

Still 雑音の臨床的検討：心音図，心エコー図，パルス・ドップラー法を用いて

Phonocardiographic and two-dimensional and pulsed Doppler echocardiographic studies of Still's murmurs

鈴木 順一
坂本 二哉
羽田 勝征
天野 恵子
高橋 久子
長谷川一朗
杉本 恒明

Jun-ichi SUZUKI
Tsuguya SAKAMOTO
Yoshiyuki HADA
Keiko AMANO
Hisako TAKAHASHI
Ichiro HASEGAWA
Tsuneaki SUGIMOTO

Summary

The prevalence of Still's murmur was examined by phonocardiographic study, and the clinical significance of this murmur was investigated using pharmacodynamic phonocardiography and echocardiography.

Still's murmur was present in 224 of 9,478 cases (2.4%) in school children. Its prevalence was 143 in 4,524 (3.2%) in elementary school children and this was significantly greater than that in middle school youngsters who numbered 81 among 4,954 (1.6%) ($p < 0.001$).

There were neither abnormal findings on two-dimensional echocardiography, nor pathological regurgitant signals on pulsed Doppler examination.

After the inhalation of amyl nitrite, Still's murmur was accentuated by 5.3 ± 3.0 dB, and was louder in the expiratory than in the inspiratory phase by 4.7 ± 3.5 dB.

Key words

Still's murmur Phonocardiography Echocardiography

はじめに

1909年，英国の小児科医 Still¹⁾ による小児期機能性楽音様雑音の記載以来，Still 雑音の無害性および発生メカニズムについて多数の報告がな

された²⁻⁷⁾。しかし，依然として，本雑音の音源は不明であり，また，近年発達の著しい非侵襲的検査法を駆使した，大標本調査に基づく，頻度，無害性に関する報告は少ない。

今回，学齢期の9,478例に対し心音図検査を施

東京大学医学部 第二内科
東京都文京区本郷 7-3-1 (〒113)

The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113

Received for publication August 27, 1987; accepted October 6, 1987 (Ref. No. 32-6)

Table 1. Phonocardiographic prevalence of Still's murmur in school children

	Elementary school	Middle school	Total
Male	77/2,329 (3.3%)	49/2,556 (1.8%)	126/4,885 (2.6%)
Female	66/2,195 (3.0%)	32/2,398 (1.3%)	98/4,593 (2.1%)
	143/4,524 (3.2%)	81/4,954 (1.6%)	224/9,478 (2.4%)

Table 2. Profiles of 27 selected cases of Still's murmur

Case (n)	Age (years)	Sex Male/Female	Frequency (Hz) of Still's murmur	Amyl nitrite	Respiratory phase analysis
27	11.6±2.2	18/9	118±15	19/27	13/27

行し, 本雑音例の一部に負荷心音図, 心エコー図およびパルス・ドップラー法的精査を加えた. また, 心音図学的解釈に際し, 定量的解析を試みた. 以下はその概要である.

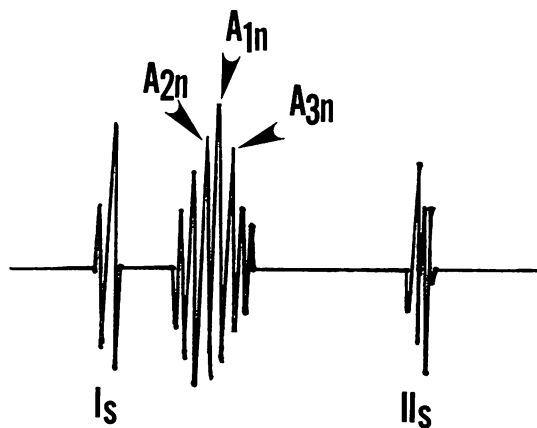
対象と方法

東京都某区の小学4年生全員(10歳を中心とする), 男子2,329例と女子2,195例, および中学2年生全員(14歳を中心とする), 男子2,556例と女子2,398例, 総計9,478例を心音図記録の対象とした (Table 1).

