乳幼児から就学児童における心室筋再分極過程の変動 — Variability ratio を用いた検討 —

楠木啓史*¹ 栗木万里奈*¹ 堀尾佳世*¹ 細井光沙*²
松浦秀哲*² 藤野正之*³ 宮田昌史*³ 山崎俊夫*³
長岡俊治*¹ 安田東始哲*⁴ 畑 忠善*¹

【目的】乳幼児から二次性徴前の児童における心周期と心室筋再分極過程の変動を variability ratio (VR) から評価し、年齢による変化について検討した。【対象】心疾患を有さない乳児から就学時までの児童 176 名を、Ⅰ群(生後 0～6 カ月, 17 名), Ⅱ群(生後 7～11 カ月, 21 名), Ⅲ群(1 歳, 28 名), Ⅳ群(2～3 歳, 37 名), Ⅴ群(4～5 歳, 36 名), Ⅵ群(6～7 歳, 37 名)の 6 群に分類し比較検討した。【方法】安静時心電図から 120 心拍の RR 間隔と QT 時間の計測を行い、RR 間隔の標準偏差 (SDRR) と QT 時間の標準偏差 (SDQT) から VR を算出し、月齢との関係を求めた。【結果】各群で VR, SDRR, SDQT に性差を認めず、VR は年齢とともに減少し就学時には一定の値となった。年齢別基準値を用いることにより、自律神経系の生後発達を評価できる可能性が示唆された。

(心電図, 2009 ; 29 : 290～297)

Keywords

- variability ratio
- SDRR
- SDQT
- 発育
- 性差

I. 背 景

我が国における小中高生全体の突然死は毎年 60～80 人程度であり、その約 70% は不整脈を原因とする心臓性突然死と推測されている¹⁾。小児の致死性不整脈の発生率は成人に比べると低いものの、社会に与える影響は大きい。このような背景から、不整脈診断に役立つ心電図は、心臓性突然死を予防するうえで重要といえる。

*1 藤田保健衛生大学大学院保健学研究科
(〒470-1192 愛知県豊明市杣掛町田楽ヶ窪 1-98)
*2 藤田保健衛生大学病院臨床検査部
*3 藤田保健衛生大学医学部小児科
*4 あいち小児保健総合医療センター循環器科

QT variability analysis in prepubescent

Hirofumi Kusuki, Marina Kuriki, Kayo Horio, Misa Hosoi, Hideaki Matsuura, Masayuki Fujino, Masafumi Miyata, Toshio Yamazaki, Shunji Nagaoka, Toshiaki Yasuda, Tadayoshi Hata

体表面心電図は非侵襲的な検査手段ながら、心臓病の診断や治療効果判定、さらには予後推定にも有用である。体表面心電図で観察されるQT時間は、心室筋の再分極過程を表し、先行RR間隔に従属して変動する。QT時間が延長すると催不整脈基質が生じ、失神発作や心臓突然死の原因となることが推定されている²⁾。

しかし、小児における心筋再分極過程の時間的変動について検討した報告は少なく、ましてや自律神経機能の成熟や二次性徴による影響が予想されるRR間隔とQT時間の変動関係についての詳細な研究はない。

そこでわれわれは、RR間隔とQT時間の変動比の算出法であるvariability ratio (VR)に注目した³⁾。本法はアルゴリズムが明快で単一誘導から算出できるため、基線の安定した心電図記録であれば簡便に行える。また、体表面心電図記録から心周期と心室筋再分極過程の関係や催不整脈性の評価が可能であれば、患児への負担も少なく健康診断や小児科臨床に応用しやすいと考えた。

今回、基礎的な検討として、二次性徴を認めない就学期までの健常児童におけるRR間隔とQT時間の変動性の関係を知るために、VRの年齢別の標準値および発育曲線を提示することを目的とした。

Ⅱ. 対象・方法

藤田保健衛生大学病院において、心電図検査と心臓超音波検査により器質的心疾患を否定した0～7歳までの児童176名(男女比107:69)を対象とした。年齢を基準に、乳児前期(0～6ヵ月、平均 3.29 ± 1.98 ヵ月、男女比12:5, $n = 17$)をI群、乳児後期(7～11ヵ月、平均 8.92 ± 1.55 ヵ月、男女比13:8, $n = 21$)をII群、1歳児(平均 1.44 ± 0.32 歳、男女比20:8, $n = 28$)をIII群、2～3歳児(平均 3.04 ± 0.55 歳、男女比20:17, $n = 37$)をIV群、4～5歳児(平均 4.90 ± 0.61 歳、男女比22:14, $n = 36$)をV群、および6～7歳児(平均 6.84 ± 0.60 歳、男女比20:17, $n = 37$)をVI群として分類した。

