.5~148.1	161.4~158.2	159.7~157.5	-4.1~-14.3	-1.9~-10.7
6	98.3~91.7	105.7~97.3	156.7~146.1	159.2~149.0	160.7~157.7	160.0~156.4	-2.4~-13.2	+1.6~-9.8
I	101.6~92.4	106.8~96.4	162.6~150.6	163.4~151.2	161.4~158.0	161.0~157.6	+2.9~-9.1	+4.7~-8.7
II	101.7~92.9	106.7~98.3	164.4~153.0	166.5~156.5	162.5~159.1	160.3~157.7	+3.9~-8.1	+7.8~-2.8
III	100.0~91.2	< 110.5~100.1	167.3~156.5	171.2~161.2	163.5~159.1	160.1~157.3	+5.9~-4.7	+12.6~-2.4
全 校	96.3~95.5	≤ 100.0~99.1	153.7~152.6	< 154.7~153.7	159.6~159.4	≥ 158.1~157.9	-5.8~-6.9	< -3.2~-4.3

第3表

学 年	Q R S		Q T 実測値 (C)		HOLZMANN-HÄGGELIN値 (D)		差 (C-D)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	67.5~61.7	64.0~60.8	363 ~ 349	356 ~ 344	337 ~ 324	336 ~ 326	30.9~19.3	23.6~14.8
2	68.2~63.0	67.6~62.4	372 ~ 359	364 ~ 349	348 ~ 334	346 ~ 333	29.0~19.8	21.5~12.1
3	69.1~63.9	69.5~64.9	379 ~ 370	372 ~ 360	354 ~ 342	346 ~ 334	30.7~21.7	29.9~21.5
4	69.6~65.4	71.5~67.5	386 ~ 377	380 ~ 370	357 ~ 348	351 ~ 342	28.6~21.2	32.3~24.7
5	70.5~66.7	70.5~66.1	378 ~ 368	379 ~ 368	359 ~ 345	352 ~ 343	25.1~16.3	31.3~21.7
6	71.0~65.8	68.9~63.9	373 ~ 360	375 ~ 361	356 ~ 343	353 ~ 338	21.4~12.2	26.7~18.1
I	73.0~66.8	> 66.2~61.8	375 ~ 360	376 ~ 363	359 ~ 344	357 ~ 343	22.3~9.7	25.4~14.0
II	74.2~68.8	> 68.6~63.8	378 ~ 365	379 ~ 367	364 ~ 350	354 ~ 344	19.8~9.4	28.9~19.5
III	76.9~70.7	> 70.7~64.3	379 ~ 370	382 ~ 370	366 ~ 348	353 ~ 342	22.5~11.9	< 33.7~23.5
全 校	68.8~68.3	≥ 66.9~66.4	372 ~ 370	> 368 ~ 366	351 ~ 350	≥ 344 ~ 343	20.9~19.8	< 23.8~22.8

る。PQ 実測値と高階値との差について、学年に伴う変化をみれば、男では小学4年以下の低学年が中学Ⅲ年より小さく、女では小学各学年が中学Ⅲ年より小である。これよりみても、高学年ほどPQ 実測値が大きくなるのがわかる。

(3) QRS 時間

QRS 時間も標準肢誘導の最高値を用いた。

QRS 時間は全学童の平均が男 0.068 秒、女 0.066 秒で、男が女より延長している ($\alpha=0.01$)。かように学童期に於ても QRS 時間は性差を認めた。この性差は中学 I, II, III 年の各学年でも認めた。学年に伴う QRS 時間の変化は、男女共加齢と共に延長している。殊にこの傾向は男に著しい。QRS 時間が発育に伴い、成人に於ける QRS 時間に近づき、男女の開きを増す。学年間でも、男は小学2年以下の低学年が中学Ⅱ年以上より小さく、小学5年以下の各学年が中学Ⅲ年より小さい。女では小学1年が小学3, 4, 5年及び中学Ⅲ年より小である。学年間の差は男に著しい。

(4) QT 時間

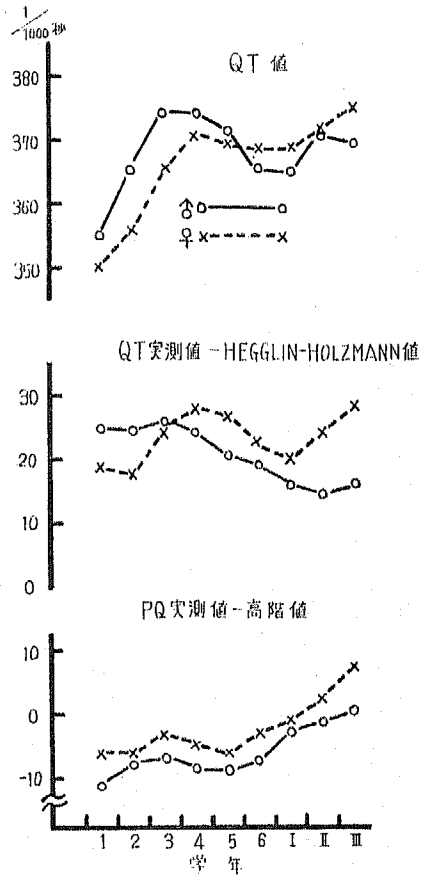
QT 時間は I, II, III, V₄ の4誘導について、RR と同様に実測して平均値を用いた。又 Hegglin-Holzmann 値 [$QT=0.39\sqrt{RR}\pm 0.04$ (単位: 秒)] を計算し、実測値との差を求めた。