心音図記録は胸骨左縁第2, 第3肋間と心尖部にて行い, 高域通過フィルターはL (50 Hz/6 dB), M₁ (100 Hz/12 dB) および M₂ (200 Hz/12 dB) を使用した. M₁ の記録上, 周波数 100 Hz 前後で, 持続の短い収縮早期ないし中期の漸増・漸減型楽音様雑音を Still 雑音例とした.

これら Still 雑音例から適宜抽出した症例と当科外来にて診断された本雑音例を合わせ, 27例につき負荷心音図, 心エコー図およびパルス・ドップラー法検査を施行した (Table 2). 心音図検査は日本光電製カルジオジェット PSC 4204 を用い, 心エコー図およびパルス・ドップラー法検査はアロカ製 SSD 880 にて記録した.

心音図検査では, 27例中19例に亜硝酸アミル負荷を, 13例に呼吸相の違いによる音量変化の



Definition of \bar{A}

$$\bar{A} = 1/9 \cdot \sum_{n=1}^3 (\sum_{m=1}^3 A_{mn})$$

A: amplitude

$$N \text{ dB} = 20 \log P/P_0 = 20 \log A/A_0$$

P: sound pressure

An increase in A is defined by the increase of 3 dB or more (i.e., $\bar{A}/\bar{A}_0 > 1.42$)

A decrease in A is defined by the decrease of 3 dB or more (i.e., $\bar{A}/\bar{A}_0 < 0.70$)

Fig. 1. Methods of quantitative evaluation of pharmacodynamic phonocardiograms.

I_s=first heart sound, II_s=second heart sound.

A_{1n}, A_{2n}, A_{3n}=amplitudes of individual vibrations of Still's murmur.

分析を行った。亜硝酸アミル負荷心音図は負荷前および約 30 秒間の吸入直後、30 秒後、60 秒後の 4 時点にて、いずれも呼気止めにて記録した。呼吸相分析は、Müller 負荷および Valsalva 負荷が加わらぬよう配慮し、呼気止めおよび吸気止めにて行った。

ある条件での本雑音心音図記録上の振幅 (amplitude) の代表値を以下に述べる方法により決定した。すなわち、フィルター M_1 に記録された 1 心拍の本雑音構成振動より、振幅の大なる方から 3 振動を選び、連続 3 心拍、合計 9 振動の平均振幅 \bar{A} ($\bar{A} = 1/9 \sum_{n=1}^3 \sum_{m=1}^3 A_{m,n}$, n は心拍を示し、 m は振動を示す添字) を代表値とした。振動数の等しい 2 つの Still 雑音 (振幅; \bar{A} , \bar{A}_0) における音量の差 (N dB) は $N \text{ (dB)} = 20 \log \bar{A}/\bar{A}_0$ で与えられる。

本研究では 3 dB 以上変動した場合を有意な音量変動と定義し、負荷心音図結果判定の客観的基準とした (Fig. 1)。

心エコー図法検査により、左室拡張末期径、心室中隔厚、左室後壁厚および % fractional short-

ening (% FS) を計測し、Feigenbaum による体表面積別の心エコー図計測値正常値⁷⁾との対比を目的として、対象 27 例を体表面積により 4 群に分類した。すなわち、A 群 (体表面積 $\leq 1.0 \text{ m}^2$) 4 例、B 群 ($1.0 < \text{体表面積} \leq 1.5 \text{ m}^2$) 18 例、C 群 ($1.5 < \text{体表面積} \leq 1.7 \text{ m}^2$) 2 例、D 群 (体表面積 $> 1.7 \text{ m}^2$) 3 例である。また、僧帽弁収縮期前方運動 (SAM) や僧帽弁の mid-systolic buckling と pansystolic bowing の有無をも検討した。

パルス・ドプラー法検査では、僧帽弁、大動脈弁、三尖弁および肺動脈弁における有意な逆流ドプラー信号の有無を確認した。

成 績

1. Still 雑音の頻度 (Table 1, Fig. 2)

学齢期における Still 雑音の頻度は全体で 2.4% (224 例 / 9478 例)、小学群 3.2% (143 例 / 4524 例)、中学群 1.6% (81 例 / 4954 例) であった。男子は全体で 2.6% (126 例 / 4885 例)、小学男子 3.3% (77 例 / 2329 例)、中学男子 1.9% (49 例 / 2556 例) であった。一方女子は、全体で 2.1% (98 例 /

