

肋骨弓下超音波心断層法による川崎病末梢冠動脈瘤の新しい描出法

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 前田, 利樹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/7711

肋骨弓下超音波心断層法による川崎病 末梢冠動脈瘤の新しい描出法

金沢大学医学部小児科学教室 (主任：谷口 昂教授)

前 田 利 樹

(昭和59年1月31日受付)

川崎病における冠動脈瘤は、突然死の原因となる重篤な合併症である。大動脈基部短軸面での超音波心断層法は、冠動脈瘤の非観血的診断法として広く認められるようになったが、この断層面では冠動脈近位部しか描出できないという限界があった。今回の肋骨弓下より超音波ビームを投入する方法(肋骨弓下アプローチ)で、末梢部冠動脈瘤の描出を試み、その有用性と信頼性について検討した。左冠動脈回施枝は僧帽弁輪部を、前下降枝は心室中隔前面を、右冠動脈は三尖弁輪部を走行するため、それらを指標にして末梢部冠動脈瘤の検索を行った。肋骨弓下アプローチは、左右冠動脈とも、心臓を前額面と矢状面の2方向から切る方法で構成された。2ヶ月から8才までの川崎病罹患児152名のうち32名に84個の冠動脈瘤が描出され、そのうちこの新しい方法で描出された末梢部冠動脈瘤は、左冠動脈回施枝の鈍角枝分岐部に3個、さらにその末梢部に2個、左冠動脈前下降枝の第2対角枝分岐部に2個、右冠動脈のsegment 2に7個、segment 3に7個、segment 4に3個の計24個であった(冠動脈のsegment分類はAmerican Heart Association Committee Reportに従った)。これらは後に施行した冠動脈造影所見と、形態、大きさ、部位ともによく合致した。今回の研究で偽陰性はなかった。偽陽性は一側優位で发育の良い冠動脈を小さな冠動脈瘤と誤った1例のみであった。以上の結果より、今回開発された末梢部冠動脈瘤を描出する方法は、信頼性が高く、川崎病罹患児を診療する上でたいへん有用であると思われた。

Key words Kawasaki disease, Peripheral coronary artery aneurysm,
Two-dimensional echocardiography, Subcostal approach.

川崎病(急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群、略称MCLS)は、1967年川崎¹⁾により初めて報告された乳幼児に好発する原因不明の急性熱性発疹性疾患である。本症候群は高頻度に心内膜炎、心筋炎、心外膜炎などの心血管性病変を併発するが、とり分け冠動脈瘤の合併はその血栓性閉塞により突然死の原因となりうる^{2)~15)}。従って冠動脈瘤併発の早期診断は、治療および予後判定の上で特に重要と思われる。

現在、川崎病冠動脈瘤の診断法としては、心電図^{16)~19)}、胸部レ線²⁰⁾²¹⁾、トレッドミルなどによる負荷心電図^{22)~23)}、心筋スキャン²³⁾²⁴⁾、超音波心断層法^{25)~28)}、冠動脈造影^{29)~31)}などがある。このうち超音波心断層法は非侵襲的で信頼性が高く、しかも病初期から繰り返

し検査可能という点で優れている^{20)25)~28)}。著者らもこれらの点に注目し、その感度や信頼性について数年来検討してきた³²⁾。ただ従来の前胸壁より超音波ビームを投入し大動脈基部を短軸に切る方法では、左右冠動脈起始部のごく限られた動脈瘤しか描出できず、その診断能力に限界があった³³⁾。そこで著者は従来の方法とは異なった肋骨弓下よりビームを投入する方法(肋骨弓下アプローチ)を用い、左右冠動脈を起始部から末梢まで連続的にスキャンする事により、末梢部の冠動脈瘤の描出を試みた。この新しく開発した方法の感度や信頼性について検討し、良好な結果を得たので報告する。

Subcostal Two-dimensional Echocardiographic Imaging of Peripheral Coronary Artery Aneurysms in Kawasaki Disease. **Toshiki Maeda**, Department of Pediatrics (Director: Prof. N. Taniguchi), School of Medicine, Kanazawa University.

対象および方法

対象は川崎病に罹患した2ヶ月から8才までの小児152名で、内訳は男児91名、女児61名であった。川崎病の診断は、厚生省MCLS研究班作成による「小児急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群（略称MCLS）診断の手引き」³⁴⁾に従った。

装置はAloka製機械走査型超音波断層装置(Aloka SSD 1000 with ASU 25 Handscanner and USM 6B Amplifier)を用いた。この装置は周波数3.0 MHz、焦点距離7.5 cm、視野角度30°~80°の可変型、コマ数10~30コマ/秒である。断層像はポラロイドカメラおよび16 mmシネカメラにて記録し、シネフィルムは現像後real time, slow motionおよびコマ送りにて検討した。

解剖学的に、左冠動脈回施枝(LC)は僧帽弁弁輪部に沿って左房室間溝を心臓下面の十字部に向かい、前下降枝(LAD)は心臓前面を心室中隔を沿うように前室間溝を心尖部に向かって走行する³⁵⁾³⁶⁾。一方、右冠動脈は三尖弁弁輪部に沿って右房室間溝を十字部に向かって走り、そこで直角に向きを変え後室間溝を心室中隔に沿うように心尖部に向かう³⁵⁾³⁶⁾。従って僧帽弁エコー、心室中隔エコー、三尖弁エコーを解剖学的な指標として心臓表面をスキャンすれば冠動脈の走行を追う事ができると考えられる。

方法は、まず患児をTriclofos sodiumシロップにて鎮静させ、仰臥位にて肋骨弓下より超音波ビームを導入する。《左冠動脈回施枝》最初心臓を前額面に切り、四腔が同時に描出できる面を断層面1-P1とする(Fig. 1)³⁷⁾³⁸⁾。この断層面ではLCは僧帽弁弁輪部外側を走行し、LCのsegment 11(冠動脈のsegment分類はAmerican Heart Association Committee Report³⁹⁾に従った)の動脈瘤の描出が可能である。この断層面を後方に倒す事により、さらに末梢のsegment 13の動脈瘤の描出が可能となる。次に心臓を矢状面に切り、右室流出路、主肺動脈、心室中隔、僧帽弁および左室が同時に描出できる断層面を1-P2とする(Fig. 2)⁴⁰⁾。この断層面でも僧帽弁弁輪部外側を検索することにより、LCのsegment 13の動脈瘤の描出が可能である。次いで断層面をやや左方に倒しながら(断層面1-P3)、この僧帽弁弁輪部をスキャンしていきsegment 13の動脈瘤を検索していく。さらに断層面を左方に倒していくと、ちょうど左房が消失する部位で左室の短軸に近い断層面1-P4が描出される。この断層面ではLCは長軸方向に切られることになり、この部位はsegment 11からsegment 13への移行点にあたる。《左冠動脈前下降枝》断層面1-P3および1-P4において、前室間溝

