

令和2年度 学校心臓検診精密検査医療機関研修会

児童生徒の心臓突然死の現状と 学校心臓検診ガイドライン

と き 令和2年12月8日(日) 13:00～14:00

ところ 山口県総合保健会館2階 多目的ホール

[講演及び報告:大濠こどもクリニック院長 牛ノ濱 大也]

学校心臓検診の役割は

1. 児童・生徒の心臓突然死の現状

(ア) 学校管理下事故・災害共済給付制度(独立行政法人日本スポーツ振興センター)から

学校管理下での事故災害による健康被害が生じた場合には、学校側から当該生徒の健康診断書、学校心臓検診心電図、死亡診断書、剖検結果等関係書類を提出することにより医療費や見舞金が給付される制度である。その加入率は小中学校99.9%、高校97.8%(小中高1,310万人、2019年)¹⁾であり、学校管理下での児童・生徒の突然死の現状を把握するには有用な情報である。

日本スポーツ振興センターによる統計資料によると、学校の管理下の死亡事例発生数は、死亡総数は1983年には年間300件あったが、その後減少しており、毎年その5～6割が突然死とされる状況で死亡している。最近では、平成30年度²⁾:死亡例74例、突然死25例(うち、心臓系11例、大血管系3例)、令和元年度³⁾:死亡例56例、突然死25例(うち、心臓系6例、大血管系8例)と報告されている。

児童・生徒数の減少の点から生徒10万人あたりの突然死発生頻度をみても小・中・高校ともに低下傾向を示している。年齢別には、小・中・高校と年齢が上がるにつれて増加する傾向、女子より男子に多い傾向に変化はない。

突然死の発生率低下の要因としては、1995年に心電図が導入されたことによる学校心臓検診の向上、自動体外式除細動器(AED)の普及、手術治療、内科的管理の進歩が想定される。また2003年に救急救命士が医師の指示なくAEDを

使用することが認可されたことに始まり、2004年からAEDの一般市民による使用が可能になり、2009年には全国の学校にAEDが配置され、学校でのバイスタンダーによるAEDを用いた蘇生が実際に行われ、児童生徒の心臓性突然死の防止に寄与している。2000年ごろよりQT延長症候群を始めとする致死性遺伝性不整脈の病態の急速な解明に伴い、QT延長症候群においては学校心臓検診での心電図検査から、その検出精度が上がったことも寄与していると思われる。

(イ) 一般市民除細動後の小中学生の院外心停止の現状から⁴⁾

Mitaniらは、58名の院外心肺蘇生を受けた小中学生の検討を行っている。院外心停止は校内で生じている(32名、55%)。運動中、直後が多く(38名、66%)、次いで安静時、歩行時(11名、20%)、睡眠中4名、入浴中1名であった。

特に、運動中、直後に生じたケースでは不整脈、心筋症のほか冠動脈奇形が7名と多く認められた。30名(51%)が管理されていなかった例であった。校内で心肺蘇生を受けた32例では、家族外の目撃が97%あり、目撃者による心肺蘇生が84%、自動体外式除細動器(AED)が38%に使われており、その結果、学校外で心肺蘇生を受けた例に比較し神経学的予後も良い例が多いと考えられる。

(ウ) 福岡県での若年者心肺蘇生事例から

九州沖縄8県医師会による九州学校保健協議会(心臓部門)で、若年者の学校管理下及び家庭

における心肺蘇生事例の実態を把握するため、平成25年（平成24年事例）より消防・学校・医療機関に心肺蘇生事例調査票による情報収集を依頼している。平成25～29年の抽出された福岡県内の心肺蘇生事例についてまとめた結果である。

この5年間で計205例の報告があり、報告件数は年々増加し、平成27年度以降は年間50例前後に至る。205例中195例が消防からの情報である。1歳未満87例、1歳以上3歳未満22例、3歳以上6歳未満11例であり、今回これらを除く81例（6歳以上9歳未満11例、9歳以上12歳未満8例、12歳以上15歳未満20例、15歳以上39例）について検討した。従来、児童・生徒では年齢が増加するにつれて突然死例が増加することが報告されているのと同様に、15歳以上で39例と多く、うち、男子24例と多く認められた。発生場所は校内22例（運動中10例）、学校管理下3例（運動中2例）、校外19例（運動中1例、河川8例、道路6例でこのうち6例が登下校中）、自宅34例であった。