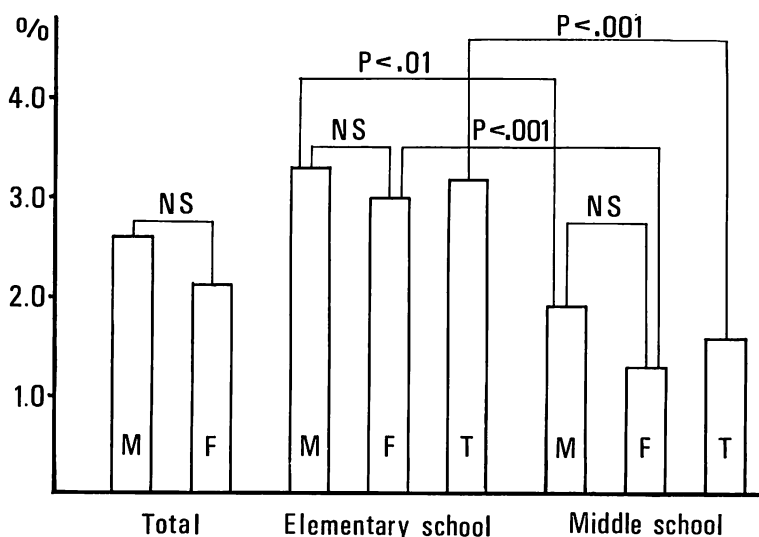


Fig. 2. Prevalence of Still's murmur in school children.

T=total; M=male; F=female; NS=not significant.

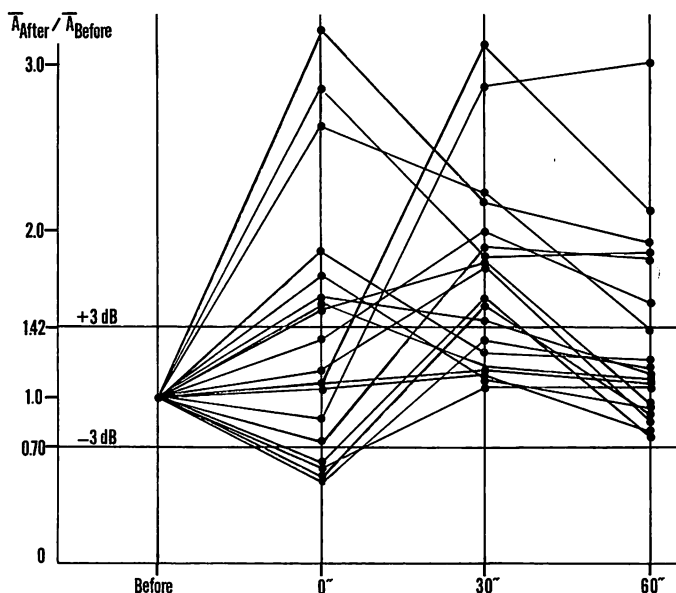


Fig. 3. Temporal profiles of changes of amplitude of Still's murmurs in 19 cases by inhalation of amyl nitrite.

Before=before inhalation; After=after inhalation.

4593例), 小学女子 3.0% (66例 / 2195例), 中学女子 1.3% (32例 / 2398例)であった。

小学群と中学群との比較では, 男子, 女子および男女の和とも, すべて小学群で有意に高頻度であった (それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.05$, $p < 0.05$). また中学群では女子に比し, 男子の頻度が高い傾向 ($p = 0.1$) を示した。

2. 亜硝酸アミル負荷心音図所見

亜硝酸アミル負荷を施行した 19 例の temporal profile を Fig. 3 に示す。グラフ横軸は負荷前, 負荷直後, 負荷終了後 30 秒および 60 秒の時点を経軸上に示し, 縦軸は, 負荷前に対する負荷後の Still 雑音の振幅の比を示す。

19 例中 7 例は負荷直後に, 11 例は負荷終了 30 秒後に最大の振幅を示した。また, 負荷による Still 雑音の有意な増大は 19 例中 15 例に認められ, 4 例は 3 dB 以下の変化で不変例, 減少例は 1 例も認められなかった。また, 負荷による増大は平均 5.3 ± 3.0 dB であった。

