

省略4誘導心電図による小、中学校生に対する 学校心臓検診の心電図異常抽出の相違

—特にQ波異常抽出と心臓系突然死疾患の関連についての検討—

The Differentiations of the Extraction with Electrocardiographic Abnormality by Using 4-Leads Electrocardiography in 1st and 7th Grade Students Under the Heart Disease Screening Program in School Student: the Relation of the Extraction with Q Wave Abnormality and Heart Disease in Sudden Death

植田 孝* 築谷 学 大頭 信義 松浦 伸郎 吉本 健朗 森田 基之 白井 正人

Takashi UEDA, MD, PhD*, Manabu TSUKITANI, MD, Nobuyoshi DAITO, MD, Shinro MATSUURA, MD, PhD, Kenro YOSHIMOTO, MD, Motoyuki MORITA, MD, Masato SHIRAI, MD

姫路市医師会学校保健(心)委員会

要約

目的 学校保健法より、1993年から小、中学校1年生に心電図検査による心臓検診が義務付けられているが、全心電図検査による異常心電図の抽出率の年齢による相違や心臓突然死疾患に対する有効性に関する報告は稀である。本研究は、省略4誘導心電図による小、中学校生の学校心臓検診の心電図異常の相違を明らかにするとともに、特にQ波異常抽出の心臓系突然死疾患に対する有効性を検討した。

方法 1996年から2003年までの、姫路医師会学校心臓検診委員会で施行している、小、中学校生85,745人の省略4誘導心電図結果から、心電図検査のみで診断しえる、Q波異常、伝導障害(PQ延長、II度房室ブロック、不完全右脚ブロック、完全右脚ブロック、完全左脚ブロック、WPW症候群)、不整脈(上室性期外収縮、心室性期外収縮)、及びQT延長の項目で疾患分類を行い、各心電図異常疾患の抽出率の年齢による相違を比較、検討した。また、特にQ波異常抽出の心臓系突然死疾患に対する有効性を検討するために、当委員会が把握してきた小、中学校生の心臓突然死10例の検討を行い、心電図検診の役割を評価した。

結果 小学校1年生群で中学1年生群より検出率が優位に小であった疾患群は、II度房室ブロック($p=0.002$)、完全右脚ブロック($p=0.017$)、WPW症候群($p=0.025$)、心室性期外収縮($p=0.025$)であった。一方、Q波異常は小学校1年生群が中学校1年生群に比べ有意に大であった($p=0.048$)。その他の疾患群の検出率は、両群間に有意差を認めなかった。小、中学校生の突然死症例は10例でその中7例は中学生で、男女比は7:3と男子の方が多かった。突然死以前に心電図検査を施行されていたのは7名で、Q波異常を指摘されていた症例はなかった。

結語 姫路市医師会学校心臓検診では、年齢が上がるほど房室ブロック、完全右脚ブロック、WPW症候群、および心室性不整脈の頻度は増加したが、Q波異常抽出頻度はむしろ小であった。また、Q波異常抽出にて致死的心筋症を早期発見することは難しいと考えられた。

<Keywords> 突然死
学校心臓検
心電図法

J Cardiol Jpn Ed 2009; 3: 174-179

はじめに

学校心臓検診は、心臓系突然死疾患を含む心疾患を持つ学童を早期に発見することと、既に心疾患がある児童生

徒が安全で有意義な学校生活を送れることを目的としており、1995年からは学校保健法で各市町村に対してすべての小、中学校および高等学校ごとに毎年就学時の各1学年目に心電図検査を義務づけている¹⁻⁷⁾。これは、世界でも日本だけが持つ特有の検診システムである。しかし、心電図検診法や異常心電図の抽出基準(1次検診)、さらに異常心電図児童への精査方法(2次検診)は各市町村によって異なっ