全学童の平均 QT 時間は、男が 0.371 秒に対し、女が 0.367 秒で、男が僅かに延長している ($\alpha=0.05$)。しかし男は RR 時間が女より長いから、Hegglin-Holzmann 値も大である。従つて QT 実測値と Hegglin-Holzmann 値との差は、男 0.020 秒に対して、女 0.023 秒で、女が大きい ($\alpha=0.01$)。これは成人に於ける成績^⑩とも一致する。

QT 実測値の学年に伴う変化は、男女共、学年の進むにつれて QT 時間が延長している。これは殊に女に著しい ($\alpha=0.01$)。QT 時間の学年による差は、男では小学1年が小学4年より小さく、小学3, 4年が最高を示す。これに反して女では小学1年が小学3年以上の各学年より小さく、小学2年が小学4, 5年及び中学 II, III 年より小であり、最高は中学Ⅲ年である。学年の経過を追つてみると男女共に小学4年に1つの peak を描いている。そして第3図のように小学5年までは男が勝っているが、小学6年より女が僅かに上廻る傾向を示している。尚学年増加に伴う QT 時間延長の傾向は女の方が大きい。

これに反して Hegglin-Holzmann 値は RR 時間と関係するため、年令増加に伴う増大も男に著しく、全学童の平均としても男に高値である。従つて実測値と計算値との QT 差は、年令増加に伴い、男は減少、

第3図 学年別、性別QT時間、PQ差、QT差



女は増加と逆の現象を示している。各学年間の差は、男では小学2, 3, 4年が中学Ⅱ年より大きい。女では小学2年が小学3, 4, 5年及び中学Ⅲ年より小さく、小学1年が小学4年及び中学Ⅲ年より小で、男女逆の現象である。小学3年までは男が勝っているが、小学4年以上では女が上廻っている。そして学年の進むにつれて男女の開きが大となり、殊に中学Ⅲ年では女が男より大きい。

考 按

本資料の心電図時相分析値を、正常心電図として報告した津田^①、浜田^②、鶴岡^③、結城^④の値と比較すると、第4表に示す通りである。RR 時間は対象の年令からみても、概ね諸家と類似している。浜田^②の小児の値よりは大きく、結城^④の青年の値よりは小さい。従つて脈搏数についても概ね諸家の値の中間にある。P 時間は幾分延長しているようであり、従つて PQ 時間も若干延長している。しかし PQ 時間も結城^④の値に比べればむしろ小さい。QRS 時間は諸家の中

第4表 正常心電図として報告された諸家の時相分析値との比較 (単位1/1000 sec)

報告者	対 象		RR	P	P Q		QRS	Q T		
	性	年 令			被検者数	実測値		高階値との差	実測値	Hegglin-Holzmann 値との差
著者 (1959)	♂	6~14才	631名	808	96	153	-6	68	371	+20
	♀	6~14才	644名	779	100	154	-4	66	367	+23
津田① (1957)	♂♀	6~12才	376名	742	53	136	-20	61	322	-14
浜田② (1957)	♂♀	6~14才	178名	682	73	139	-13	74	348	+26
鶴町③ (1955)	♂	18~24才	100名	856	78	150	-11	72	364	+3
結城④ (1954)	♂	20~25才	50名	1016	-	156	-13	83	366	-27

間の値を示している。QT 時間は僅かに延長しており、Hegglin-Holzmann 値との差も正、即ち延長の側にある。これは浜田②の値よりは小さく、結城④等の値よりは大きい。このことに関して宮尾⑤は農村における小児の感染症性疾患とそのQT比を論じ、QT時間の延長があると報告している。著者の得たP, PQ及びQTの時間が諸家の成績に比し、幾分延長していることは、諸家の対象は主に都市の小児であるのに対して、著者の対象は農山村小児であり、学童期に於て既に地域差が現われているものとも解される。何れにしても、これら諸家の成績とも著しく異なるものではなく、上述のように若干時相の延長を示すものもあるが、極めて僅かである。よつて本編の資料は日本人学童の心電図時相分析として、参考になるものと考えられる。