Fig. 4 は負荷試験の実例である。

3. 心音図記録の呼吸相分析

Fig. 5 は症例 12 の呼吸性変動を示す。呼吸相分析の検討を行った 13 例において, 吸気相に対する呼気相の音量の有意な増大は 8 例に認められ, 不変が 5 例, 有意な減少例は皆無であった。また, 吸気相と呼気相の音量の差は, 平均 4.7 ± 3.5 dB であった。

4. 心エコー図法, パルス・ドップラー法所見

C 群に属する 2 例の左室後壁厚以外の心エコー図計測値はすべて正常範囲内であった (Table 3)。また, mid-systolic buckling および典型的な SAM が記録された例は皆無, pansystolic bowing は 3 例にみられたが, 僧帽弁逆流シグナルを伴っていなかった。小さな SAM は 3 例に認められた。

有意な僧帽弁および大動脈弁逆流シグナルは皆無であり, 三尖弁と肺動脈弁のそれはそれぞれ 6 例と 4 例に記録された (Table 4)。

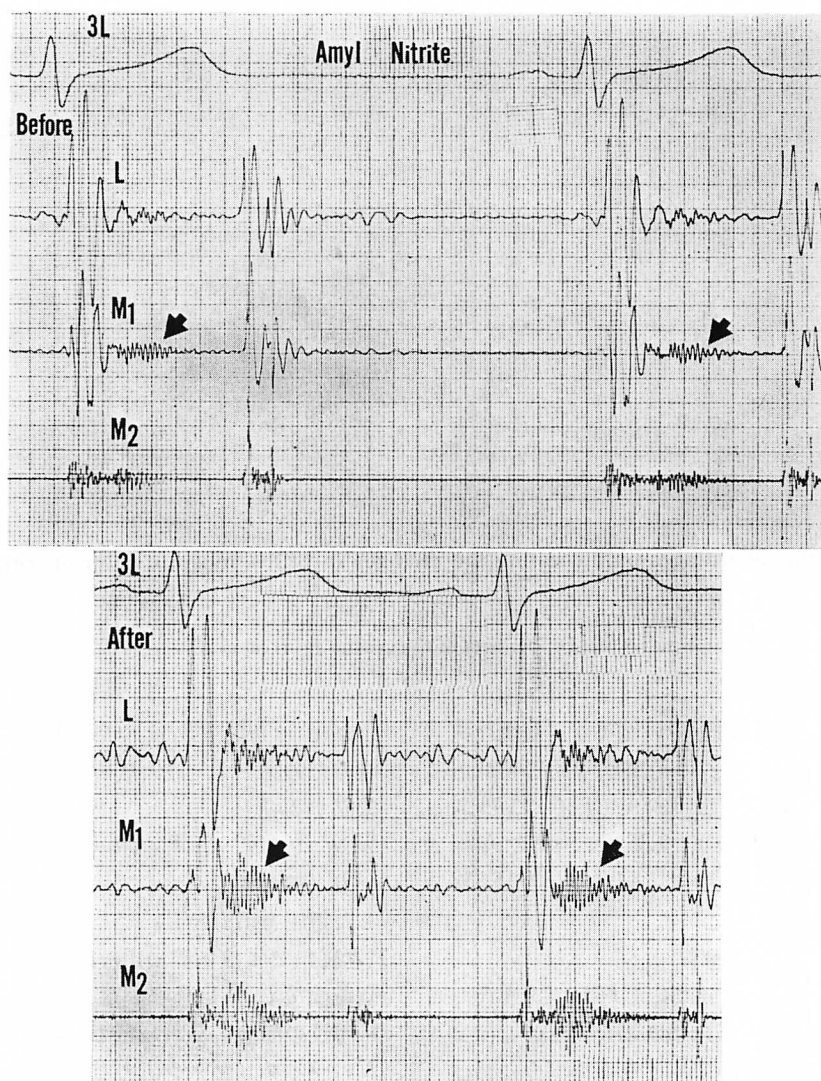


Fig. 4. Representative phonocardiograms before and after amyl nitrite inhalation (Case 18).