* 姫路市医師会学校保健(心)委員会

670-0061 姫路市西今宿 3-7-21

E-mail: h-kensin@guitar.ocn.ne.jp

2008年7月29日受付、2008年10月6日改訂、2008年10月21日受理

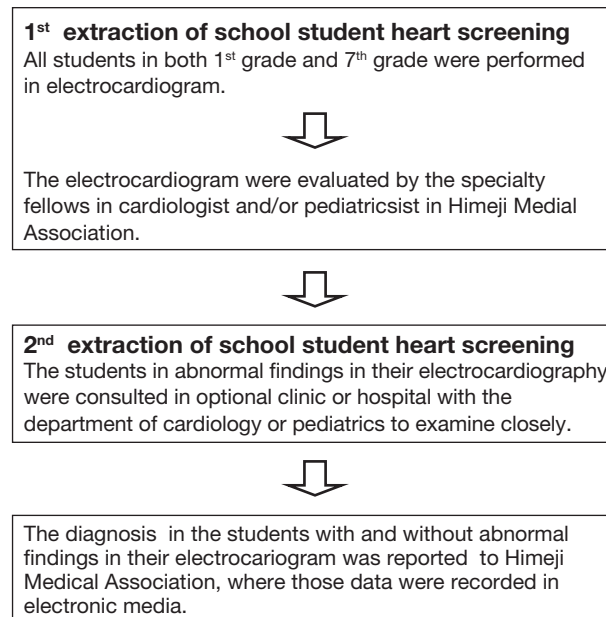


Fig. 1 School student heart screening system in Himeji Medical Association.

ており, その抽出・管理方法も小児循環器学会のガイドラインが推奨されているものの⁸⁾, 統一された基準はない¹⁻⁷⁾. そのため, 全心電図検査の各心電図異常疾患の抽出状況や年齢による抽出頻度の相違, また心臓系突然死疾患を含む心疾患の発見への寄与などの報告は稀である.

本研究の目的は, 姫路市医師会学校心臓検診委員会が行った小, 中学校1年生の心臓検診結果から, 各学年の心電図異常の抽出頻度の相違を検討するとともに, 特にQ波異常抽出の小, 中学生の心臓系突然死疾患に対する有用性を評価することである.

対象と方法

1. 姫路市医師会学校心臓検診システム

姫路市及びその周辺町村は, 姫路市医師会へ公立小, 中学校の学校心臓検診システムを委託しているため, 姫路医師会は独自に学校心臓検診委員会を作り, 同システムを運用している. 一方, 私立や県立の小, 中, 高等学校は, 学校心臓検診を当医師会には委託していない. 本検診システムの目的は, (1) 学校心臓検診による心臓疾患児童の早期発見, (2) 心疾患児童の診断, 治療, 管理の把握及び管理区分の決定, (3) その管理区分に従った学校現場での管理及び指導, が挙げられる^{1-7,9)}.

本心臓検診委員会における学校心臓検診システムを簡単に説明する. 学校心電図検診法として, 2003年度までは心音図及び省略4誘導心電図 (I, aVF, V1, V6誘導) を施行しており, その結果は循環器専門医および小児科専門医によって, 本心臓検診委員会で小児循環器学会の診断基準に準じて決定された基準に従って判読している (1次検診)⁹⁾. 異常所見を認めた学童は任意に姫路医師会に届け出された医療機関で精査を受け (2次検診), その診断結果が管理指導表とともに姫路医師会へ報告される⁹⁾. 2次検診にて治療を含め管理の必要な学童は, 「要管理」とされ, 学校及び医師会へ報告される. また, 以前より心疾患で専門病院へ通院されている学童は, その病院から病状と管理指導表が医師会へ報告される. 医師会で集積された各児童の心電図及び2次検診診断結果は, 1996年度から電子媒体へ記録されている (Fig. 1).

2. 対象

姫路市医師会検診部で電子媒体に保存されている, 1996年から2003年まで計8年間の, 小学校1年生と中学校1年生の計85,745人の心電図検査結果及び2次検診診断結果を対象とした (Table 1). 姫路市およびその近郊の高等学校は一部を除いて心臓検診を当医師会に委託していないため,

Table 1 School student population examined by Himeji Medical Association.

Year	1st grade student	7th grade student
1996	4,957	5,332
1997	5,094	5,344
1998	5,308	5,482
1999	5,405	5,515
2000	5,343	5,258
2001	5,644	5,112
2002	5,585	5,136
2003	5,814	5,430
Total	43,150	42,595

No difference was appeared between 1st and 7th grade school students.