を走行するLADを心室中隔エコーを指標に検索する。この部位はsegment 6にあたる。断層面をさらに心尖部方向(断層面1-P5)に倒しながら同部を観察し、末梢のsegment 7およびsegment 8の動脈瘤を検索する。《右冠動脈》左冠動脈と同様まず心臓を前額面に切る(Fig. 3)³⁷⁾。肺動脈弁、右室流出路、右室流入路が同時に見える断層面r-P1では、右冠動脈のsegment 1およびsegment 2が右室腔の右側に沿って走行する。次いで断層面を後方に倒すと(断層面r-P2)、上行大動脈と三尖弁が同時に描出され、この面では三尖弁弁輪部外側をsegment 2が走行する。さらに断層面を後方に倒すと心房中隔が描出されるが、この断層面r-P3でも右冠動脈(segment 3)は三尖弁外側を走行する。次に心臓を矢状面に切る(Fig. 4)、上行大動脈が長軸で描出される断層面をr-P4とする。さらに断層面を左方に倒し、右室流出路、主肺動脈が描出される面を断層面r-P5とする。断層面r-P4およびr-P5では、右冠動脈(segment 3)は三尖弁弁輪部外側を横隔膜に接して走行する。断層面をより左方に倒すと左室の短軸面(断層面r-P6)が描出され、さらに心尖部(断層面r-P7)までスキャンする。これらの断層面では後下降枝(segment 4PD)が心室中隔の外側を横隔膜に接するように走行する。このように心臓を断層面r-P1からr-P7までスキャンしていくことによって、右冠動脈の起始部から末梢までの動脈瘤の描出が可能となる。

冠動脈瘤と他の心内構造物の鑑別の一手段として、症例によっては末梢静脈コントラストエコー法を併用した⁴¹⁾。末梢静脈に血管確保し、延長チューブの先に三方括栓を2個連結し、さらに生理食塩水を注射器2本でパプリングして、用手にて急速注入した(Fig. 5)。この方法は心内構造物の同定、弁逆流の診断、心内短絡の診断に広く用いられており、contrast echo sourceはmicro bubbleであるという説が定着している^{42)~44)}。正常心の場合、末梢静脈より注入すると右房、右室、肺動脈の順にコントラストエコーが描出され、肺毛細血管床通過時にその効果は消失する。この特性を生かして右房、右室と、冠動脈瘤を鑑別することができると思われる。

冠動脈造影は、超音波心断層法にて冠動脈瘤の存在が疑われた32名、および超音波心断層法では異常を認めなかったが臨床症状が重篤で冠動脈病変の合併の恐れが強かった3名の、計35名に施行した。

尚、本報告では便宜上冠動脈末梢部を、従来の前胸壁から大動脈基部を短軸に切る方法では描出不可能な部位、すなわちLCのsegment 11遠位部およびその末梢、LADのsegment 7およびその末梢、右冠動脈の

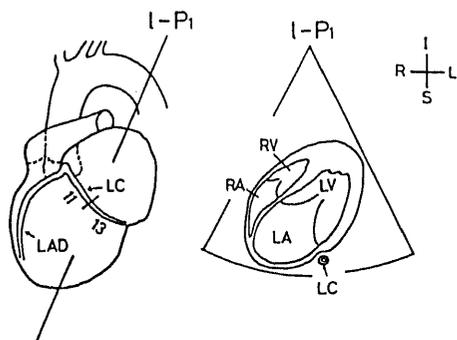


Fig. 1. Schematic drawings of the subcostal view for imaging coronary aneurysms in segments 11 and 13 of the left circumflex artery. Left, the position of sector 1-P1, showing a view of the 4 chambers. The left circumflex aneurysms can be detected at the left side of the mitral valve. I=inferior; L=left; LA=left atrium; LAD=left anterior descending artery; LC=left circumflex artery; LV=left ventricle; R=right; RA=right atrium; RV=right ventricle; S=superior; 11 and 13=segments 11 and 13.

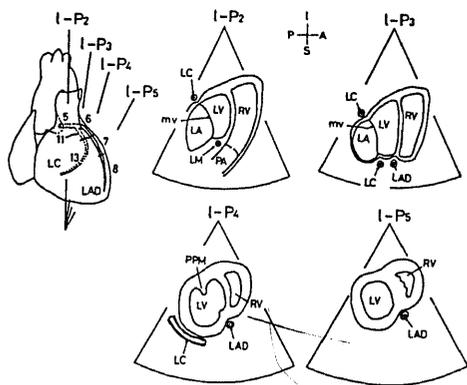


Fig. 2. Schematic drawings of the subcostal views for imaging coronary aneurysms in segments 6, 7 and 8 of the left anterior descending artery and segments 11 and 13 of the left circumflex artery. The top left illustration shows the positions of sectors 1-P2, 1-P3, 1-P4 and 1-P5. Scanning from 1-P2 to 1-P4, coronary aneurysms of the left circumflex artery can be detected. Scanning from 1-P3 to 1-P5, coronary aneurysms of the left anterior descending artery can be detected. A=anterior; I=inferior; LA=left atrium; LAD=left anterior descending artery; LC=left circumflex artery; LM=left main coronary artery; LV=left ventricle; mv=mitral valve; P=posterior; PA=pulmonary artery; ppm=posterior papillary muscle; RV=right ventricle; S=superior; 5, 6, 7, 8, 11 and 13=segments 5, 6, 7, 8, 11 and 13.

segment 2 およびその末梢と定義した。

成 績

対象 152 名のうち 32 名 (21.1%) に計 84 個の冠動脈瘤が描出され、そのうち今回開発した方法で描出された末梢冠動脈瘤は 24 個であった (Fig. 6). その内訳は LC の segment 11 遠位部に 3 個, segment 13 に 2 個, LAD の segment 7 遠位部に 2 個, 右冠動脈の segment 2 に 7 個, segment 3 に 7 個, segment 4 に 3 個であった。また近位部には認められず、末梢部のみ冠動脈瘤が描出された症例は 152 名のうち 3 名 (2.0%) であった。動脈瘤の形態, 大きさ, 部位は後に施行した冠動脈造影とよく合致した。

Fig. 7A は断層面 1-P1 で得られた 1 才男児の超音波心断層図で、僧帽弁弁輪部に 6 × 5 mm の楕円形の異常な echo-free space が描出された。この echo-free space は断層面 1-P4 でも描出され (Fig. 7B), LC の

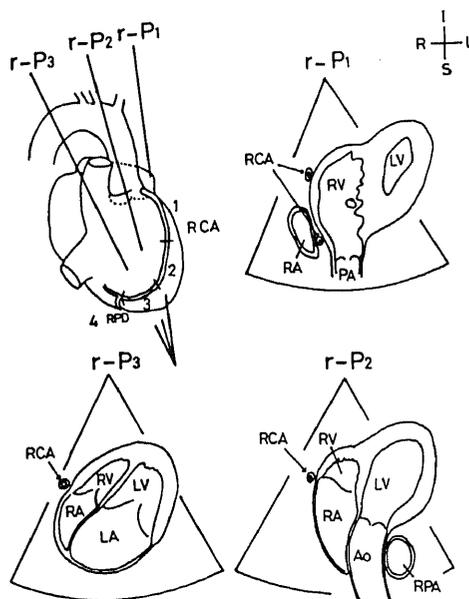


Fig. 3. Schematic drawings of the subcostal views for imaging coronary aneurysms in segments 1 and 2 and the proximal half of segment 3 of the right coronary artery. The top left illustration shows the positions of sectors r-P1, r-P2 and r-P3. Scanning from r-P1 to r-P3, coronary aneurysms can be detected in the main stem. Ao=aorta; I=inferior; L=left; LA=left atrium; LV=left ventricle; PA=pulmonary artery; R=right; RA=right atrium; RCA=right coronary artery; RPA=right pulmonary artery; RPD=right posterior descending artery; S=superior; 1, 2, 3 and 4=segments 1, 2, 3 and 4.

