

# 小中学生の学校心臓検診の実態

徳村 光昭\* 南里清一郎\* 田中 徹哉\*  
井ノ口美香子\* 伴 英子\*

わが国では、1973年の学校保健法施行規則の改定によって学校心臓検診が義務化され、1995年には小学1年生、中学1年生、高校1年生全員の心電図検査が義務化され、世界で唯一の大規模な学校心臓検診システムが完成した。しかしながら、心電図の判定方法や二次検診以降の実施方法には地域による格差が大きく、特定医療機関や検診機関で二次検診を実施している地域もあれば、二次検診以降のシステムを全く持たず心電図異常があっても医療機関への受診を保護者や本人の判断に任せている地域も存在する。統一した検診システムが確立されていないため、学校心臓検診の全国的な最終結果は明らかになっていない<sup>1)-3)</sup>。

本研究では、小児循環器専門医が統一した診断基準のもとで、一次検診から二次検診、最終診断までのすべての過程に関わる小中学校の学校心臓検診結果を解析し、小中学生の心臓検診の実態について検討した。

## 対象と方法

小児循環器専門医が学校心臓検診の一次検診、二次検診および最終診断までのすべての過程を実施する東京都内A小学校、B中学校、神奈川県内C中学校、D中学校の計4校の、2001年から2007年度入学の小学1年生996人、中学1年

生4521人の心臓検診結果を解析した。

一次検診では、①標準12誘導心電図検査、②学校医診察（必要に応じて小児循環器専門医が診察）、③心臓検診調査票<sup>4)</sup>による問診調査、を実施した。心電図は、「二次検診対象者抽出のガイドライン」<sup>5)</sup>に則った心電計自動解析装置の年齢別性別プログラムによる判定結果に基づいて、専門医が判定した。一次検診の結果から専門医が抽出した児童・生徒を対象として、E大学病院において二次検診を実施した。二次検診では、①専門医による診察、②標準12誘導心電図検査、③胸部X線検査を行い、必要に応じて④心臓超音波検査、⑤運動負荷心電図を追加実施した。

また、東京都内B中学校および神奈川県内C中学校について、学校心臓一次検診で検出された心電図異常を、過去2回（1979～1984年<sup>6)</sup>、1985～1993年<sup>7)</sup>）の同中学校の結果報告と比較検討した。

## 成 績

### 1. 学校心臓一次検診結果（表1）

2001年～2007年度に実施した小学1年生996人の一次検診の結果、53人（5.3%）において心電図異常、心疾患、川崎病既往、病的心雑音が発見あるいは把握された。既に先天性心疾患

\* 慶應義塾大学保健管理センター

の診断を受けている児童は3人(0.3%) (心房中隔欠損症術後1人, ファロー四徴症術後1人, 心室中隔欠損症1人) で, 川崎病既往者9人(0.9%) では心合併症を認める者はいなかった。一次検診の有所見者から, 既に管理中の児童と一次検診のみで「管理不要」と判定された1度房室ブロック, 上室性期外収縮を除いた38人(3.8%) が二次検診対象者として抽出された。

中学1年生4521人の一次検診では, 236人(5.2%) において心電図異常, 心疾患, 川崎病既往, 病的心雑音, 胸痛が発見あるいは把握された。既に先天性心疾患の診断を受けている生徒は19人(0.4%) (心房中隔欠損症術後5人, 心室中隔欠損症6人(うち術後1人), 動脈管開存症術後2人, 肺動脈弁狭窄2人, ファロー四徴症術後1人, 総肺静脈還流異常術後1人, 僧帽弁閉鎖不全1人, 三尖弁閉鎖不全1人) で, 川崎病既往者44人(1.0%) では心合併症を認める者はいなかった。一次検診の有所見者から, 既に管理中の生徒と一次検診のみで「管理不要」と判定された1度房室ブロック, 上室性期外収縮を除いた130人(2.9%) が二次検診対象者として抽出された。