今回の検討では高校生を対象から除外した。

さらに、姫路医師会学校心臓検診委員会が設立された1967年以來の当委員会が把握している学校管理下の全小、中学生の心臓系突然死症例を抽出した。

なお、本研究の対象症例に対しては人格権を尊重しかつ検診時に検査内容およびその結果の解析に関しての同意を習得した。

3. 方法

1) 疾患分類項目

心電図検査結果及び2次検診結果から、心電図検査のみで診断しえるQ波異常、PQ延長、U度房室ブロック、不完全右脚ブロック、完全右脚ブロック、完全左脚ブロック、WPW症候群、上室性期外収縮、心室性期外収縮、及びQT延長の項目で疾患分類を行なった。rSR' patternは不完全右脚ブロックに含めた。また、QT延長はフクダ電子製心電図にて自動解析されるBazettの補正QT値にて算出した⁹⁾。

その後、各年度における小学1年生群と中学1年生群の心電図異常疾患群の抽出率に着目して、年齢差による疾患群の相違を両群で比較、検討した。

2) 突然死症例の調査

当医師会が心臓検診を施行し始めた1967年から学校管理下でおきたすべての公立の小、中学生の心臓系突然死症例の死亡時状況、診断の有無、及び生前の心電図診断を調

べた。

3) 統計

小学1年生群と中学1年生群の心電図異常疾患群の抽出率検討は unpaired-*t* 検定を使用し、両群間の有意差は $p < 0.05$ で統計処理した。

結果

1. 疾患分類項目の年齢による相違

小学校1年生群が中学校1年生群より抽出率が優位に小であった疾患群は、U度房室ブロック ($p = 0.002$)、完全右脚ブロック ($p = 0.017$)、WPW症候群 ($p = 0.025$)、心室性期外収縮 ($p = 0.025$) であった。一方、Q波異常は小学校1年生の方が中学校1年生に比べ有意に大であった ($p = 0.048$)。その他の疾患群の検出率は、両群間に有意差を認めなかった (Table 2)。

2. 突然死症例の調査

当委員会設立以来、われわれが把握している小、中学生の突然死症例10例中7例は中学生で、男女比は7:3と男子の方が多かった。Table 3のNo.1-No.9までは全心電図検査以前のケースであるが、全心電図検査後はNo.10の1例のみであり、これは1999年の小学校1年生の学校心臓検診でST低下 (aVF, V6) を指摘され、拘束性心筋症と診断された。全心電図検査前後で、基礎疾患が判明しているケースは疑い病名も合わせて1例を除いた全例が心筋症であり、その生前の心電図異常としては左室肥大、ST異常の他、完全右脚ブロックが指摘されたが、Q波異常を指摘された症例はなかった。その他の突然死症例の基礎疾患として先天性心疾患や心筋炎例を認めたが、QT延長症候群や川崎病罹患症例はなかった。

考察

学校管理下の心臓系突然死頻度は、1995年度の全学童心電図検査の実施前後4年間の比較で、小学生は10万人あたり前期0.17人から後期0.14人に減少しているものの、中学生は前期0.42人から後期0.58人へ微増している⁴⁾。より詳細に全心電図検査施行の心臓突然死予防に対する影響を検討する必要があるものの、異常心電図抽出の全国規模の統一基準がなく各市町村単位で判読基準が異なることや^{1,6,7)}、心電図検診法として¹²⁾誘導心電図検査以外に省略4誘導ま

Table 2 Extraction number of ECG abnormality in the school heart examination of both 1st and 7th grade students since 1965 to 2008.

ECG abnormality	1st grade student	7th grade student	<i>p</i> value
Abnormal Q wave	183	87	0.048
PQ elongation	4	8	N.S.
IIAV block	16	65	0.002
RBBB	338	325	N.S.
CRBBB	42	63	0.017
CLBBB	1	0	N.S.
WPW syndrome	23	47	0.025
SVPC	51	64	N.S.
PVC	81	167	0.005
QT elongation	5	27	0.052

P values were calculated by unpaired *t*-test. N.S.: no significance, IIAV block: Wenckebach second degree atrioventricular block and Mobitz type II second degree atrioventricular block, IRBBB: incomplete right bundle branch block, CRBBB: complete right bundle branch block, CLBBB: complete left bundle branch block, WPW syndrome: Wolf-Parkinson-White syndrome, SVPC: supraventricular premature contraction, PVC: premature ventricular contraction.