インフォームドコンセントを得た後、生後3ヵ月から1歳までの児童に対しては、鎮静のためにトリクロールシロップ(0.7 ml/kg)の前投薬を行なった。心臓超音波検査時にBiopac社製生体ポリグラフ記録装置MP-150を用いて、啼泣や体動のない安静時心電図(CM5誘導)を記録した。これらの検査はすべて午後4～6時の間でかつ食事の前に施行した。心電図記録から、基線が安定しU波を有さない連続した120心拍の元心電図波形に対して、AcqKnowledge ver 3.9(Biopac Systems Inc. CA. USA)を用いてRR間隔の自動計測を行った。続いてQ波の開始点とT波の終了点を一次微分処理と絶対値処理にて決定し、RR間隔とQT時間を計測した(図1)。その後、120心拍のRR間隔の標準偏差(SDRR)とQT時間の標準偏差(SDQT)を求め、Jensenら³⁾の式($VR = SDQT/SDRR$)を用いてVRを算出した。

図1 微分絶対値法によるQT時間の測定
微分絶対値法にてQRSの開始点とT波の終了点を決定した。
A:心電図波形, B:Aの一次微分処理後, C:Bの絶対値処理後

抽出した計測値から、月齢とVRの対数曲線回帰式の算出、各群のSDRR、SDQT、VRから発育曲線の作成、そしてⅠ～Ⅵ群のVR、SDRRおよびSDQTの加齢による変化を検討した。また、性差についても各年齢群で分散分析による検討を行った。

統計学的検討にはJMP統計解析ソフト version 5.1.2 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)を用い、月齢とVRとの非線形回帰分析およびSDRRとSDQTにおける線形回帰分析を行った。年齢別群間ではTurkey-KramerのHSD検定を用いて多重比較を行ない、 $p < 0.01$ を有意水準とした。

Ⅲ. 結 果

1. VRにおける生後変化

図2に検討対象すべてのVRと月齢の関係を示す。VRは月齢と対数曲線回帰(対数曲線回帰: $VR = 0.230 - 0.033 \text{ Log (age)}$, $r = 0.675$)を示した。VRは乳児期において著しい減少を示し、その後、10ヵ月頃からは緩やかな減少傾向を示した。

各群の平均値の推移をみると、Ⅰ群からⅢ群にかけて減少し、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ群の値はほぼ一定であった(図3)。就学时児童のⅥ群(0.09 ± 0.02)とその他の低年齢群の値を比較すると、Ⅵ群とⅠ群($p < 0.01$)

およびⅥ群とⅡ群($p < 0.01$)の間に有意差が観察された。1歳にはVRはほぼ一定の値となり就学児童の値に近づくことが示された(表1)。

2. VRにおける性差

各群におけるVRの性差について比較検討した。結果、Ⅰ群(男性: 0.19 ± 0.08 , 女性: 0.24 ± 0.15 , $p = 0.398$), Ⅱ群(男性: 0.17 ± 0.06 , 女性: 0.14 ± 0.07 , $p = 0.202$), Ⅲ群(男性: 0.12 ± 0.03 , 女性:

図2 VRの生後変化

月齢とVRの間には対数曲線回帰が観察された($p < 0.001$)。破線は上側、下側95%信頼限界を示す。

VR: variability ratio

図3 各群における平均VRの比較

各群の平均値±標準偏差を示す。1歳未満のⅠとⅡ群は就学时児童のⅥ群に比し有意に高値を示した。

Ⅰ: 乳児前期, Ⅱ: 乳児後期, Ⅲ: 1歳児, Ⅳ: 2～3歳児, Ⅴ: 4～5歳児, Ⅵ: 6～7歳児

VR: variability ratio, *: vs Ⅵ ($p < 0.01$)