表1. 学校心臓一次検診結果(2001年~2007年度)

	小学1年生 (996人)	中学1年生 (4521人)
心電図異常	39 (3.9%)	171 (3.8%)
先天性心疾患 (既診断)	3 (0.3%)	19 (0.4%)
川崎病既往	9 (0.9%)	44 (1.0%)
病的心雑音	2 (0.2%)	1 (0.02%)
胸痛	0	1 (0.02%)
計	53 (5.3%)	236 (5.2%)
二次検診対象者	38 (3.8%)	130 (2.9%)

単位: 人

## 2. 学校心臓一次検診で検出された心電図異常 (表2)

小学1年生では, 不完全右脚ブロック10.1%が最も多く, 次いで心肥大・Q波異常7.1%, ST-T波異常7.1%と心電図波形異常が多かった。中学1年では, やはり不完全右脚ブロック10.2%が最も多かったが, 次いで不整脈の心室性期外収縮5.3%が多かった。

表2. 学校心臓一次検診で検出された心電図異常 (2001年~2007年度)

	小学1年生 (996人)	中学1年生 (4521人)
心室性期外収縮	0	24 ( 5.3%)
上室性期外収縮	4 ( 4.1%)	10 ( 2.3)
不完全右脚ブロック	10 (10.1)	46 (10.2)
完全右脚ブロック	2 ( 2.0)	6 ( 1.4)
1度房室ブロック	0	10 ( 2.3)
2度房室ブロック	0	1 ( 0.3)
WPW 症候群	1 ( 1.0)	13 ( 2.9)
QT 延長	2 ( 2.0)	7 ( 1.6)
房室解離	1 ( 1.0)	0
心肥大・Q波異常	7 ( 7.1)	20 ( 4.5)
電気軸異常	2 ( 2.0)	14 ( 3.1)
ST-T 波異常	7 ( 7.1)	11 ( 2.5)
その他	3 ( 3.1)	7 ( 1.6)
計	39 (39.2)	171 (37.9)

( ) 内は対象者1000人に対する割合 (%)

## 3. 学校心臓二次検診結果 (表3) (表4)

二次検診の結果, 小学1年生では上室性期外収縮などの心電図異常が996人中8人(8.0%)に検出され, 8人全員(100%)が学校心臓検診で初めて発見された。器質的心疾患は996人中6人(6.0%)に検出され, 6人中3人(50%)が学校心臓検診で初めて発見された。右胸心・全内臓逆位の1例は, 学校心臓検診の心電図異常から初めて診断された。心房中隔欠損症の1例は診断後心内修復手術を受け, 僧帽弁閉鎖不

全の1例は経過観察となった。

中学1年生では、心室性期外収縮などの心電図異常が4521人中56人(12.4%)に検出され、56人中48人(86%)が学校心臓検診で初めて発見された。器質的心疾患は4521人中23人(5.1%)に検出され、23人中4人(17%)が学校心臓検診で初めて発見された。心房中隔欠損症の1例は、診断後心内修復手術を受け、三尖弁閉鎖不全の3例は経過観察となった。その他に、心電図上の洞性徐脈(40回/分)を契機に、思春期やせ症(神経性食欲不振症)が1例発見された。

学校心臓検診における新たな器質的心疾患発見の契機となった心臓検診所見は、不完全右脚ブロック(7人中4人, 57%)が最も多かった(表4)。

#### 4. 学校心臓一次検診で検出された心電図異常の過去の統計との比較(中学1年生)(表5)

2001年から2007年度に東京都内B中学校および神奈川県内C中学校の学校心臓一次検診で検

表3. 学校心臓二次検診結果(発見および把握された心疾患)(2001年~2007年度)