Table 3 Characteristics of cardiac sudden death (including suspect case) in both elementary school student and junior high school students since 1965 to 2008.

No.	Patients	Dead situation	Diagnosis	Late ECG	Dead year
Case 1	13 y.o. boy	Fall down from 1.5 m height position	Unknown	None	1967
Case 2	12 y.o. boy	Exercising	Unknown	None	1968
Case 3	13 y.o. girl	After catching cold, syncope	Myocarditis	Complete AV block	1968
Case 4	14 y.o. boy	Going upstairs	Cardiomyopathy	LVH with ST-T abnormality	1969
Case 5	14 y.o. girl	Going to school	HCM	LVH with ST-T abnormality	1986
Case 6	13 y.o. boy	Running (going to school)	HCM	LVH	1987
Case 7	13 y.o. boy	Running about 1 km on morning	DCM	CRBBB	1989
Case 8	8 y.o. boy	Playing dodge ball	Suspect of cardiomyopathy	W.N.L.	1992
Case 9	13 y.o. boy	Running about 150 m	Suspect of cardiomyopathy	W.N.L.	1992
Case 10	8 y.o. girl	Running on morning	Restrictive cardiomyopathy	ST-T abnormality	2001

LVH: left ventricular hypertrophy, CRBBB: complete right bundle branch block, W.N.L.: within normal limits. Only case 10 underwent the electrocardiography examination under the school student heart screening program.

たは6誘導心電図を採用している場合もあるため⁶⁾, 各自治体の学校心電図検診結果を単純に比較, 検討することはできない。そこで, われわれは省略4誘導心電図を同じ器種で, 同じ診断基準を用いて抽出した8年間の心電図検診結果から, 小学校1年生群と中学校1年生群との抽出頻度の相違

を解析し, また学校管理下での小, 中学校生の突然死例を検討することで, 心臓系突然死疾患との関連を調べた。

冠動脈瘤を有する川崎病や既に指摘された先天性心疾患は専門医療施設にて診断・管理されているため^{1,7)}, 学童時に心臓系突然死を生じるハイリスク心疾患の中で学校心臓

検診にて検出すべき疾患群は、未検出の先天性心疾患の他、心筋症、QT延長症候群、及び不整脈疾患が挙げられる^{4,5,8,10,11)}。

全国に先駆けて1967年より心臓検診施行以来⁹⁾、当医師会が把握した心臓系突然死は10名であるが、全心電図検査施行前後14年（前期：1981年-1994年、後期：1995年-2008年）で比較すると、前期は小学生1名と中学生2名の計3名に対し、後期は小学生1名のみと減少しており、基礎疾患が判明しているケースは疑い病名も合わせて1例を除いた全例が心筋症であった。

当委員会の把握した心臓系突然死症例同様、全国レベルでも心筋症は先天性心疾患を除いて心臓系突然死の基礎疾患として最も多い^{3,5,6,12,13)}。高学年になるほど心臓突然死の頻度が高くなること^{3,5)}、また本検討のごとく高学年になるほど心筋症の罹患率も高くなることから^{12,13)}、心筋症を示唆するQ波異常検出頻度も高学年になるほど高くなると推測したが、本検討でのQ波異常検出頻度は小学1年生に比べ中学1年生の方が有意に小であった。日本小児循環器学会のガイドラインでは、心電図で胸部誘導を含めたI, II, V1-V6のいずれかで $Q \geq 0.04$ 秒や、 $Q/R \geq 1/3$ でかつ $Q \geq 0.03$ 秒の場合は2次検診に抽出すべき異常所見と推奨されている⁸⁾。一方、健康小児の四肢誘導のII, III, aVFや左側胸部誘導、特にV5, V6領域のQ波も認められ、右側胸部誘導であるV1, V2誘導を含めて病的意義は少ないとの報告もあり¹⁴⁾、学童検診でのQ波異常抽出と心筋症診断との関連を検討した文献は少ない¹⁵⁾。当委員会での学校心臓検診結果では1889年から2001年までの13年間に心電図検診を契機に心筋症と診断した7例中Q波異常を指摘されたケースは4例であり、これは心臓検診でQ波異常を指摘した症例の約1/450の割合であった¹⁵⁾。また、当委員会が把握している小、中学校生の心筋症による突然死症例でも心臓検診でQ波異常を指摘したケースはなかったことより、小、中学生の学校心臓検診でQ波異常にて突然死を生じる心筋症の早期発見は難しいと考えられた。