Upper panel: before inhalation of amyl nitrite.

Lower panel: after inhalation of amyl nitrite.

Arrows indicate Still's murmurs.

考 按

1. 頻 度

本研究では学齢期健診受診者 9,478 例を対象とし、聴診法のみならず、全例に心音図記録を施

行した。また、Still 雑音はその典型例のみを頻度算出の対象とした。したがって sample size の大きさと検出手段の客観性により、今回の頻度は信頼性の高いものと考えられる。

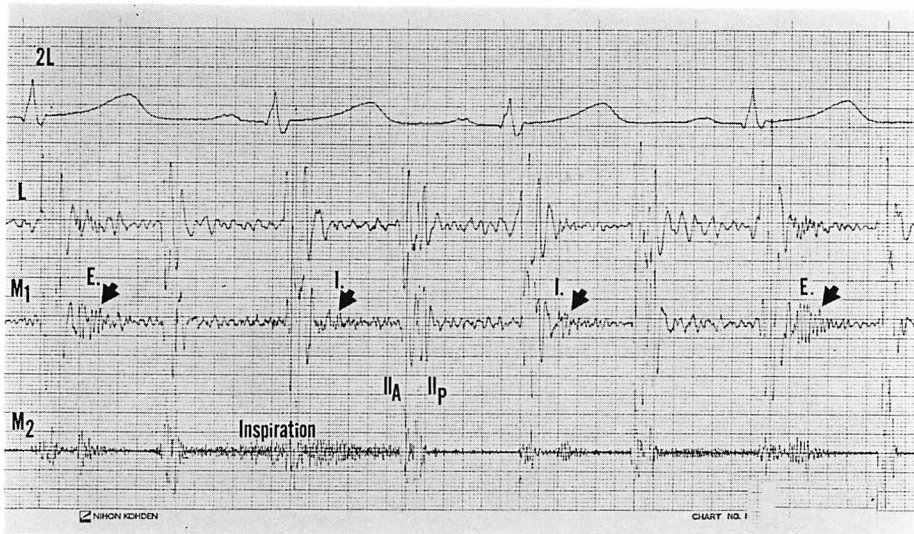


Fig. 5. Phonocardiogram illustrating the changes in Still's murmurs during respiration (Case 2).

E.=expiration; I.=inspiration.

IIA, IIP=aortic and pulmonic components of the second heart sound.

本研究と同様の検討法を用いたより広範囲な統計では、我々の約7万名の心音図学的研究がある。すなわち小学四年生で3.28% (男子19,995名中3.30%, 女子18,457名中3.25%), 中学二年生で1.23% (男子16,844名中1.44%, 女子15,852名中0.97%)であった⁹⁾。

2. 負荷心音図の定量的解析

Still 雑音の音量は吸気に比し呼気でより大であり、亜硝酸アミル吸入により増大することは良く知られている¹⁰⁾。しかし、これらの場合における音量の変化量に関する定量的記載はなく、また負荷心音図成績判定は主観的にとどまっている。本研究では Still 雑音の音量を定量化し、負荷前後の変化量を求めようとしたがこれは負荷心音図判定に客観性を与えるためである。

Still 雑音定量化の妥当性を考察するために、基礎的原理に言及する¹¹⁾。Still 雑音音源の振動角周波数を ω とする。胸壁とマイクロフォンとの接触面における音圧を P とし、マイクロフォンの振動子が受ける加速度を α とすると、 P お

よび α は角周波数 ω で単振動するが、これらの時相を考慮せず、最大値のみに着目すると次式が成立する。

$$P_{\max} \propto \alpha_{\max}$$

一方、加速度型のマイクロフォンは α_{\max} に比例した電圧を出力とし、ここで ω が一定であれば (本研究では症例間の比較はせず、同一症例では負荷前後で ω はほぼ一定とみなせる)、フィルター特性の如何にかかわらず、心音図記録上の振幅 A はマイクロフォン出力電圧に比例する。したがって

$$P_{\max} \propto \alpha_{\max} \propto A$$

ここで Still 雑音のある条件下での心音図記録振幅の代表値 \bar{A} を上述した如く定義すれば、一般に2つの音圧 P と P_0 との間の音の強さの差 N (dB) は、 N (dB) = $20 \log P/P_0$ で与えられるから、次式が成立する。

$$\begin{aligned} N \text{ (dB)} &= 20 \log P_{\max}/P_{0\max} \\ &= 20 \log A/A_0 = 20 \log \bar{A}/\bar{A}_0 \end{aligned}$$