	小学1年生 (996人)	中学1年生 (4521人)
心室性期外収縮	0	24
上室性期外収縮	4	10
完全右脚ブロック	2	6
WPW型心電図	1	12
QT延長症候群	0	1
孤立性QT延長	1	3
小計(心電図異常)	8(8.0%)	56(12.4%)
心房中隔欠損症	1	1
心房中隔欠損症(術後)	1	5
心室中隔欠損症	1	5
心室中隔欠損症(術後)	0	1
三尖弁閉鎖不全	0	4
僧帽弁閉鎖不全	1	1
肺動脈狭窄	0	2
動脈管開存症(術後)	0	2
ファロー四徴症(術後)	1	1
総肺静脈還流異常(術後)	0	1
右胸心, 全内臓逆位	1	0
小計(器質的心疾患)	6(6.0)	23(5.1)
思春期やせ症	0	1
合計	14(14.1)	80(17.7)

( )内は対象者1000人に対する割合(%)

表4. 学校心臓検診において新たに発見された心疾患と発見の契機となった心臓検診所見(2001年~2007年度)

	小学1年生(996人)		中学1年生(4521人)	
	人数	心臓検診所見	人数	心臓検診所見
心室性期外収縮	0		19	心室性期外収縮
上室性期外収縮	4	上室性期外収縮	9	上室性期外収縮
完全右脚ブロック	2	完全右脚ブロック	5	完全右脚ブロック
WPW型心電図	1	WPW型心電図	11	WPW型心電図
QT延長症候群	0		1	QT延長, 失神の既往
孤立性QT延長	1	QT延長	3	QT延長
小計(心電図異常)	8(8.0%)		48(10.6%)	
心房中隔欠損症	1	不完全右脚ブロック	1	不完全右脚ブロック
三尖弁閉鎖不全	0		3	不完全右脚ブロック, 高いP波×2
僧帽弁閉鎖不全	1	不完全右脚ブロック	0	
右胸心, 全内臓逆位	1	心電図異常	0	
小計(器質的心疾患)	3(3.0)		4(0.9)	
思春期やせ症	0		1	洞性徐脈
計	11(11.0)		53(11.7)	

( )内は対象者1000人に対する割合(%)

出された心電図異常は、過去2回(1979年～1984年度<sup>6)</sup>、1985年～1993年度<sup>7)</sup>の同中学校の結果報告に比べて、伝導障害(不完全右脚ブロック、WPW型心電図、房室ブロック)やQT延長の検出が増加し、心肥大は減少した。一次検診における検出者数は過去の報告に比べて増加した。

表5. 学校心臓一次検診で検出された心電図異常過去の統計との比較(中学1年生)

	1979- 1984年 <sup>6)</sup> (2864人)	1985- 1993年 <sup>7)</sup> (4150人)	2001- 2007年 (4521人)
心肥大	9.4	7.5	4.5
不整脈	7.7	8.7	8.6
伝導障害	7.3	11.3	17.5
電気軸異常	3.1	2.7	3.1
ST-T波異常	1.7	6.3	2.5
QT延長	0.4	0.2	1.6
その他心電図異常	2.1	0.0	0.0
計	29.0	36.6	37.6

単位：対象者1000人に対する人数(%)

## 考 察

心臓超音波診断装置の普及などによって、現代では先天性心疾患の約90%が学齢期までに把握されるようになった。しかしながら、小学校就学後になって初めて発見される約10%の先天性心疾患のうち、学校心臓検診で発見される症例はその1/3以下にすぎず、学校心臓検診における先天性心疾患の発見率が低い現状が報告されている<sup>8)</sup>。学校保健統計調査<sup>9)</sup>で報告されている全国の学校心臓一次検診の心電図異常検出率(小学1年生：2.17～2.53%、中学1年生：3.18～3.49%)(2001年～2007年度)は、今回の心電図異常検出率(小学1年生：3.9%、中学1年生：3.8%)(2001年～2007年度)(表2)に比べて低く、特に小学1年生の心電図異常検出