Fig. 12A は断層面 r-P1 で得られた 1 才男児の超音波心断層図で、右室流出路右側に 6 × 7 mm の楕円形の echo-free space を認めた。冠動脈造影 (Fig. 12B) では右冠動脈起始部から約 10 mm 離れた segment 1 遠位部に冠動脈瘤を認めた。この冠動脈瘤は前胸壁よりのアプローチでも描出されたが部分像しか得られず、Fig. 12A のように全体像として捕えることはできなかった。

Fig. 13A は断層面 r-P1 で得られた 2 ヶ月女児の超音波心断層図であるが、川崎病急性期にはこのように右室の右方に 2 個の echo-free space が描出され、それぞれ segment 1 および segment 2 の冠動脈瘤と思われた。しかし 2 ヶ月後の検査では末梢側の echo-free space は消失していた (Fig. 13B)。その時の冠動脈造影では segment 1 に冠動脈瘤が 1 個造影され、そのすぐ末梢にて右冠動脈は完全に閉塞していた。segment 2 の動脈瘤は血栓性閉塞したために、超音波心断層法では echo-free space として描出されなかったものと考えられる。

Fig. 14A は断層面 r-P1 で得られた正常小児の超音波心断層図であるが、右室流出路右側に echo-free space が描出され、その形態は楔状で右房腔と連なっており、またその動きは右室と同期しないなどの点より右心耳が疑われた。末梢静脈コントラスト法を行うと、この echo-free space はコントラストエコーで満

たされ、右心耳である事が確認された (Fig. 14B)。

Fig. 15A は断層面 r-P1 で得られた 1 才男児の超音波心断層図であるが、右室流出路右側に楕円形の echo-free space が描出された。末梢静脈コントラスト法を行うと (Fig. 15B)、この echo-free space はコントラストエコーで充満されず、右房や右室腔とは明らかに区別され、冠動脈瘤と思われた。この echo-free space は冠動脈造影にて segment 1 の冠動脈瘤と確認された。

考 察

川崎病は 1967 年川崎¹⁾によって初めて報告され、当初予後良好な疾患と考えられていた。しかしその後突然死をきたした症例が報告されるようになり、その剖検所見では血栓形成を伴った冠動脈瘤が発見され、重篤な合併症が存在することが判明した²⁾⁻¹⁵⁾。さらに川崎病に冠動脈造影法が導入されると、本症罹患児の 10~20% に冠動脈瘤が造影され、決して稀な合併症でないことがわかった²⁹⁾⁻³¹⁾⁴⁵⁾。1970 年の厚生省 MCLS 研究班の全国疫学調査では川崎病の死亡率は 1.4% であったが、その後抗血小板療法の普及により、その率は 1977 年に 0.7%、79 年に 0.5%、82 年に 0.3% と減少傾向にある⁴⁾⁴⁶⁾。

現在冠動脈瘤の確実な診断法としては冠動脈造影が最も優れているが、この方法は侵襲的な検査で必ずし

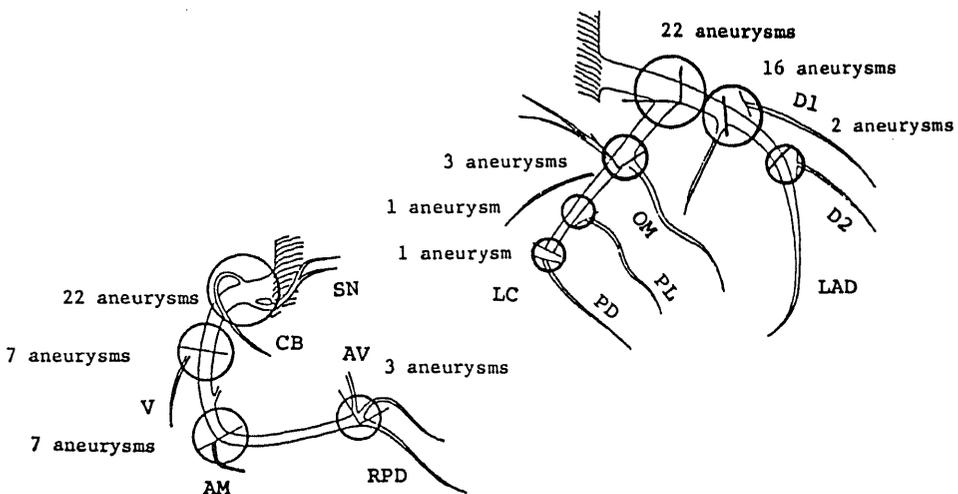


Fig. 6. The number of both left and right coronary aneurysms in each location by angiography. Eighty four coronary aneurysms were shown in 32 patients with Kawasaki disease. AM=acute marginal branch; AV=A. V. node artery; CB=conus branch; D1=first diagonal branch; D2=second diagonal branch; LAD=left anterior descending artery; LC=left circumflex artery; OM=obtuse marginal artery; PD=posterior descending artery; PL=posterolateral branch; RPD=right posterior descending artery; SN=sinus node artery. V=right ventricular branch.

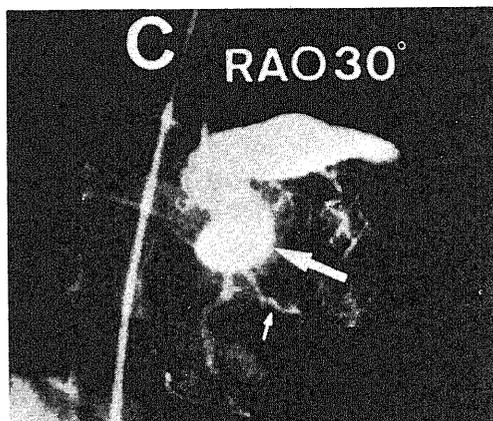
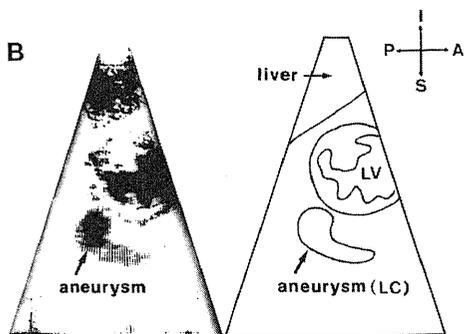
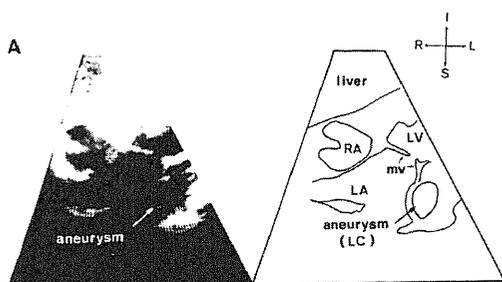


Fig. 7. Two-dimensional echocardiograms and coronary angiogram from a 1-year-old boy with Kawasaki disease. (A) Sector 1-P1 shows an abnormal echo-free space (arrow) at the left side of the mitral valve. (B) Sector 1-P4 shows the same coronary aneurysm as in panel A. (C) The angiogram (30°right anterior oblique view) shows 2 coronary aneurysms. A coronary aneurysm (large arrow) at the origin of the obtuse marginal artery (small arrow) corresponds to echo-free spaces in panels A and B. A=anterior; I=inferior; L=left; LA=left atrium; LC=left circumflex artery; LV=left ventricle; mv=mitral valve; P=posterior; R=right; RA=right atrium; RV=right ventricle; S=superior.