Table 3. Echocardiographic findings

Group	Case	Echocardiographic findings			
		LVDd (mm)	IVS (mm)	LVPW (mm)	%FS (%)
A (BSA ≤ 1.0 m²)					
	Normal values	24-42	5-7	5-7	
	1	35	6	7	34
	2	37	7	7	38
	3	40	7	7	30
	4	40	6	7	43
B (1.0 < BSA ≤ 1.5 m²)					
	Normal values	33-47	6-8	6-8	
	5	42	8	7	33
	6	41	7	8	39
	7	43	7	7	40
	8	47	6	8	36
	9	47	7	6	32
	10	40	6	7	32
	11	42	6	7	38
	12	44	7	7	32
	13	40	8	7	40
	14	42	7	7	36
	15	40	7	8	35
	16	43	7	7	40
	17	47	8	8	30
	18	44	7	8	32
	19	36	7	7	44
	20	39	7	7	38
	21	47	7	7	36
	22	40	8	7	35
C (1.5 < BSA ≤ 1.7 m²)					
	Normal values	42-52	7-8	7-8	
	23	46	8	9	35
	24	46	7	9	30
D (1.7 m² < BSA)					
	Normal values	5-6	7-11	7-11	
	25	47	10	10	37
	26	47	8	9	36
	27	45	11	10	38

LVDd=left ventricular end-diastolic dimension; IVS=thickness of the interventricular septum; LVPW=left ventricular posterior wall thickness; %FS=fractional fiber shortening; BSA=body surface area.

Table 4. Two-dimensional and Doppler echocardiographic findings

M-mode and 2-D echocardiograms	Mid-systolic buckling	Pansystolic bowing	Atypical SAM
	0	3	3
Doppler regurgitant signal	Mitral	Aortic	Tricuspid Pulmonic
	0	0	6 4

SAM=systolic anterior motion of the mitral valve.

以上より, 同一症例では (ω が一定ならば) 負荷前後の心音図記録から \bar{A} , \bar{A}_0 を計測し, 雑音の強さの変化量を dB 単位で表わすことが原理的に可能であり, 実際の記録装置の精度も十分これに追従するものと考えられる.

本研究では仮に 3 dB 以上の変動を有意変動とし, 負荷心音図判定の客観的基準としたが, これは実際の心音図記録での変化に照し, 十分な変化量と考え得る.

3. Still 雑音の無害性

本雑音の無害性に関し, 心エコー図法およびパルス・ドップラー法を用い, 体系的に検討した報告は少ない. Feigenbaum による体表面積別正常値との対比では, 27 例中 2 例を除き, 左室計測値は正常範囲内であった. 3 例にみられた pansystolic bowing は M-mode 心エコー図の CD ラインより 3 mm 以上後方へ偏位するものではなく, また僧帽弁逆流シグナルを伴うものでもなかった. したがって臨床的に意義のある逸脱とは考えられない.

パルス・ドップラー法的にも左室側に有意な逆流シグナルは無く, また少数例に記録された右心側逆流シグナルも病的意義の少ないものと考えられた.

したがって Still 雑音例には有意な器質的疾患はないと思われる.

4. Still 雑音の発生メカニズムに関して

負荷心音図結果を定量化し, 判定に客観性を与

え, 従来から言われている如く, 亜硝酸アミルにより本雑音が増強することを定量的に確認した. したがって本剤吸入により音量が増強するとされている右心系逆流性雑音, 左心系および右心系駆出性雑音の発生条件のいずれかが本雑音発生メカニズムに関与するものと考えられるが, このうち本研究におけるパルス・ドップラー所見は, 右心系逆流との関連性を否定するものと思われる.