率に大きな差を認めた。今回の成績をゴールデンスタンダードと仮定すると、全国の小学1年生の学校心臓検診では、心電図異常の見落とし例が少なからず存在し、先天性心疾患の発見率低下につながっている可能性がある。また、心電図異常の中で右脚ブロックは、新たな先天性心疾患発見の契機として最も多く(表4)、突然死につながることで近年注目されているBrugada症候群の心電図所見としても重要でもある。しかしながら、右脚ブロックは心電図判定において見落とし例が多いことが報告されており<sup>10)</sup>、さらに現在使われている「二次検診対象者抽出のガイドライン」<sup>5)</sup>にはBrugada症候群の診断基準がなく心電計自動解析装置にプログラムされていないことから、右脚ブロックパターンの心電図では心電計自動解析装置の判定結果を鵜呑みにすることなく慎重な判定が必要である。なお、2006年に「学校心臓検診における小児Brugada様心電図の抽出のための診断基準」<sup>11)</sup>が提言され、今後は心電計自動解析装置に順次プログラムが搭載される予定である。

今回の検討では、一次検診の有所見者から、既に管理中の児童・生徒と一次検診のみで「管理不要」と判定された児童・生徒を除外した小学1年生の3.8%、中学1年生の2.9%が二次検診対象者として抽出された。小児循環器専門医が構成する心臓病判定委員会が一次および二次検診を実施している川崎市の学校心臓検診では、同様の成績(二次検診対象者：小学1年生3.0%、中学1年生3.3%)(1989年～1998年)が報告されているが<sup>12)</sup>、一方、一次検診を検診機関に依頼している地域では、検診機関によって二次検診対象者率(1～39%)にばらつきがみられることが指摘されており<sup>10)</sup>、小児循環器専門医が関わらない地域の学校心臓検診では見落としや無駄が多いことが推測される。

今回の成績では、学校心臓二次検診の結果と

して小学 1 年生では心電図異常 8.0%, 器質的心疾患 6.0%, 中学 1 年生では心電図異常 12.4%, 器質的心疾患 5.1% が検出された (表 3)。心電図異常の中で QT 延長の検出率 (小学校 1 年生 1.0%, 中学 1 年生 0.9%) は, これまでに報告されている学校心臓検診における QT 延長の検出率 (中学 1 年生 0.9%)<sup>13)</sup> に合致していた。これに対して, 二次検診システムが確立している東京都予防医学協会<sup>14)</sup> の成績 (小学 1 年生: 心電図異常 4.7%, 器質的心疾患 5.8%, 中学 1 年生: 心電図異常 8.4%, 器質的心疾患 5.7%) (2001 年～2006 年度) では, 今回の成績に比べて小学 1 年生, 中学 1 年生ともに心電図異常全体の検出率が低く, 特に QT 延長の検出率 (小学校 1 年生 0.04%, 中学 1 年生 0.07%) が明らかに低く (表 6), 突然死につながる QT 延長症候群のスクリーニング方法について再検討が必要と考えられる。心電図判定時の QT 時間の補正方法には

問題点が指摘されており, 学校健診をはじめ一般に使われている Bazett の補正式 ( $QTc=QT/RR^{1/2}$ ) では心拍数 75/分以上では過剰補正され QTc が延長傾向となり, 徐脈域では低補正され QTc が短縮傾向になることが知られており<sup>15), 16)</sup>, 今後は心拍数にかかわらず一定の補正が得られる Fridericia の補正法 ( $eQTc=QT/RR^{1/3}$ ) などへの変換が必要と考えられる。

中学 1 年生の一次検診結果では, 同じ中学校を対象とした過去 2 回 (1979 年～1984 年度<sup>6)</sup>, 1985 年～1993 年度<sup>7)</sup>) の結果報告に比べて, 一次検診における心電図異常の検出者数が増え, 内訳では伝導障害や QT 延長の検出が増加し, 心肥大は減少した (表 5)。いずれも小児循環器専門医が心電図判定をおこなっているが, 1986 年に小児心電図心室肥大判定基準<sup>17)</sup> が改訂されたこと, 1979 年～1984 年度<sup>6)</sup> は自動解析装置のない心電計で記録した心電図を専門医が