81例中72例（89%）が心肺蘇生を受けている。校内又は学校管理下25例中17例は学校職員により、3例は救急隊員により心肺蘇生が行われていた。校外19例では10例が救急隊員、5例が目撃者により、自宅34例では27例は家族、3例は救急隊員により心肺蘇生が行われていた。AEDの装着は、校内・学校管理下で心肺蘇生が行われた例で最も多く、25例中17例（68%）がAEDを装着されていた。うち、12例は学校職員により装着されていた。AEDが装着された39例中19例（49%）で除細動が行われていた。校内・学校管理下で装着されたものが多く、校内・学校管理下の場合、目撃された心停止が多いためと考えられる。

81例中転帰が明らかになったものは、74例で、うち30例で生存が確認されている。AEDで除細動が行われた19例では、13例（68%）の生存が確認されており、うち、8例は後遺症なく救命されていた。AEDで除細動し生存したものが13例、死亡したものが6例であった。AED作動までの時間は、時間が確認されたものは死亡が

5例で、生存は7例であった。その時間は、明らかに生存例の方が短い（死亡例での平均時間23分、5～46分、生存例での平均時間6分、1～13分）。

心肺蘇生のみ48例（AED装着なし33例、AED装着するも作動なし15例）中10例は生存しており、胸骨圧迫の重要性が理解できる。

2. 新しい学校心臓検診ガイドライン

（ア）新しいガイドラインの策定にあたり

2006年に示された「学校心臓検診の2次検診対象者抽出ガイドライン」⁵⁾から10年以上が経過していること、この間に児童生徒の体格は変化していること、心電図自動診断の進歩が見られること、児童生徒に関連する小児循環器病学の新しい知見が増えてきたことから、心電図判定の各基準値の見直しと新しい不整脈疾患の判定基準と説明が必要と考えられた。

そこで、まず対象：2006～2009年に鹿児島市で施行された学校心臓検診のデジタル心電図56,753枚から、すべての心電図を2名の小児循環器医が目視確認、異常所見のある心電図を対象から除外し、最終的に48,401枚の心電図が解析の対象（小1：16,773（女子50%）、中1：18,126（女子51%）、高1：13,502（女子52%））とし過去の心電図のガイドラインと比較を行った⁶⁾。

（イ）成長に伴う心電図変化

①心拍数

小1、中1、高1と学年が進むにつれ、心拍数が少なくなる傾向がある。特に、心拍が遅い時のほうが年齢差を認める。同学年では男子より女子のほうが速い傾向にある。

②PQ間隔

小1、中1、高1と学年が進むにつれ長くなる。男女差はない

③QRS軸

小1、中1、高1で変化は認められず、男女差もない。

④QRS幅

男子では小1、中1、高1にかけてQRS幅は

広くなり、女子では小1、中1でQRS幅は広くなるが、中1、高1で差は認められない。同学年での比較では、男子が女子よりQRS幅は広い。また、誘導別に見るとV₁～V₃誘導でQRS幅は広く、誘導ごとの差を認める。

⑤ R波高

四肢誘導では、学年別、男女別でR波高平均値の差は認められない。胸部誘導でも学年別のR波高平均値の差は認められないが、特に女子の左側胸部誘導では中1・高1の方が小1に比較し明らかに低い電位を示す。

⑥ STJ値

男女別にかかわらず、右側胸部誘導でST上昇みとめV₂誘導で最も顕著となる。男子ではこの傾向が、学年が進むにつれて明らかとなる。

⑦ 陽性T波の割合

V₁誘導からV₃誘導にかけて陽性率は高くなり、特にV₁誘導では小1（男子：1.3%、女子：0.7%）、中1（男子：14.2%、女子：7.8%）、高1（男子：35.4%、女子：12.5%）と変化を認める。