1960 年代より本雑音が右心系由来か左心系由来かの議論がなされた. McKusick⁶⁾ と Luisada⁷⁾ は右心系起源説を支持し, 特に McKusick は肺動脈弁の類三角化が発生原因であるとした. 一方, de Monchy ら⁸⁾ や Wennevold⁹⁾ は左心系由来説の支持者であり, Wennevold は心腔内心音図法にて右心系由来説を否定したとしている.

近年, 楽音様雑音の音源同定におけるパルス・ドップラー法の有用性が示され¹²⁻¹⁴⁾, 今回も 27 例につき音源検索を行ったが, 一元的に説明し得る音源は特定しえず, したがって本研究に関する限り, Still 雑音の音源は不明というよりない.

結 語

学齢期 Still 雑音の頻度は 224 例 / 9478 例 (2.4%) で, 中学群 (81 例 / 4954 例, 1.6%) に比し, 小学群 (143 例 / 4524 例, 3.2%) で高頻度であった.

心エコー図法, パルス・ドップラー法的精査を加えた 27 例では, 左室計測値に重大な異常値を示す症例はなく, 病的逆流信号の検出もなかった.

亜硝酸アミル負荷および呼吸相の違いによる本雑音音量変化を定量的に解析し, また本雑音の発生メカニズムに関し若干の考察を加えた. しかし本雑音の音源に関し, 最終的な結論を得ることは出来なかった.

要 約

東京都某区の小学生 4524 例と中学生 4952 例に心音図検査を施行し, 本雑音の頻度を求め, さらに本雑音を有する 27 例に対し, 心エコー図法,

パルス・ドップラー法および定量的負荷心音図法検査を施行した。

1. 学齢期 Still 雑音の頻度は 2.4% (224 例 / 9,478 例) で, 中学生 (81 例/4,954 例, 1.6%) より小学生 (143 例/4,524 例, 3.2%) が有意に高頻度であった ($p < 0.001$).

2. 心エコー図法検査による重大な左室異常計測値を示す症例, あるいはパルス・ドップラー法による病的逆流信号を認めた症例は皆無であった。

3. 亜硝酸アミル負荷により 5.3 ± 3.0 dB 増大し, 呼気相は吸気相に比し 4.7 ± 3.5 dB 音量が大であった。

文 献

- 1) Still GF: Common Disorders and Diseases of Childhood. Frowde, London, 1909, p 434
- 2) Caceres CA, Perry LW: The Innocent Murmur. Little, Brown & Co, Boston 1967, p 115
- 3) De Monchy C, van der Hoeven GMA, Beneken JEW: Studies on innocent praecordial vibratory murmurs in children. Br Heart J 35: 669, 1973
- 4) Michaelsson M, Tuvemo T: High voltage QRS complexes in children with innocent "vibratory" heart murmur. Acta Paediatr Scand 64: 119, 1975
- 5) Wennevold A: The origin of the innocent "vibratory" murmur studied with intracardiac phonocardiography. Acta Med Scand 181: 1, 1967
- 6) McKusick VA: Cardiovascular Sound in Health and Disease. Williams & Wilkins, Baltimore, 1958
- 7) Luisada AA: From Auscultation to Phonocardiography. CB Mosby, Saint Louis, 1965
- 8) Feigenbaum H: Echocardiography. Lea & Febiger, Philadelphia, 1976
- 9) 坂本二哉: 東京都北区における学童・生徒心臓検診: 7年間における実態概要. 1983, July
- 10) Delman AJ, Stein E: Dynamic Cardiac Auscultation and Phonocardiography: A graphic guide. WB Saunders, Philadelphia, London, Toronto, 1979, p 311
- 11) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学. 南山堂, 東京, 1963, p 29
- 12) 宮武邦夫, 木下直和, 岡本光師, 大森文夫, 仁村泰治, 榊原 博: 楽音様雑音分析における超音波エコー・ドップラー法の意義について. 日超医講演論文集 36: 69, 1981
- 13) 仁村泰治: パルス・ドップラー法データ判読上問題となる特殊現象. 超音波医学 10: 215, 1983
- 14) Suzuki J, Sakamoto T, Hada Y, Amano K, Takahashi H, Hasegawa I, Takahashi T, Sugimoto T: Musical murmurs: Phonocardiographic, echocardiographic and Doppler echocardiographic study. J Cardiogr 16: 689, 1986 (in Japanese)