も安全とは言えず、しかも急性期には実施できないため早期発見の点で限界があると思われる²³⁾²⁸⁾⁴⁷⁾⁴⁸⁾。このことは、本症死亡例の61%が発病後2ヶ月以内に生じていることを考え合わせると、冠動脈造影の大きな弱点と考えられる⁴⁹⁾。また冠動脈造影は高価な設備、高度な技術を必要とし、限られた施設でしか行えない。

胸部単純線線で石灰化した冠動脈瘤が見つかる場合があるが、その頻度は少なく、また石灰化には数年を

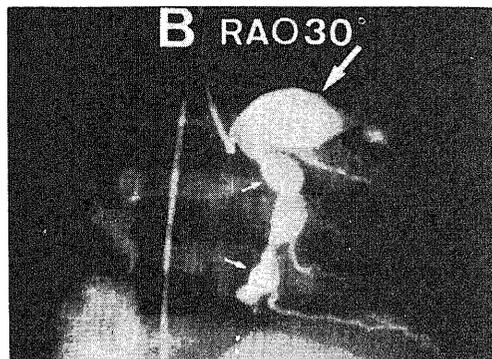
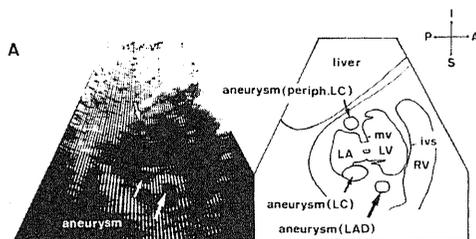


Fig. 8. Two-dimensional echocardiogram and coronary angiogram from a 2-year-old boy with Kawasaki disease. (A) Sector 1-P3 shows 3 abnormal echo-free spaces. One space (upper small arrow) is seen at the inferior side of the mitral valve. Another (lower small arrow) is seen at the superior side of the mitral valve. The other space (large arrow) is seen at the superior side of the interventricular septum. (B) The angiogram shows several aneurysms of the left coronary artery. The large arrow corresponds to the large arrow in panel A. The upper small arrow corresponds to the lower small arrow in panel A. The lower small arrow corresponds to the upper small arrow in panel A. A=anterior; I=inferior; ivs=interventricular septum; LA=left atrium; LAD=left anterior descending artery; LC=left circumflex artery; LV=left ventricle; mv=mitral valve; P=posterior; periph. LC=peripheral left circumflex artery; RAO=right anterior oblique view; RV=right ventricle; S=superior.

要し早期診断には用いられない²¹⁾。浅井ら⁴⁷⁾は臨床症状や胸部レ線、心電図、血液検査所見などからスコア点数をつけ、それから得られる総点数により冠動脈瘤併発を予知する方法を考案した。この方法は十分な設備や高度な技術を必要とせず誰にでも簡単に利用できる点で有用であると考えられる。ただ、冠動脈瘤の合併はないとされている低いスコア点数にもかかわらず冠動脈瘤を併発した症例を、著者らは4例経験しており、必ずしも信頼性の高い方法とは言えない、また、急性期を過ぎて来院した患児や、過去に本症に罹患した患児などでは、十分なスコア表をつけることができ

ず、これを利用すること自体困難である。

加藤ら²⁹⁾は、冠動脈瘤合併例にトレッドミル負荷心電図を施行したところ、冠動脈狭窄や閉塞を有する症例のみST、Tの虚血性所見が得られたが、冠動脈瘤のみの症例では心電図変化は見られなかったと報告している。従ってこの方法は、冠動脈の狭窄や閉塞の診断および運動管理基準を決める上では有用な方法であるが、冠動脈瘤の一次スクリーニングとしては限界があ

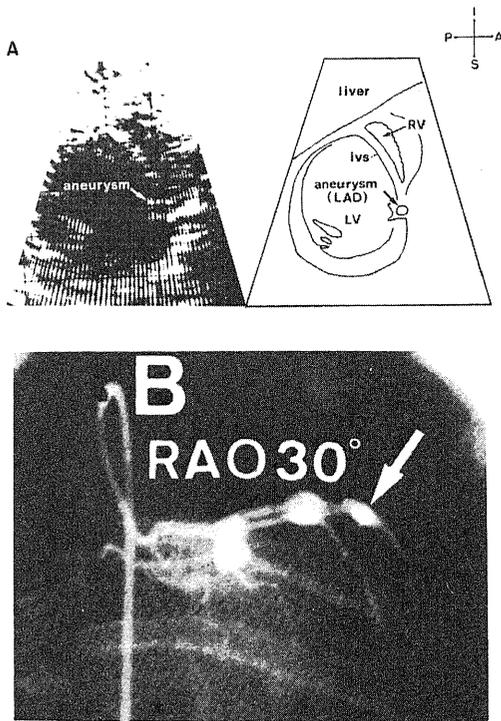


Fig. 9. Two-dimensional echocardiogram and coronary angiogram from an 8-month-old boy with Kawasaki disease. (A) Sector 1-P5 shows an oval echo-free space connecting to a slit like one at the superior side of the interventricular septum. (B) The angiogram reveals 4 coronary aneurysms. A coronary aneurysm (arrow) of the position where the left anterior descending artery branches off the second diagonal branch corresponds to an echo-free space in panel A. The slit like echo-free space corresponds to a normal coronary artery connecting to the aneurysm. A=anterior; I=inferior; ivs=interventricular septum; LAD=left anterior descending artery; LV=left ventricle; P=posterior; RAO=right anterior oblique view; RV=right ventricle; S=superior.

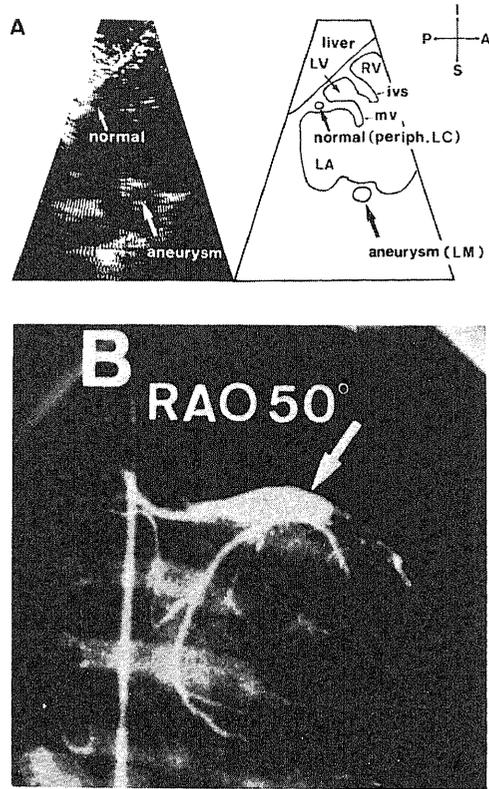


Fig. 10. Two-dimensional echocardiogram and coronary angiogram from a 1-year-old boy with Kawasaki disease. (A) Sector 1-P2 shows 2 circular echo-free spaces. The smaller one (small arrow) is shown at the inferior side of the mitral valve. The larger one (large arrow) is shown at the superior side of the interventricular septum. (B) The angiogram shows only one coronary aneurysm (arrow) of the left main coronary artery corresponding to the larger echo-free space in panel A. In this heart, the left circumflex artery which has no aneurysm is dominant. A=anterior; I=inferior; ivs=interventricular septum; LA=left atrium; LM=left main coronary artery; mv=mitral valve; P=posterior; periph. LC=peripheral left circumflex artery; RAO=right anterior oblique view; RV=right ventricle; S=superior.