以上のような、成長に伴う変化を理解し小児の正常値を決定していく必要がある。

(ウ) 心室肥大

従来、点数制による小児心電図心室肥大判定基準を参考に作られた基準が用いられてきたが、0～7日、8～30日、1か月～2歳、3～11歳、12歳以上に区分されたものであり、現在の小1、中1、高1で行われる学校心臓検診で用いる基準としては、改訂を要すると考えられた。

① 右室肥大

右側胸部誘導の高いR波高として小学校低学年ではRV₁ ≥ 2.0mV、中・高男子ではRV₁ ≥ 2.0mV、中・高女子ではRV₁ ≥ 1.5mVが右室肥大の基準として用いられてきた。また、左側誘導の深いS波高として小学校低学年、中・高男子、中・高女子ともに|SV₆| ≥ 1.0mVが右室肥大疑い抽出基準のポイントとして用いられてきた。この基準を今回行ったデータと照らした表(1、2)を示す。RV₁波高値、|SV₆|波高値ともに小1、中1、高1とも男女別に比較しても、2,000～5,000人に1人の抽出基準となっており、従来

percentile	頻度	小1男	小1女	中1男	中1女	高1男	高1女
従来の基準値		≥2.0mV	≥2.0mV	≥2.0mV	≥1.5mV	≥2.0mV	≥1.5mV
90		1.060	0.920	0.910	0.700	0.850	0.580
95		1.220	1.050	1.060	0.820	1.002	0.690
97		1.340	1.140	1.177	0.910	1.090	0.770
97.5		1.380	1.164	1.220	0.950	1.130	0.800
98	1/50	1.430	1.205	1.270	0.990	1.170	0.825
99	1/100	1.560	1.330	1.430	1.100	1.332	0.930
99.5	1/200	1.692	1.450	1.620	1.250	1.496	1.030
99.6	1/250	1.746	1.490	1.660	1.272	1.521	1.050
99.8	1/500	1.860	1.646	1.801	1.396	1.690	1.149
99.9	1/1000	1.939	1.750	1.861	1.488	1.765	1.279
99.95	1/2000	2.092	1.785	1.945	1.608	1.985	1.433
99.98	1/5000	2.249	1.956	2.049	1.764	2.353	1.543

表1 RV₁波高値

percentile	頻度	小1男	小1女	中1男	中1女	高1男	高1女
従来の基準値		≥1.0mV	≥1.0mV	≥1.0mV	≥1.0mV	≥1.0mV	≥1.0mV
0.02	1/5000	1.279	1.031	1.052	0.941	1.179	0.781
0.04	1/2500	1.099	0.852	0.928	0.803	1.100	0.729
0.05	1/2000	1.053	0.831	0.901	0.790	1.058	0.699
0.1	1/1000	0.950	0.745	0.831	0.712	0.870	0.650
0.2	1/500	0.863	0.680	0.735	0.650	0.780	0.599
0.4	1/250	0.756	0.580	0.670	0.542	0.670	0.539
0.5	1/200	0.722	0.568	0.630	0.510	0.636	0.528
1	1/100	0.600	0.480	0.550	0.440	0.550	0.460
2	1/50	0.500	0.410	0.470	0.370	0.470	0.370
2.5		0.470	0.380	0.440	0.350	0.450	0.354
3		0.450	0.360	0.410	0.330	0.430	0.330
5		0.380	0.290	0.360	0.280	0.350	0.288
10		0.290	0.220	0.280	0.220	0.280	0.220

表2 |SV₆|波高値

percentile	頻度	小1男	小1女	中1男	中1女	高1男	高1女
現基準値		≧4.0mV	≧4.0mV	≧4.0mV	≧3.5mV	≧4.0mV	≧3.5mV
90		2.640	2.550	2.780	2.030	2.690	1.780
95		2.910	2.800	3.080	2.250	2.990	1.950
97		3.085	2.960	3.280	2.415	3.210	2.070
97.5		3.150	3.020	3.360	2.464	3.270	2.110
98	1/50	3.220	3.090	3.430	2.520	3.360	2.160
99	1/100	3.475	3.317	3.730	2.770	3.662	2.310
99.5	1/200	3.662	3.568	3.960	2.930	3.976	2.480
99.6	1/250	3.720	3.670	4.062	2.972	4.060	2.520
99.8	1/500	3.990	3.800	4.242	3.136	4.320	2.799
99.9	1/1000	4.212	4.017	4.422	3.386	4.570	3.019
99.95	1/2000	4.326	4.203	4.572	3.578	4.690	3.305
99.98	1/5000	4.383	4.347	4.674	3.824	4.707	3.790