表 6. 学校心臓二次検診結果  
東京都予防医学協会の成績 (2001 年～2006 年度)<sup>14)</sup> との比較

	小学 1 年生		中学 1 年生	
	A 小学校 (996 人)	都内小学校 (303416 人)	B・C・D 中学校 (4521 人)	都内中学校 (236226 人)
心室性期外収縮	0	850 ( 2.8)	24 ( 5.3)	1193 ( 5.1)
上室性期外収縮	4 ( 4.0)	96 ( 0.3)	10 ( 2.2)	125 ( 0.5)
完全右脚ブロック	2 ( 2.0)	115 ( 0.4)	6 ( 1.3)	122 ( 0.5)
WPW 型心電図	1 ( 1.0)	237 ( 0.8)	12 ( 2.7)	303 ( 1.3)
QT 延長	1 ( 1.0)	11 ( 0.04)	4 ( 0.9)	16 ( 0.07)
その他	0	111 ( 0.4)	0	216 ( 0.9)
小計 (心電図異常)	8 ( 8.0)	1415 ( 4.7)	56 (12.4)	1975 ( 8.4)
心房中隔欠損症	2	286	6	205
心室中隔欠損症	1	707	6	525
三尖弁閉鎖不全	0	0	4	0
僧帽弁閉鎖不全	1	0	1	0
肺動脈狭窄	0	196	2	133
動脈管開存症	0	77	2	43
ファロー四徴症	1	85	1	75
その他	1	424	1	335
小計 (器質的心疾患)	6 ( 6.0)	1775 ( 5.8)	23 ( 5.1)	1356 ( 5.7)

( ) 内は対象者 1000 人に対する割合 (%)

判定し、1985年～1993年度<sup>7)</sup>では自動解析装置はあるものの解析プログラムが1996年の「二次検診対象者抽出のガイドライン」<sup>5)</sup>以前の内容であることが、年代による差異の原因と考えられる。詳細な判定基準が設定され、また心電図自動解析装置の進歩により、QT延長や脚ブロックの検出率向上につながったものと考えられる。

学校心臓検診の主目的は、検診初期の診断されていない先天性心疾患やリウマチ性心疾患の発見と管理から、現代では心臓手術後例の管理、不整脈や心筋疾患の発見と生活指導など心臓突然死の予防に移行している。児童・生徒全員を対象とする日本の学校心臓検診における心臓性突然死予防の費用対効果は、競争的運動選手のみを対象として行われている米国の検診の試算より効果的であることが報告され<sup>18), 19)</sup>、規模だけでなく効果の面からも日本の学校心臓検診は世界唯一のシステムと考えられる。しかし、小学1年生、中学1年生、高校1年生全員の心電図検査を実施しても、心電図の正しい判定や発見された心電図異常について二次検診など事後措置が十分に行われなければ、学校心臓検診は何ら意味の無いものになってしまう。全国的な心電図判定方法の統一化や二次検診以降のシステムづくりが今後の課題である。

## 総 括

1. 小児循環器専門医が学校心臓検診のすべての過程を実施する小中学校の、2001年から2007年度入学の小学1年生996人、中学1年生4521人の心臓検診結果を解析した。
2. 一次検診の結果、小学1年生の5.3%、中学1年生の5.2%において心電図異常や心疾患が発見あるいは把握された。
3. 心電図異常では、小学1年生では、不完全右脚ブロック10.1%が最も多く、次いで心肥

大・Q波異常7.1%、ST-T波異常7.1%と心電図波形異常が多かった。中学1年では、やはり不完全右脚ブロック10.2%が最も多かったが、次いで不整脈の心室性期外収縮5.3%が多かった。