表1 VRの生後変化

	I	II	III	IV	V	VI
RRm (msec)	484.9±64.0*	537.7±70.1*	564.4±57.0*	583.9±66.3*	655.8±83.3	684.3±75.8
QTm (msec)	291.8±21.4*	306.0±21.6*	314.1±23.2*	312.6±20.2*	333.9±23.3	347.3±20.9
SDRR (msec)	16.1±9.4*	20.0±13.3*	26.7±10.7*	33.9±13.7	44.4±20.4	44.6±19.4
SDQT (msec)	2.7±1.1	2.7±1.5	3.0±1.0	3.6±1.4	3.7±1.1	3.7±1.2
VR	0.20±0.10*	0.16±0.06*	0.12±0.03	0.11±0.04	0.09±0.03	0.09±0.02

I：乳児前期，II：乳児後期，III：1歳児，IV：2～3歳児，V：4～5歳児，VI：6～7歳児

SDRR：RR間隔の標準偏差，SDQT：QT時間の標準偏差，VR：variability ratio

各値は平均値±標準偏差．*：vs VI ($p < 0.01$)

表2 各群におけるパラメーターの性別比較

		I	II	III	IV	V	VI
RRm (msec)	M	485.9±57.1	534.9±58.9	566.7±55.1	584.4±77.0	674.8±72.9	689.2±85.8
	F	482.5±86.1	542.3±89.8	558.5±65.2	583.4±53.3	626.0±92.3	678.5±64.2
QTm (msec)	M	295.1±14.7	308.3±17.8	315.4±20.9	309.5±25.2	341.0±22.9	345.3±26.1
	F	283.9±33.5	302.3±27.6	310.7±29.3	316.3±11.9	322.7±20.1	349.7±12.9
SDRR (msec)	M	15.6±7.2	18.3±13.8	26.9±10.2	30.9±12.8	45.4±14.7	46.3±19.0
	F	17.3±14.6	22.8±13.0	26.2±12.8	37.4±14.3	42.7±27.7	42.7±20.3
SDQT (msec)	M	2.5±0.7	2.8±1.7	3.1±1.0	3.4±1.2	3.9±1.2	3.9±1.3
	F	3.2±1.7	2.7±1.0	2.8±0.9	3.9±1.6	3.3±0.9	3.6±1.1
VR	M	0.19±0.08	0.17±0.06	0.12±0.03	0.12±0.04	0.09±0.03	0.09±0.03
	F	0.24±0.15	0.14±0.07	0.12±0.03	0.11±0.04	0.10±0.04	0.09±0.02

M：男性，F：女性，各値は平均値±標準偏差(その他の略表記については表1と同じ)。

0.12 ± 0.03, $p = 0.954$), IV群(男性：0.12 ± 0.04, 女性：0.11 ± 0.04, $p = 0.448$), V群(男性：0.09 ± 0.03, 女性：0.10 ± 0.04, $p = 0.490$)およびVI群(男性：0.09 ± 0.03, 女性：0.09 ± 0.02, $p = 0.697$)と，二次性徴前の児童では，すべての群でVRに性差は観察されなかった(表2)。

3. SDRRとSDQT

図4にRR間隔の標準偏差であるSDRRとQT時間の標準偏差であるSDQTの相関を示す。SDRRの増大に伴ってSDQTも増大し，線形回帰分析で有意な正相関を示した($r = 0.656$)。自律神経活動による変動性を示すSDRRは，I群では16.1 ± 9.4 msecであったものが，7～11ヵ月のII群では20.0 ± 13.3 msec，1歳のIII群では26.7 ± 10.7 msec，2～3歳のIV群では33.9 ± 13.7 msec，4～5歳のV群では44.4 ± 20.4 msec，

図4 SDRRとSDQTの関係

対象すべてのSDQTとSDRRの関係を示す。両者は正相関を示した($p < 0.001$)。

SDRR：RR間隔の標準偏差，SDQT：QT時間の標準偏差
破線は上側，下側95%信頼限界を示す。

就学時年齢のⅥ群では 44.6 ± 19.4 msecへと著明に増加し、生後発達に伴い心周期のゆらぎが増大していくことが観察された(図5)。一方、心筋再分極過程の変動性を示すSDQTはすべての群間で有意差は観察されなかった(表2)。