表3 RV₅波高値

percentile	頻度	小1男	小1女	中1男	中1女	高1男	高1女
従来の基準値		≧3.0mV	≧3.0mV	≧3.0mV	≧2.5mV	≧3.0mV	≧2.5mV
90		1.840	1.820	1.990	1.670	2.000	1.560
95		2.035	2.010	2.230	1.820	2.240	1.720
97		2.190	2.150	2.390	1.930	2.430	1.820
97.5		2.240	2.210	2.450	1.980	2.490	1.850
98	1/50	2.290	2.250	2.520	2.020	2.550	1.900
99	1/100	2.500	2.457	2.690	2.150	2.782	2.060
99.5	1/200	2.710	2.618	2.880	2.280	2.992	2.230
99.6	1/250	2.730	2.690	2.960	2.320	3.090	2.269
99.8	1/500	2.936	2.800	3.131	2.489	3.201	2.449
99.9	1/1000	3.056	2.993	3.251	2.660	3.431	2.529
99.95	1/2000	3.176	3.147	3.356	2.858	3.608	2.706
99.98	1/5000	3.406	3.414	3.546	3.022	3.707	3.203

表4 RV₆波高値

percentile	頻度	小1男	小1女	中1男	中1女	高1男	高1女
従来の基準値		≧5.0mV	≧5.0mV	≧5.0mV	≧4.0mV	≧5.0mV	≧4.0mV
90		3.290	3.340	3.690	3.160	3.860	2.900
95		3.600	3.670	4.020	3.430	4.230	3.160
97		3.800	3.843	4.260	3.610	4.480	3.320
97.5		3.860	3.910	4.350	3.694	4.581	3.390
98	1/50	3.940	3.970	4.460	3.780	4.710	3.450
99	1/100	4.210	4.180	4.690	4.033	5.080	3.707
99.5	1/200	4.410	4.398	4.990	4.300	5.340	3.956
99.6	1/250	4.534	4.480	5.032	4.418	5.390	4.019
99.8	1/500	4.693	4.783	5.311	4.600	5.601	4.188
99.9	1/1000	4.936	5.026	5.571	4.758	5.779	4.408
99.95	1/2000	5.179	5.268	5.732	4.929	6.238	4.464
99.98	1/5000	5.323	5.452	5.897	5.171	6.424	4.652

表5 RV₆波高値+|SV₁|波高値

percentile	頻度	小1男	小1女	中1男	中1女	高1男	高1女
現基準値		≧6.5mV	≧6.5mV	≧6.0mV	≧5.0mV	≧6.0mV	≧5.0mV
90		4.010	3.990	4.390	3.480	4.470	3.090
95		4.360	4.340	4.770	3.810	4.870	3.360
97		4.590	4.560	5.050	4.030	5.170	3.580
97.5		4.672	4.620	5.130	4.100	5.280	3.630
98	1/50	4.780	4.730	5.230	4.170	5.394	3.690
99	1/100	5.050	4.980	5.560	4.481	5.720	3.987
99.5	1/200	5.302	5.247	5.850	4.830	6.062	4.230
99.6	1/250	5.402	5.342	5.970	4.905	6.112	4.296
99.8	1/500	5.616	5.533	6.300	5.126	6.520	4.539
99.9	1/1000	5.749	5.693	6.561	5.318	6.825	4.718
99.95	1/2000	5.798	5.787	6.671	5.508	7.010	4.819
99.98	1/5000	6.103	5.953	6.742	5.766	7.226	5.033