4. 心臓二次検診の結果では、小学1年生では、心電図異常が8.0%に検出され、全員が学校心臓検診で初めて発見された。器質的心疾患は6.0%に検出され、そのうちの50%が学校心臓検診で初めて発見された（右胸心・全内臓逆位、心房中隔欠損症、僧帽弁閉鎖不全）。中学1年生では、心電図異常が12.4%に検出され、そのうちの86%が学校心臓検診で初めて発見された。器質的心疾患は5.1%に検出され、そのうちの17%が学校心臓検診で初めて発見された（心房中隔欠損症1例、三尖弁閉鎖不全3例）。
5. 新たな器質的心疾患発見の契機となった心臓検診所見は、不完全右脚ブロックが最も多かった。
6. 中学1年生の一次検診で検出された心電図異常は、過去2回（1979年～1984年度、1985年～1993年度）の結果報告に比べて、検出者数が増え、内訳では伝導障害（不完全右脚ブロック、WPW型心電図、房室ブロック）やQT延長の検出が増加し、心肥大は減少した。
7. 全国的な心電図判定方法の統一化や二次検診以降のシステムづくりが今後の課題である。

## 文 献

- 1) 浅井利夫：わが国における心臓検診の実施状況、平成10年度学校心臓検診の実態調査報告から、東京都予防医学協会年報 30：27-30, 2001
- 2) 馬場國藏, 深谷 隆：学校心臓検診の現状と問題点、日小循誌 18(5)：556-561, 2002
- 3) 徳村光昭：学校心臓検診と不整脈、臨床検査 51(7)：774-778, 2007
- 4) 日本小児循環器学会学校心臓検診研究委員会：

- 学校心臓検診調査票の改訂. 日小循誌 20 (1) : 50-51, 2004
- 5) 日本小児循環器学会心電図委員会, 小児心音・心電図自動解析研究小委員会: 学校心臓検診 二次検診対象者抽出のガイドライン, 一次検診の心電図所見から. 日小循誌 12 (5) : 725-730, 1996
- 6) 城崎慶治, 他: 普通部, 中等部における心臓検診について. 慶應保健 3 (1) : 37-38, 1984
- 7) 米山浩志, 他: 中学生の心臓検診について. 慶應保健研究 12 (1) : 31-35, 1994
- 8) 高橋良明: 実地医家と子どもの心臓病. 臨床発達心臓病学 (改訂 2 版) (高尾篤良, 他編集). 中外医学社, p.319-326, 1997
- 9) 文部科学省: 児童・生徒の疾病・異常被患率等. 平成 13 年度~19 年度学校保健統計調査報告書 2002~2008
- 10) 安田東始哲, 他: 学校心臓検診における精度管理. 循環器専門医 11 (2) : 312-316, 2003
- 11) 小児 Brugada 様心電図例の生活管理基準作成に関する研究委員会: 最終報告書. 日小循誌 22 (6) : 687-696, 2006
- 12) 山下行雄: 学校心臓病検診の現況とポイント, 川崎市の検診を中心に (未発表データ). 2006
- 13) Fukushima T, et al: Effect of age and overweight on the QT interval and the prevalence of long QT syndrome in children. Am J Cardiol 89 : 395-398, 2002
- 14) 浅井利夫: 平成 13 年度~平成 18 年度心臓病検診の実施成績. 東京都予防医学協会年報 2003~2008
- 15) 吉永正夫: 学校心臓検診. Annual Review 循環器 2006 : 295-302, 2006
- 16) 住友直方: 学校心臓検診と QT 延長症候群. 心臓 39 (7) : 667, 2007
- 17) 日本小児循環器学会小児心電図専門委員会: 小児心電図心室肥大判定基準の改定. 日小循誌 2 : 248-249, 1996
- 18) Tanaka Y, et al: Usefulness and cost effectiveness of cardiovascular screening of young adolescents. Med Sci Sports Exerc 38 (1) : 2-6, 2006
- 19) Fuller CM: Cost effectiveness analysis of screening of high school athletes for risk of sudden cardiac death. Med Sci Sports Exerc 32 (5) : 887-890, 2000