と思われる。また乳幼児には実施できない欠点を有している。

心筋スキューンは乳幼児でも実施可能であるが、この検査も負荷心電図同様心筋虚血の診断には有用と思われるが、狭窄を伴わない冠動脈瘤の診断には限界があると思われる²³⁾²⁴⁾。

一方超音波心断層法は、その感度や信頼性の点で、非観血的方法のうち最も優れた方法であり、しかも急性期より繰り返して安全に実施できる利点を有している²³⁾²⁸⁾⁵⁰⁾。このことは多くの専門家の意見の一致するところである²³⁾²⁵⁾²⁸⁾³²⁾⁵⁰⁾。また今回の報告で末梢冠動脈瘤の診断も可能となり、超音波心断層法の有用性はさらに高くなったと考えられる。

川崎病における冠動脈瘤は、左右冠動脈の起始部が好発部位と言われており、今回の研究でもそれを裏付けている (Fig. 6)⁵¹⁾。その原因として大根田ら⁵²⁾は、本症の早期には心筋間質炎や心の静脈炎があり、冠循環の末梢抵抗が上昇し、そのはね返りとしての遠位からの強い血行力学的要因、収縮期の逆流、拡張期における大動脈からの血流などが、起炎物質とともに発育期の血行力学的に障害されやすい冠動脈に作用し、左右冠動脈の起始部に動脈瘤ができやすいのだらうと考えている。しかし重症例では起始部以外にも冠動脈瘤を併発していることが多く、また頻度は少ないものの末梢部だけに冠動脈瘤を併発した例もあり、今回報告の新しい方法は臨床上大いに有益であると考えられる。

最近 Saito ら⁵³⁾⁵⁴⁾は、前胸壁より超音波ビームを投入する方法により、左右の末梢冠動脈を長軸方向に切り、血管造影に近い鮮明で優れた断層像を得ている。著者も彼らの方法を試みたが、冠動脈の走行部位を特定する明確な解剖学的指標がないため、技術的に冠動脈瘤の描出困難な症例が多かった。また LAD の末梢冠動脈瘤では肺の存在が超音波ビームの進入の妨げに

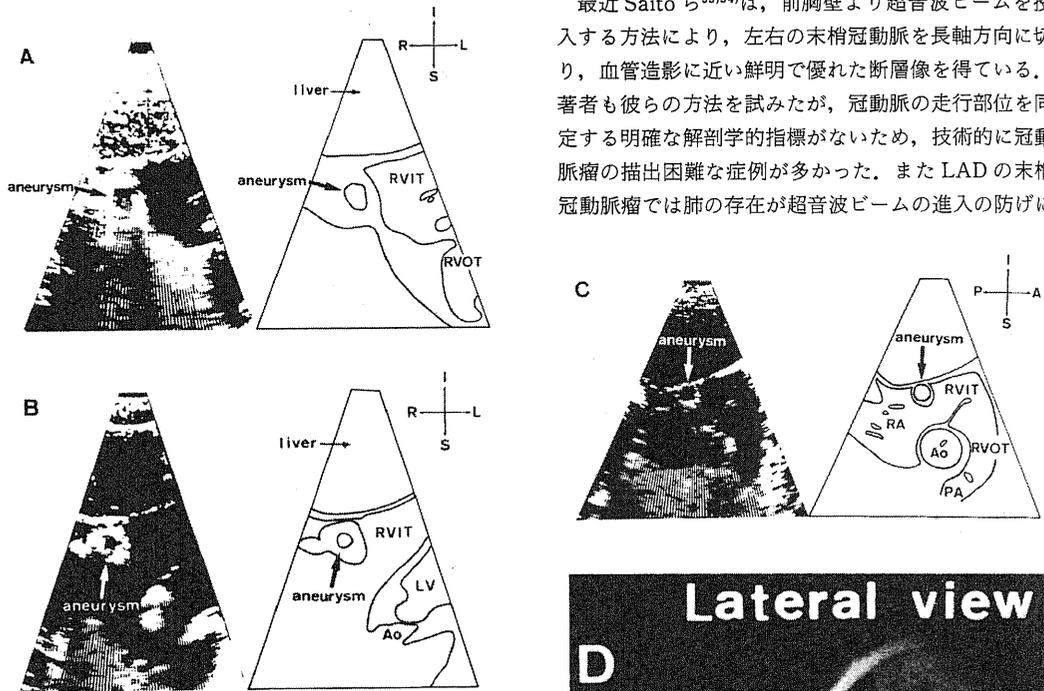
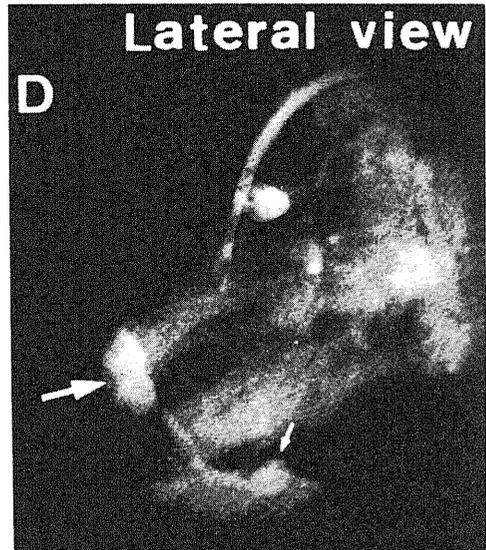


Fig. 11. Two-dimensional echocardiograms and angiogram from a 1-year-old boy with Kawasaki disease. (A) Sector r-P1 shows an abnormal echo-free space at the right side of the right ventricular outflow tract. (B) Sector r-P2 visualizes the same coronary aneurysm as in panel A. (C) Sector r-P5 shows another echo-free space at the area around the tricuspid valve ring. (D) The angiogram shows 2 right coronary aneurysms. The larger one corresponds to that in panels A and B, the smaller one corresponds to that in panel C. A = anterior; L = left; LV = left ventricle; P = posterior; PA = pulmonary artery; R = right; RA = right atrium; RVIT = right ventricular inflow tract; RVOT = right ventricular outflow tract; S = superior.



なり描出できなかった。右冠動脈は胸骨の後方を走行し、末梢では心臓の下面を走行するため超音波ビームの投入が容易でなく、LCも右冠動脈と同様に末梢部は心臓の下面を走行するため前胸壁からの超音波ビームの投入は難しかった。

一方、今回開発した肋骨弓下アプローチでは、骨や肺などの超音波の通過しにくい組織をさけて胸骨の裏側や心臓下面、心尖部を描出することができ、前胸壁からのアプローチよりも末梢冠動脈瘤の検索が容易であると考えられる。技術の面でも、描出の簡単な僧帽弁、三尖弁および心室中隔を指標としているため、冠

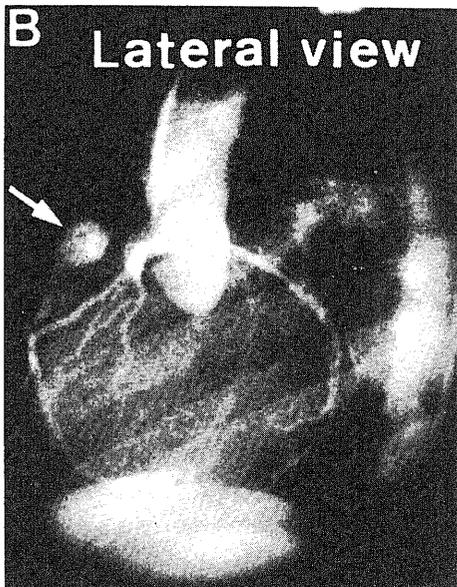
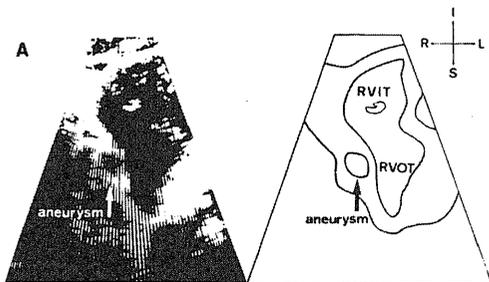


Fig. 12. Two-dimensional echocardiogram and angiogram from a 1-year-old boy with Kawasaki disease. (A) Sector r-P1 visualizes an abnormal echo-free space (arrow) at the right side of the right ventricular outflow tract. (B) The angiogram shows a coronary aneurysm (arrow) in segment 1 of the right coronary artery. I=inferior; L=left; R=right; RVIT=right ventricular inflow tract; RVOT=right ventricular outflow tract; S=superior.