表6 RV₅波高値+|SV₁|波高値

用いられてきた右室肥大の抽出基準(RV_1 波高値、 $|SV_6|$ 波高値)は現在の小1、中1、高1に用いる抽出基準として適切な値であると考えられる。

②左室肥大

左側胸部誘導の高いR波高として小学校低学年では $RV_5 \geq 4.0mV$ 、 $RV_6 \geq 3.0mV$ 、中・高男子では $RV_5 \geq 4.0mV$ 、 $RV_6 \geq 3.0mV$ 、中・高女子では $RV_5 \geq 3.5mV$ 、 $RV_6 \geq 2.5mV$ が左室肥大の基準として用いられてきた。また、左側誘導の深いS波高として小学校低学年では $|SV_1| + RV_5 \geq 6.5mV$ 、 $|SV_1| + RV_6 \geq 5.0mV$ 、中・高男子では $|SV_1| + RV_5 \geq 6.0mV$ 、 $|SV_1| + RV_6 \geq 5.0mV$ 、中・高女子では $|SV_1| + RV_5 \geq 5.0mV$ 、 $|SV_1| + RV_6 \geq 4.0mV$ が左室肥大の基準として用いられてきた。この基準を今回行ったデータと照らした表(3、4、5、6、前頁掲載)を示す。

RV_5 波高値では中1、高1男子にこの基準を用いると250人に1人抽出されることになる。 RV_6 波高値では、250人から500人に1人抽出されることになる。このため中1・高1男子には $RV_5 \geq 4.5mV$ 、 $RV_6 \geq 3.5mV$ を抽出基準として用いることが適切と考えられた。

同様に $|SV_1| + RV_5$ 、 $|SV_1| + RV_6$ で検討したところ、 $|SV_1| + RV_5$ では、中1・高1男子で $\geq 6.0mV$ の基準では250人から500人に1人に抽出されることになり、 $\geq 6.5mV$ の基準が適切であると考えられた。また、小1男女では現在の基準の $\geq 6.5mV$ では5,000人に1人も抽出されないことになるため、 $\geq 6.0mV$ が適切と判断した。 $|SV_1| + RV_6$ では、中1・高1男子の従来基準 $\geq 5.0mV$ 、中1・高1女子の従来基準 $\geq 4.0mV$ を適応すると、250人から100人に1人抽出されることになり、中1・高1男子では $\geq 5.5mV$ 、中1・高1女子の従来基準 $\geq 4.5mV$ が適切と考えられた。

3. まとめ

学校心臓検診でのECG導入(1995年)、AED/PAD(2005年)、心肺蘇生への理解などにより児童・生徒の心臓突然死の頻度は低下してきている。また、AEDが作動し救命された児童・

生徒の予後は改善されてきている。しかしながら、半数以上は学校管理外で生じていることを考慮すると、Bystander witnessが少ない学校外での事例への対応、CPR、AEDを市民レベルで躊躇なくできるようなシステム構築が必要である。また、児童・生徒の心臓突然死例の半数は基礎疾患が判明していないことから、学校心臓検診で抽出されていない児童・生徒への対応をいかにしていくかが大きな問題であり、学校心臓検診の精度上げていくことも重要な問題である。この点からも学校心臓検診のシステムの見直し、抽出基準の見直しも今後も継続していく必要があると考える。

参考文献

- 1) 独立行政法人日本スポーツ振興センター 学校安全部：災害共済給付状況 令和元年度(2019年度) <https://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kyosai/pdf/R1kyuhu.pdf>
- 2) 独立行政法人日本スポーツ振興センター：学校の管理下の災害 [平成30年版] <https://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/H30saigai/H30saigai02.pdf>
- 3) 独立行政法人日本スポーツ振興センター：学校の管理下の災害 [令和2年版] https://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/R2saigai/R2saigai02_04.pdf
- 4) Yoshihide Mitani, et al. : Circumstances and Outcomes of Out-Of-Hospital Cardiac Arrest in Elementary and Middle School Students in the Era of Public-Access Defibrillation - Implications for Emergency Preparedness in Schools - , Circulation Journal Vol.78, 2014, 701-707
- 5) 馬場國蔵ほか：小児心電図心室肥大判定基準の改訂. 日小循誌 1986;2:248-249
- 6) 長嶋正實、吉永正夫編集：学校心臓検診のための小児心電図正常値ガイドブック. 診断と治療社 2020