学校心臓検診におけるQT延長症候群の発見はまず1次検診にて心電図のQT延長症例の抽出が行われており、そこで抽出されたQT延長症例は2次検診にて家族歴や既往歴を含めた精査でQT延長症候群と診断される¹⁶⁻¹⁸⁾。鹿児島市医師会で施行された中学生の心臓検診の報告によると、その診断率は4,655人中4人としており、いずれも小学校1

年生では検診心電図にてQT延長を認めず、中学校1年生の検診心電図でQT延長を認めた¹⁶⁾。QT延長に関してもその抽出頻度は、小学校 < 中学校 < 高等学校生とされているが¹⁰⁾、今回の検討では小学1年生群と中学1年生群の抽出率に差はなかった。これは、本検討で施行した心電図検査法が簡易4誘導であったため、心電図計によるQT値の自動測定法が12誘導法と異なっていたと推測され今後検討が必要である。

PQ延長、U度房室ブロック、完全右脚ブロック、WPW症候群、及び心室性期外収縮の不整脈の検出頻度は、従来の報告同様年齢とともに増加した^{10,19)}。PQ延長やU度房室ブロックは、運動負荷にて伝導障害が悪化する例もあるので、失神や心不全既往も含めた注意深い観察を要するが、そのほとんどは機能的な伝導障害であった¹⁹⁾。また、基礎疾患のない上室性期外収縮や心室性期外収縮もそのほとんどが無症候性であり、予後良好であった。

完全右脚ブロックは名古屋市学校心臓検診においても小学生0.09%、中学生0.15%、高校生0.2%と年齢があがるほどその頻度は増加しており¹⁴⁾、単独の右脚ブロックのみでは精査の必要はないとの報告もある¹⁰⁾。しかし、われわれが把握した心臓突然死症例のcase 7は検診心電図で完全右脚ブロックを指摘したものの心エコー図検査を施行せず結果的に心筋症を見逃していた。高橋も完全右脚ブロックを呈する基礎疾患であるEbstein奇形や心筋症の除外のため、心エコー図検査をすべきであるとしている¹¹⁾。

WPW症候群はその基礎疾患として肥大型心筋症やEbstein奇形の他、僧帽弁逸脱症や結節性硬化症が報告されており²⁰⁾、そのほとんどは無症状で経過するものの、頻脈性心房細動が順行性副伝導路を介した場合、心室細動を誘発する危険性が報告されている²¹⁾。本検討ではWPW症候群による失神や突然死例はなかった。成人でのWPW症候群の頻度は1-3/1,000人程度で、副伝導路の線維化のため、高年齢になるとその頻度は減少するとされている²²⁾。一方、小児では年齢とともに増加したが¹⁰⁾、これは高学年になるほど心拍数が減少することで副伝導の存在が顕著化されるためかもしれない。

今回の検討では対象者が85,745人と10万人に至らなかった。小、中学生の学校管理下での心臓系突然死が10万人あたり0.7人前後と報告されていることより^{4,5)}、より多くの対象者での検討が必要であり、そのためには、現状の市町村

単位での学校心臓検診を県単位, もしくは全国規模の統一した検診方法や抽出基準で検診を行い, 情報を共有するシステム作りが必要であると思われた。

結 論

姫路市医師会学校心臓検診では, 心筋症が小児の心臓系突然死の主要原因であり, 全心電図検査後の心臓系突然死数は減少していた。しかし, 簡易4誘導心電図検査のQ波異常の抽出で突然死を生じる心筋症の早期発見をすることは難しいと思われた。