4. SDRRとSDQTにおける性差

各年齢群におけるSDQTの性差について検討を行った。結果、表2に示すように、Ⅰ群(男性： 2.5 ± 0.7 ，女性： 3.2 ± 1.7 ， $p = 0.262$)，Ⅱ群(男性： 2.8 ± 1.7 ，女性： 2.7 ± 1.0 ， $p = 0.949$)，Ⅲ群(男性： 3.1 ± 1.0 ，女性： 2.8 ± 0.9 ， $p = 0.532$)，Ⅳ群(男性： 3.4 ± 1.2 ，女性： 3.9 ± 1.6 ， $p = 0.250$)，Ⅴ群(男性： 3.9 ± 1.2 ，女性： 3.3 ± 0.9 ， $p = 0.125$)およびⅥ群(男性： 3.9 ± 1.3 ，女性： 3.6 ± 1.1 ， $p = 0.452$)と全群で平均SDQTに性差は観察されなかった。さらに平均RR間隔，平均QT時間，平均SDRRにも性差は存在しなかった。

Ⅳ. 考 察

自律神経活動自体は複雑であるが、睡眠中、安静覚醒時の心周期と心室筋再分極時間は有意な線形相関を有し^{3), 4)}，同相の周波数特性をもち、かつ生理的な心拍変動の増加はQT時間の変動をも増加させることが示されている^{5), 6)}。

一方、成人ではQT時間自体に明らかな性差が存在し、男性ではテストステロンの影響によりQT時間は短縮し、女性ではライフサイクルに伴った性ホルモンの分泌によりQT時間は変動することが推定されている^{7), 8)}。二次性徴発現前の児童では、心室筋の再分極を示す心電図のJ点からT波の終末までの時間(JT時間)と先行心周期で補正したJTc時間に性差がないことが示されている⁹⁾。今回の研究結果でも、二次性徴前の児童では各年齢群においてQT時間およびSDQTに性差は観察されなかった。

これまでになされたSDRRに関する検討では、RR間隔の変動は幼児期から青年期までは増加し¹⁰⁾，その後は加齢と共に緩やかに減少していくことが示されている¹¹⁾。また、周波数解析を用いた報告では、

図5 各群における平均SDRRと平均SDQTの比較
各群の平均値±標準偏差を示す。6群の平均値を比較すると、SDRRは発育年齢とともに増加したが、SDQTは加齢による有意な変化を示さない。

Ⅰ：乳児前期，Ⅱ：乳児後期，Ⅲ：1歳児，Ⅳ：2～3歳児，Ⅴ：4～5歳児，Ⅵ：6～7歳児

SDRR：RR間隔の標準偏差，SDQT：QT間隔の標準偏差。

*：vs Ⅵ ($p < 0.01$)

ヒトは発育に伴い呼吸運動に関連した呼吸迷走神経活動が活発になり、呼吸周期に一致した高周波数成分が増大することが明らかにされている^{12), 13)}。今回の対象群のなかで、生後3ヵ月未満の乳児は生理的に心拍数も高く、呼吸性の心拍変動の少ない時期であり、SDRRは学童期に比較して低値を示したことは妥当な結果と考えられる。年齢別群の比較からもSDRRの増加は生後の呼吸迷走神経系を介した心臓神経支配の成熟によるものと推定した。鎮静剤を使用した生後3ヵ月から2歳未満の乳幼児については、睡眠または覚醒でも安静状態を保った乳幼児のみを解析対象としている。このような背景では、鎮静剤により交感神経性の心拍変動が低下していた可能性がある。一方、QT時間に対する影響については確証となる先行研究はないが、交感神経系の入力はRR間隔と同様に減弱することが予想される。

本研究において、すべての年齢群でSDQTはSDRRよりも低値を示した。この結果を支持する報告によると、RR間隔とQT時間の周波数特性は近似しているが、RR間隔に対してQT時間の変動はきわめて小さいとされている^{3), 5), 6)}。また、発育に伴い有意に増加するSDRRに比較し、SDQTは有意な変化を示さず、その結果として乳幼児ではVRが高値を示した。

本研究の制約点である鎮静剤について、投与した1歳と未投与の2～3歳間でVRを比較したところ有意差はなく($p = 0.998$)、心周期と再分極の変動比は1歳以降、ほぼ一定の値になると考えられた。