心電図時相について発育よりみると、発育と共に延長するものとしてはRR, P(女のみ), PQ, QRS(男のみ), QT及び(PQ-高階値)が挙げられる。又(QT-Hegglin-Holzmann 値)は男減少、女増加の傾向を示している。発育と共にRR, PQ, QTが延長していくことは、津田①、浜田②等と一致する。又脈搏数が発育に伴つて減少することも明かである。

しかし発育の仕方に性差があると同様、心電図時相の発育による変化にも性差があるかは、先人も触れておらず、公衆衛生的見地に立つての検討が望まれる。そこで発育に伴う心電図時相の変化を男女比較してみると、RR, P, QRS, QT(PQ-高階値)及び(QT-Hegglin-Holzmann 値)に於て性差を認めた。このことは心機能に現れた生物学的現象として、心血管系障害の疫学上よりも重要である。殊にRR及びQRSは男に大きく、P, PQ差, QT差は女に大きいことは、成人に於ける性差⑥とも類似し、既に発育段階にある学童期に於ても、性差をみることは注目される。

結 論

小中学校学童1,275名の心電図検査の結果より、日本人学童の時相分析平均値ともいえる値を提示した。それによれば学童期に於ては発育に伴つて、RR,

P(女のみ), PQ, QRS(男のみ), QTの各時間が延長を示している。又(PQ-4.7378 RR^{0.275})は男女共増加、(QT-0.39√RR)は男減少、女増加という発育に伴う変化を示す。そして形態的発育に性差がみられたように、時相に於てもRR, P, QRS, QT, PQ差, QT差では、その発育の仕方が男女異なる。尚RR及びQRSは男に大きく、P, PQ差, QT差は女に大きいといった性差を認めた。

全編の総括

長野県鬼無里村小中学校全校学童1275名の体格、血圧及び心電図検査の結果より、心機能が発育と共に如何なる変化をするかを性別に検討を試みた。その結果、

1) 心機能は発育と共に変化する。年齢の増すにつれ、血圧は上昇し、心電図波高値(例えばR_{v1}, T_{II}, m, v₁)は上昇を示し、RR, P, PQ, QRS, QTの各時間は延長する。

2) 発育の仕方が男女形態的にも異ると同様に血圧値、心電図測定値も発育に伴い男女異なる傾向を示す。発育の仕方が男女異なるものとしては、形態的発育のほか、血圧(最大、最小、平均血圧、脈圧何れも)、心電図R_I, m, v₄, T_I, II, m, v₄の各波高値、RR, P, QRS, QTの各時間が挙げられる。

3) 学童期に於ても心電図計測値に性差を認められる。即ちR_{v1}, T_{II}, m, v₄の各波高値は男に高く、RR及びQRS時間は男に長く、P時間及びPQ差, QT差は女に長い。

4) 以上の事実のほか、本資料は日本人学童の性別学年別の血圧及び心電図の平均値としての参考資料を提供したものと考えられる。

終りに指導、校閲を賜つた恩師小松富三男教授に感謝する。又協力を頂いた信州大学医学部衛生学教室員及び学生、並びに鬼無里村小中学校職員及び生徒に感謝し、畑野忠男、上条妙子両君の労苦を多とする。

文 献

①津田淳一：日本小児科学会雑誌, 61:294;300;413;

- 417; 543; 548; 669; 673, 1957. ②浜田 琢ほか：小児科臨床, 10: 95, 1957; 内科の領域, 4: 229, 1956.
- ③Ziegler, R. F.: *Electrocardiographic Studies in Normal Infants and Children*, 1951. ④Kirschhoff, H. W. & Brummeister, W.: *Zeitschr. f. Kreislauff.*, 41: 812, 1952. ⑤Alimurung, M. et al.: *Circulation*, 1: 1329, 1950. ⑥Takahashi, J.: *Acta School. Med. Univ. Imp. Kyoto*, 10: 189, 1927. ⑦Sheer, P. & Alhers, D.: *Zeitschr. f. Kreislauff.*, 36: 306, 1940 (㊦より) ⑧Weth, G.: *Deut. Ges. f. Kreislauf.* 12: 94, 1939 (㊦より)
- ⑨Hegglin, R. & Holzmann, M.: *Zeitschr. f. Klin. Med.*, 132: 1, 1937 (㊦より) ⑩Fridericia, L. S.: *Acta Med. Scandinav.*, 53: 469, 1920 (㊦より)
- ⑪Bazett, H. C.: *Heart*, 7: 353, 1918 (㊦より)
- ⑫Ashman, R.: *Am. Heart J.*, 23: 522, 1942.
- ⑬Schlamowitz, I.: *Am. Heart J.*, 31: 329, 1946.
- ⑭久岡章展：日本循環器学誌, 20: 87; 92, 1956.
- ⑮村山忍三ほか：信州医誌 (掲載予定)
- ⑯鶴町光衛：日大医学雑誌, 14: 309, 1955.
- ⑰結城重之：北海道医学雑誌, 29: 1033, 1954.
- ⑱宮尾益英ほか：小児科臨床, 10: 303, 1957