謝 辞

姫路医師会検診課の濱田亜希子技師, 寺井雅也技師をはじめ職員の方々に謝辞を申し上げます。

文 献

- 1) 新村一郎, 柴田利満. 神奈川県下における就学前児童 (5歳児) の集団心臓検診の成績と心臓検診の今後の展望について. 日本循環器学会専門医誌 2003; 11: 305-311.
- 2) 宝田正志, 間島勝徳. 学校心臓検診. 予防医学 2004; 12: 27-30.
- 3) 唐澤賢祐, 原田研介. 小児科臨床 2003; 56: 1637-1645.
- 4) 原田研介. 最近の学校管理下での心臓系突然死—心電図検査義務化前後の比較—. 東京都予防医学協会年報 2001; 54: 645-647.
- 5) Tanaka Y, Yoshinaga M, Anan R, Tanaka Y, Nomura Y, Oku S, Nishi S, Kawano Y, Tei C, Arima K. Usefulness and cost effectiveness of cardiovascular screening of young adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 2-6.
- 6) Baba K, Fukaya T. Current problems in cardiovascular surveys (CS) of students. *Pediatr Cardiol Cardiac Surg* 2002; 18: 556-561 (in Jpn with Eng abstr).
- 7) 安田東始哲, 長嶋正實, 稲坂博. 学校心臓検診における精度管理. 日本循環器学会専門医誌 2003; 11: 312-316.
- 8) 馬場國藏, 浅井利夫, 北田実男, 清沢伸幸, 長嶋正實, 羽根田紀幸, 馬場清, 原田研介, 本田恵, 松岡優, 浦清. 学校

心臓検診. 二次検診対象者抽出のガイドライン (2006年改訂) —一次検診の心電図所見から—. 日本小児循環器学会雑誌 2006; 22: 503-508.

- 9) Tsukitani M, Ueda T, Nishian K, Matsuura S, Daitho N, Morita M, Okada K. Assessment for the screening of long QT syndrome in school children. *J Hyogo Med Assoc* 2008; 50: 145-150 (in Jpn with Eng abstr).
- 10) 長嶋正實. 児童・生徒の学校心臓検診の心電図における不整脈判読のポイント. 診断と治療 2003; 91: 1807-1815.
- 11) 高橋良明. 学校検診で見つかる心電図異常をどのように管理するか. 小児科診療 2005; 68: 25-35.
- 12) 鮎沢衛. 心筋疾患・川崎病. 日本臨床スポーツ医学会誌 2006; 14: 171-175.
- 13) 新村一郎. 健康とみなされている子供たちの心臓急死—特に不整脈死について—. 診断と治療 2003; 91: 373-379.
- 14) 長嶋正實. 小児の心電図. 診断と治療 2006; 94: 1523-1542.
- 15) 大頭信義, 森田基之, 金高洋一, 吉野正雄, 松山栄一, 筑谷学. 心筋症発見への手がかりについて (2). 姫路医師会報 2001; 295: 23-27.
- 16) Fukushige T, Yoshinaga M, Shimago A, Nishi J, Kono Y, Nomura Y, Miyata K, Imamura M, Shibata T, Nagashima M, Nimura I. Effect of age and overweight on the QT interval and the prevalence of long QT syndrome in children. *Am J Cardiol* 2002; 89: 395-398.
- 17) 吉永正夫. QT延長症候群についての最近の話題と心臓検診後の経過観察. 小児科診療 2005; 1: 45-51.
- 18) 高橋良明, 小西真, 奥野昌彦, 加藤孝和, 近藤雅典, 高橋正行, 田宮寛, 中川雅生, 服部政憲, 早野尚志, 廣瀬邦彦, 山形高志, 藤澤晨一. 滋賀県学校心臓検診におけるQT延長判定基準. 外来小児科 2007; 10: 228-235.
- 19) 中村好秀. 不整脈. 小児科診療 2004; 67: 131-136.
- 20) Gallagher JJ, Pritchett ELC, Sealy WC. The preexcitation syndrome. *Prog Cardiovasc Dis* 1978; 20: 285-287.
- 21) Klein GJ, Bashore TM, Sellers TD, Pritchett EL, Smith WM, Gallagher JJ. Ventricular fibrillation in the Wolf-Parkinson-White syndrome. *N Eng J Med* 1979; 301: 1080-1085.
- 22) Klein GJ, Yee R, Sharma AD. Longitudinal electrophysiologic assessment of asymptomatic patients with Wolf-Parkinson-White syndrome electrocardiographic pattern. *N Eng J Med* 1989; 320: 1229-1233.