さらに、乳児期のI群とII群を比較すると、VRのSDは後期に比較して早期群で高値を示した。新生児では、心筋における交感神経終末の形成が未熟なために出生後の血中ノルエピネフリンは高い。その後、交感神経系の発育が進み、血中濃度は約1ヵ月で低下する。その結果、迷走神経支配が優位になり安静時の心拍数が低下することが知られている¹⁴⁾。検討に用いたI群は急激な自律神経支配の変化を伴う生後1ヵ月～6ヵ月の児童を対象としているために、児童のSDNNの変動域が大きくVRのSDが増大したと推測する。今後、乳児期早期のVRの推移について詳細に検討する必要がある。

これまでに、JensenらはVRが心筋梗塞後患者の不整脈死の予後推定因子として有用であることを示している¹⁵⁾。一方、心筋梗塞とは異なった病態ではあるが、われわれは心房中隔欠損症では左右短絡による右心房の容量負荷は心拍変動を低下させ¹⁶⁾、短絡量に依存してVRが増大することを観察している¹⁷⁾。このように心筋の形態的異常や機能的異常を有する患者では、心臓の興奮は非常に多彩な因子で変調される。これらのことから、VRは心周期と再分極過程の均衡を観察する汎用性の高い指標になり得る可能性が示唆された。

二次性徴前の児童では、VRは生後まもなくから就学時にかけて発育に伴い次第に減少することを示した。VRは再分極過程の安定性を示すより、むしろ

心臓を制御する自律神経系の生後発達の指標となることが考えられた。小児において心周期と心室筋再分極過程の不均衡性の評価に本指標を応用する際には、対象年齢群の標準値と比較検討することが必須であると考えられた。

今後臨床応用に向けて、二次性徴発来後の児童らのデータを集積したうえで基準値を提示する必要性がある。

V. 結 語

われわれは、非侵襲的な体表面心電図記録からVRの年齢別の基準値と発育変動曲線について検討した。健常小児では生後発達に伴い、心室筋再分極過程の時間的変動を示すVRは1歳までに著しい減少をきたし、それ以降は就学時まで安定した数値となった。この変化は心臓への自律神経調節の成熟に依存すると推定された。

今回呈示した年齢別基準値や標準曲線を用いることにより、VRは心周期と再分極過程の均衡を観察するための一手法になる可能性が示唆された。一方、健常小児においては催不整脈性の評価より、むしろ自律神経系の生後発達を評価する有用な指標と考えられた。

〔文 献〕

- 1) 伊東三吾, 原田研介: 児童・生徒の心臓突然死. 日本臨牀, 2005; 63: 1261～1271
- 2) Atiga WL, Calkins H, Lawrence JH, Tomaselli GF, Smith JM, Berger RD: Beat-to-beat repolarization lability identifies patients at risk for sudden cardiac death. J Cardiovasc Electrophysiol, 1998; 9: 899～908
- 3) Jensen BT, Larroude CE, Rasmussen LP, Holstein-Rathlou NH, Hojgaard MV, Agner E, Kanters JK: Beat-to-beat QT dynamics in healthy subjects. Ann Noninvasive Electrocardiol, 2004; 9: 3～11
- 4) Sosnowski M, Czyz Z, Tendera M: Time and frequency analysis of beat-to-beat R-T interval variability in patients with ischaemic left ventricular dysfunction providing evidence for non-neural control of ventricular repolarisation. Eur J Heart Fail, 2002; 4: 737～743
- 5) Emori T, Ohe T: Evaluation of direct respiratory