動脈の走行部位の同定は比較的容易と考えられる。冠動脈瘤は一般に全周囲を steady echo で取り囲まれた円形或いは楕円形の echo-free space として描出され、左冠動脈瘤は左室壁の動きに、右冠動脈瘤は右室壁の動きに同期する点で他のエコーとの鑑別は比較的容易である。ただ撮り方によっては他の心内構造物を冠動脈瘤と誤る可能性があり、この問題点について以下に述べてみる。

左冠動脈を検索する場合の断層面 1-P1 は、先天性心疾患などの診断によく用いられる断層面であり比較的問題は少ない³⁷⁾³⁸⁾。ただ左房腔、僧帽弁、左室腔が鮮明に描出されない場合に、僧帽弁、腱索あるいは乳頭筋に由来するエコーを LC の冠動脈瘤と誤る恐れがある。また症例によっては先天的に冠静脈が拡大しているような疾患（左上大静脈遺残、肺静脈還流異常症など）との鑑別を要する場合もありえよう。断層面 1-P4 では左房腔を大きな冠動脈瘤と誤る危険性もある。この場合断層面の傾きを断層面 1-P3 の方向に戻すこと

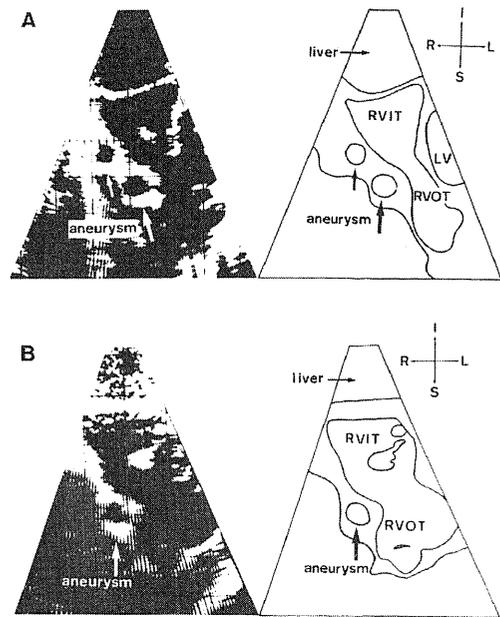


Fig. 13. Two-dimensional echocardiograms from a 2-month-old girl with Kawasaki disease. (A) Echocardiogram of sector r-P1 in the acute phase of the disease, showing 2 abnormal echo-free spaces (arrows) at the right side of the right ventricle. (B) At the examination 2 months later, one of them disappeared in the echocardiogram. I=inferior; L=left; LV=left ventricle; R=right; RVIT=right ventricular inflow tract; RVOT=right ventricular outflow tract; S=superior.

によって、その腔が左房である事が確認できよう。

右冠動脈を検索する場合の断層面 r-P1 で最も問題になるのは、右心耳と冠動脈瘤の鑑別である³⁷⁾。右心耳はその形態が楔状で、下部は右房に開口しており、しかもその動きは右室壁の動きと同期しない。さらに末梢静脈コントラスト法を行えばコントラストエコーで充滿される点などより動脈瘤と鑑別できよう。断層面 r-P2 および r-P3 では右室腔を動脈瘤と誤る恐れもあるが、断層面 r-P1 側にスキャンすることにより右室腔と確認できる。とくに断層面 r-P3 では右室腔が小さな腔として描出されるために冠動脈瘤と誤り易いが、この腔は三角形に近い形で描出される点や、末梢静脈コ

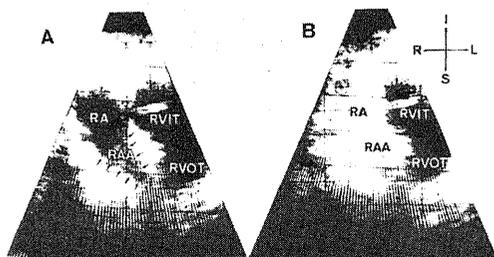


Fig. 14. Two-dimensional echocardiograms of the right atrial appendage from a normal subject. (A) The echo-free space in sector r-P1 is wedge-shaped and its boundary line is open at the right-lower side, unlike that of a coronary aneurysm. (B) After contrast injection, the right atrium and right atrial appendage were filled with contrast echoes. I=inferior; L=left; R=right; RA=right atrium; RAA=right atrial appendage; RVIT=right ventricular inflow tract; RVOT=right ventricular outflow tract; S=superior.

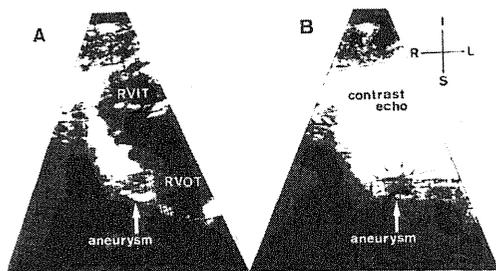


Fig. 15. Two-dimensional echocardiograms of r-P1 from a 1-year-old boy with Kawasaki disease. (A) A coronary aneurysm at the right side of the right ventricular outflow tract. (B) With contrast injection, the right ventricular cavity was filled with contrast echoes, while the aneurysm was not. I=inferior; L=left; R=right; RVIT=right ventricular inflow tract; RVOT=right ventricular outflow tract; S=superior.

ントラスト法を行えばコントラストエコーで充滿される点などより鑑別は容易であろう。

今回の著者の方法の信頼性に関しては、川崎病罹患児全例に冠動脈造影を行ったわけではないので正確に言えないが、冠動脈造影を行った 35 例では偽陰性はなかった。本法で描出された冠動脈瘤で最も小さいものは径 2 mm であった。今回の方法は冠動脈を短軸に切るため、付近をスキャンすることにより、径および形態の変化から冠動脈瘤との鑑別はある程度可能ではあるものの、Fig. 10 のような一側優位で発育の良い冠動脈との鑑別は困難と思われた。また年長児では肋骨弓下から心臓までの距離が長く、エコー視野外になったり分解能の点で描出困難な例が多かった。偽陽性は 1 例のみであったが、この点はさらに症例を重ね検討する必要があると思われる。