- modulation of the QT interval variability. *Pacing Clin Electrophysiol*, 1999 ; 22 (6 Pt 1) : 842 ~ 848
- 6) Merri M, Alberti M, Moss AJ : Dynamic analysis of ventricular repolarization duration from 24-hour Holter recordings. *IEEE Trans Biomed Eng*, 1993 ; 40 : 1219 ~ 1225
 - 7) Nakagawa M, Ooie T, Ou B, Ichinose M, Takahashi N, Hara M, Yonemochi H, Saikawa T : Gender differences in autonomic modulation of ventricular repolarization in humans. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2005 ; 16 : 278 ~ 284
 - 8) Lehmann MH, Timothy KW, Frankovich D, Fromm BS, Keating M, Locati EH, Taggart RT, Towbin JA, Moss AJ, Schwartz PJ, Vincent GM : Age-gender influence on the rate-corrected QT interval and the QT-heart rate relation in families with genotypically characterized long QT syndrome. *J Am Coll Cardiol*, 1997 ; 29 : 93 ~ 99
 - 9) Nakagawa M, Takahashi N, Watanabe M, Ichinose M, Nobe S, Yonemochi H, Ito M, Saikawa T : Gender differences in ventricular repolarization : terminal T wave interval was shorter in women than in men. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2003 ; 26 : 59 ~ 64
 - 10) Massin M, von Bernuth G : Normal ranges of heart rate variability during infancy and childhood. *Pediatr Cardiol*, 1997 ; 18 : 297 ~ 302
 - 11) Pikkujämsä SM, Mäkikallio TH, Sourander LB, Rähä IJ, Puukka P, Skyttä J, Peng CK, Goldberger AL, Huikuri HV : Cardiac interbeat interval dynamics from childhood to senescence : comparison of conventional and new measures based on fractals and chaos theory. *Circulation*, 1999 ; 100 : 393 ~ 399
 - 12) Longin E, Gerstner T, Schaible T, Lenz T, König S : Maturation of the autonomic nervous system : differences in heart rate variability in premature vs. term infants. *J Perinat Med*, 2006 ; 34 : 303 ~ 308
 - 13) 宮田昌史, 畑忠善, 佐野葉子, 鈴木研史, 小林朱里, 山崎俊夫 : 早産低出生体重児の自律神経機能の発達. 心拍変動周波数解析を用いた検討. *日本新生児学会誌*, 2003 ; 39 : 511 ~ 518
 - 14) Susan Tucker Blackburn : *Maternal, Fetal, and Neonatal Physiology : A Clinical Perspective*, 2nd Edition, W. B. Saunders, Philadelphia, 2003 ; Chapter 8. Cardiovascular System : 295
 - 15) Jensen BT, Abildstrom SZ, Larroude CE, Agner E, Torp-Pedersen C, Nyvad O, Ottesen M, Wachtell K, Kanter JK : QT dynamics in risk stratification after myocardial infarction. *Heart Rhythm*, 2005 ; 2 : 357 ~ 364
 - 16) Hata T, Mano S, Kusuki M, Matsuura H, Miyata M, Yamazaki T, Nagaoka S : Difference in autonomic nervous control between ventricular septal defect and atrial septal defect based on heart rate variability. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2007 ; 30 (Suppl 1) : S212 ~ S214
 - 17) Kuriki M, Kayo H, Kusuki H, Hosoi M, Mano S, Matsuura H, Takasuga H, Fujino M, Miyata M, Yamazaki T, Nagaoka S, Hata T : Difference of RR and QT-intervals variability in congenital heart diseases, *J Physiol Sci*. 2009 ; 59 (Suppl 1) : 132

QT variability analysis in prepubescent

Hirofumi Kusuki^{*1} Marina Kuriki^{*1} Kayo Horio^{*1} Misa Hosoi^{*2} Hideaki Matsuura^{*2} Masayuki Fujino^{*3}
Masafumi Miyata^{*3} Toshio Yamazaki^{*3} Shunji Nagaoka^{*1} Toshiaki Yasuda^{*4} Tadayoshi Hata^{*1}

^{*1}Graduate School of Health Sciences, Fujita Health University, ^{*2}Department of Clinical Laboratory, Fujita Health University Hospital,
^{*3}Department of Pediatric, School of Medicine, Fujita Health University, ^{*4}Department of Cardiology, Aichi Children's Health and Medical Center

The relationship between electrocardiographic RR and QT interval variabilities were evaluated, based on the QT variability ratio (VR) in prepubescent children, to investigate the influence of aging. One hundred and seventy-six subjects with no heart disease, ranging from infants to school children, were categorized into 6 groups for a comparative study ; Group I (17 infants aged 0 to 6 months), Group II (21 infants aged 7 to 11 months), Group III (28 infants aged 1 year), Group IV (37 children aged 2 to 3 years), Group V (36 children aged 4 to 5 years), Group VI (37 children aged 6 to 7 years). Regarding the methods, the RR-interval and QT-interval of 120 heart beats were measured at rest to calculate the VR based on the standard deviation of the RR-interval (SDRR) and the standard deviation of the QT-interval (SDQT) in order to investigate the relationship with the age of subjects (months). As a result, there were no gender differences between groups for VR, SDRR and SDQT, and VR decreased in accordance with aging, but became stable when the children reached school age. This study supports the potential application of the standard value of VR by age to evaluate imbalances in the cardiac cycle and myocardial repolarization.

Key Words : variability ratio, prepubescent children, gender differences