川崎病における冠動脈病変は、急性期の拡大性病変とその後に生ずる狭窄性病変に大別される。拡大性病変はさらに拡張 (dilatation) と瘤 (aneurysm) に、狭窄性病変は局所性狭窄 (localized stenosis)、セグメント狭窄 (segmental stenosis) と閉塞 (occlusion) に分けられる⁴⁵⁾。これらの変化は超音波心断層法によって経過を追うことができる。神谷ら⁴⁵⁾は、急性期にほとんどの症例で冠動脈周囲および動脈壁のエコー輝度が増強したと報告しており、このエコー輝度の増強は冠動脈炎の所見と考えている。そしてその約半数に冠動脈がびまん性に軽度拡張し、さらにその一部が局所的に拡張し動脈瘤を形成すると言われている⁴⁵⁾。神谷ら⁴⁵⁾は超音波心断層法で冠動脈瘤が認められるのは平均 11.4 病日であったと報告し、柳沢²⁸⁾はその最大径がピークになるのは発病後 3～8 週でその後は徐々に縮小すると報告している。拡大性病変の場合、その中で血流が停滞するため血栓を形成する恐れがあり、その傾向は拡張よりも動脈瘤、しかもその形態が紡錘形よりも円形で大きなもの程強いと考えられる。また円形で大きな動脈瘤ほど長期にわたって残存し、後にその入口部および流出部に狭窄性病変を生じやすいと言われている²⁸⁾⁵¹⁾。しかし、拡張および管状あるいは紡錘形でしかも小さい動脈瘤は、急性期を過ぎると消滅してしまう傾向にあるようである。狭窄性病変は遠隔期における狭心症、心筋梗塞、心不全、突然死の原因となり重要な意味をもつ。動脈瘤の入口部および流出部に狭窄性病変が生じやすい原因として、これらの部位は動脈壁に強い shear stress がかかり、内膜が局所的に増殖するためではないかと考えられている⁵¹⁾。狭窄性病変の超音波心断層法による診断に関しては一ノ瀬ら⁵⁵⁾の報告があるが、装置の分解能の点から超音波に頼りすぎるのは誤診の危険性が高いように思われる。

また冠動脈は真直ぐなものではなく弧を描いており、一つの断層面で冠動脈の最大径を切っているとは限らず、その診断には十分な注意が必要であろう。

現在の川崎病の治療法は抗血小板療法が主流をなし、心筋梗塞による死亡率は減少傾向にある⁴⁶⁾。そのため著者らの冠動脈造影の適応も、急性期を過ぎ冠動脈瘤消退あるいは途中で起こる狭窄性病変の方に主眼をおきつつある。超音波心断層法により経過を追い、冠動脈瘤が消失したと判断した場合に抗血小板療法を中止する目的で冠動脈造影を行うわけである。しかし近位部の冠動脈瘤が消失しても末梢部のみに残存した症例も散見される。こういう場合、末梢冠動脈瘤の残存を非侵襲的に把握できれば、冠動脈造影を行う時期を判断する上で便利である。もちろん巨大冠動脈瘤を合併した場合、あるいは冠動脈瘤が長く残存する場合は、心電図や胸部レ線などで異常を認めなくても狭窄性病変を合併していることが多い。これらの患児の場合は予後を判断する上で、あるいは外科的手術の適応を考えて冠動脈造影は必要であろう。

結 論

肋骨弓下より超音波ビームを投入し、左冠動脈回施枝(LC)は僧帽弁弁輪部を、前下降枝(LAD)は心室中隔前面を、右冠動脈は三尖弁弁輪部を指標にして、末梢部川崎病冠動脈瘤を検索した。

1) 152名の川崎病罹患児のうち32名に84個の冠動脈瘤が描出され、そのうち末梢冠動脈瘤は24個であった。

2) 描出された末梢冠動脈瘤の内訳はLCのsegment 11遠位部に3個、segment 13に2個、LADのsegment 7遠位部に2個、右冠動脈のsegment 2に7個、segment 3に7個、segment 4に3個であった。

3) 近位部には冠動脈瘤が認められず、末梢部にのみ描出された症例は152名のうち3名(2.0%)であった。

4) 本法で描出された冠動脈瘤エコー所見は、後に冠動脈造影にて確認され、その形態、大きさ、部位ともによく合致した。

5) 冠動脈瘤と他の心内構造物の鑑別法の一つとして末梢静脈コントラスト法が有用であった。また左冠動脈瘤は左室壁と、右冠動脈瘤は右室壁と同期する点が他の心内構造物との鑑別点になった。

6) 本法を使用することにより、川崎病罹患児個々の予後と治療方針を判断する上で、従来の断層面では得られなかったより詳細な情報を得ることができた。

7) 本法は冠動脈を短軸に切るため、同部をスキャンすることにより、径および形態の変化の有無から冠

動脈瘤と正常冠動脈との鑑別はある程度可能であるが、小さな冠動脈瘤と優位冠動脈との鑑別は困難であった。

8) 今回の研究で偽陰性はなかった。偽陽性は一側優位で発育の良い冠動脈を小さな冠動脈瘤と誤った一例のみであった。

9) 以上の結果より、今回開発した肋骨弓下より超音波ビームを投入することにより末梢部冠動脈瘤を描出する方法は、信頼性が高く、川崎病罹患児を診療する上で非常に有用と思われる。

謝 辞

稿を終えるに臨み、御指導と御校閲を賜った恩師谷口昂教授に深甚の謝意を表します。また、直接御指導、御教示下さった吉田均博士はじめ小児科循環器グループの諸先生および教室員各位に深く感謝いたします。

なお、本論文の要旨は第18回日本小児循環器学会(1982, 大阪)および第25回臨床心臓学会(1982, 徳島)において発表した。

文 献

- 1) 川作富作: 指趾の特異的落屑を伴う小児の急性熱性皮膚粘膜リンパ腺症候群。アレルギー, 16, 178-222 (1967).
- 2) 山本高治郎・木村順子: 急性熱性皮膚粘膜リンパ腺症候群(川崎)―広義皮膚粘膜眼症候群(Stevens Johnson)の1亜型―に合併した心炎の1例。小児科臨床, 21, 336-339 (1968).
- 3) 奥平雅彦: 剖検よりみた小児の急性死。小児科診療, 34, 398-404 (1971).
- 4) 神前章雄・川崎富作・大川澄男・菌部友良・田中昇・重松逸造・根津尚光・永松一明・鈴木・水江日出民・大石康男・村田光範・浅井利夫・出口雅経・有馬速水・榎田 実: 急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群死亡例検討会。小児科臨床, 24, 2546-2559 (1971).
- 5) 出口雅経・西森一正: 突然死をきたした急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群の1剖検例。小児科臨床, 24, 2984-2988 (1971).
- 6) 草川三治・浅井利夫・福島敦子: MCLSの心性急性死について。小児科, 14, 1110-1118 (1973).
- 7) 濱島義博・川崎富作・草川三治・重松逸造・篠塚輝治・神前章雄: 最近のMCLSを語る。小児科, 15, 204-214 (1974).
- 8) Kawasaki, T., Kosaki, F., Okawa, S., Shigematus, I. & Yanagawa, H.: A new infantile acute mucocutaneous lymph node syndrome (MLNS) prevailing in Japan. Pediatrics, 54, 271-276 (1974).

- 9) Yanagisawa, M., Kobayashi, N. & Matsuya, S.: Myocardial infarction due to coronary thromboarteritis following acute febrile mucocutaneous lymph node syndrome (MCLS) in an infant. *Pediatrics*, **54**, 277-281 (1974).
- 10) Kato, H., Koike, S., Yamamoto, M., Ito, Y. & Tano, E.: Coronary aneurysm in infants and young children with acute febrile mucocutaneous lymph node syndrome. *Pediatrics*, **86**, 892-898 (1975).
- 11) Onouchi, Z., Tomizawa, N., Goto, M., Nakata, K. & Fukuda, M.: Cardiac involvement and prognosis in acute febrile mucocutaneous lymph node syndrome. *Chest*, **68**, 298-301 (1975).
- 12) Radford, D. J., Sondeheimer, H. M., Williams, G. J. & Fowler, R. S.: Mucocutaneous lymph node syndrome with coronary artery aneurysm. *Am. J. Dis. Child.*, **130**, 596-598 (1976).
- 13) Kitamura, S., Kawashima, Y., Kawachi, K., Fujino, M., Kozuka, T., Fujita, T. & Manabe, H.: Left ventricular function in patients with mucocutaneous lymph node syndrome or related diseases. *Am. J. Cardiol.*, **40**, 156-164 (1977).
- 14) Kegel, S. M., Dorsey, T. J., Rowen, M. & Taylor W. F.: Cardiac death in mucocutaneous lymph node syndrome. *Am. J. Cardiol.*, **40**, 282-286 (1977).
- 15) Fujiwara, H. & Hamashima, Y.: Pathology of the heart in Kawasaki disease. *Pediatrics*, **61**, 100-107 (1978).
- 16) 浅井利夫・木口博之・永井蓉子・草川三治: 急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群の心臓障害を中心とした臨床. *小児科臨床*, **26**, 824-830 (1973).
- 17) 浅井利夫: 急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群(MCLS)の心臓障害に関する研究. 第1編, 心電図変化について. *日本小児科学会雑誌*, **80**, 60-67 (1976).
- 18) 神谷哲郎・小口弘毅・由谷親夫: 川崎病における心病変. *臨床科学*, **16**, 60-69 (1980).
- 19) 保崎純郎・安部信三・吉松 彰: MCLSの心筋梗塞心電図について. *小児科臨床*, **29**, 1041-1049 (1976).
- 20) 草川三治・浅井利夫: 心病変の診断について. *小児内科*, **13**, 329-335 (1983).
- 21) 浅井利夫: 川崎病の予後について. *小児内科*, **13**, 381-386 (1981).
- 22) 鈴木淳子・伊川あけみ・下田恵子・李 慶英・木口博之・浅井利夫・草川三治: 川崎病罹患後の負荷テストについて. *小児科臨床*, **31**, 761-765 (1978).
- 23) 加藤裕久・一ノ瀬英世・武知哲久: 川崎病冠動脈病変の新しい診断法. *小児内科*, **13**, 401-409 (1981).
- 24) 木幡 達・小野安生・三沢仁司・広瀬 修・楳野恭久・神谷哲郎・西村恒彦・小塚隆弘: 川崎病による冠動脈の心筋イメージング所見. *J. Cardiography*, **11**, 105-114 (1981).
- 25) Yoshikawa, J., Yanagihara, K., Owaki, T., Kato, H., Takagi, Y., Okumachi, F., Fukuya, T., Tomita, Y. & Baba, K.: Cross-sectional echocardiographic diagnosis of coronary artery aneurysms in patients with the mucocutaneous lymph node syndrome. *Circulation*, **59**, 133-139 (1979).
- 26) Hiraishi, S., Yashiro, K. & Kusano, S.: Noninvasive visualization of coronary arterial aneurysm in infants and children with mucocutaneous lymph node syndrome with two-dimensional echocardiography. *Am. J. Cardiol.*, **43**, 1225-1233 (1979).
- 27) Yoshida, H., Funabashi, T., Nakaya, S. & Taniguchi, N.: Mucocutaneous lymph node syndrome. A cross-sectional echocardiographic diagnosis of coronary aneurysms. *Am. J. Dis. Child.*, **133**, 1244-1247 (1979).
- 28) 柳沢正義: 川崎病冠動脈病変の断層心エコー図による診断と経過観察. *日本臨床*, **41**, 2080-2091 (1983).
- 29) 浅井利夫・草川三治: 急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群(MCLS)の冠動脈造影所見. *日本医事新報*, **2594**, 37-40 (1973).
- 30) 加藤裕久・小池茂之: 小児急性熱性皮膚粘膜リンパ節症候群の冠動脈病変. *日本医事新報*, **2605**, 37-40 (1974).
- 31) Kato, H., Koike, S., Yamamoto, M., Ito, Y. & Yano, E.: Coronary aneurysms in infants and young children with acute febrile mucocutaneous lymph node syndrome. *J. Pediatrics*, **86**, 892-898 (1975).
- 32) 吉田 均: 超音波断層法による正常冠動脈および川崎病冠動脈瘤の描出. *十全会誌*, **90**, 160-170 (1981).
- 33) Weyman, A. E., Feigenbaum, H., Dillon, J. C., Johnston, K. W. & Eggleton, R. C.: Noninvasive visualization of the main coronary artery by cross-sectional echocardiography. *Circulation*, **54**, 169-174 (1976).
- 34) 四宮敬介: 診断のてびきについて. *小児内科*, **13**, 323-326 (1981).
- 35) McAlpine, W. A.: Heart and coronary

- arteries. p133-150, Springer-Verlag Co., New York, 1975.
- 36) **Walmsley, R., Watson, H. & Kirklin, J. W. :** Clinical anatomy of the heart. p199-216, Churchill Livingstone Co., Edinburgh, 1978.
- 37) **Lange, L. W., Sahn, D. J., Allen, H. D. & Goldberg, S. J. :** Subxiphoid cross-sectional echocardiography in infants and children with congenital heart disease. *Circulation*, 59, 513-524 (1979).
- 38) **Bierman, F. Z. & Williams, R. G. :** Subxiphoid two-dimensional imaging of the interatrial septum in infants and neonates with congenital heart disease. *Circulation*, 60, 80-90 (1979).
- 39) **American Heart Association Committee Report. :** A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. *Circulation*, Suppl. 7-40 (1975).
- 40) **Goldberg, S. J., Allen, H. D. & Sahn, D. J. :** Pulmonary stenosis. *Pediatric and adolescent echocardiography*. 2d ed., p204-212, Year Book Medical Co., Chicago, London, 1980.
- 41) **Seward, J. B., Tajik, A. J., Hagler, D. J. & Ritter, D. G. :** Peripheral venous contrast echocardiography. *Am. J. Cardiol.*, 39, 202-212 (1977).
- 42) 鈴木 茂・松井道彦・中西成元・丸山浩一・小机敏昭・佐々木達海・宮沢総介・新井達太・原田潤太・吉川義博：コントラスト断層心エコー図法：成因に関する実験的検討とその臨床応用。 *J. Cardiography*, 9, 627-648 (1979).
- 43) 吉田 清・佐々木昭・正路浩二郎・斉藤公男・上原偉男・大脇 嶺・加藤 洋・柳原皓二・高木義博・奥町富久丸・吉川純一：コントラスト法の基礎的研究と心房中隔欠損への応用。 *J. Cardiography*, 9, 665-673 (1979).
- 44) 藤井諄一：コントラストエコーの発生機序：概説。 *J. Cardiography*, 9, 725-728 (1979).
- 45) 神谷哲郎・鈴木淳子・木島良民・広瀬 修・高橋長裕：川崎病による冠動脈障害の発生と進展。循環器病研究の進歩, 3, 19-27 (1982).
- 46) 草川三治：厚生省研究班。日本臨床, 41, 1970-1977 (1983).
- 47) 浅井利夫・木口博之・渡辺千春・草川三治：川崎病 (MCLS) の心臓障害に関する研究：特に冠動脈造影の適応について。小児科臨床, 29, 1086-1092 (1976).
- 48) **Adams, D. F., Fraser, D. B. & Abrams, H. L. :** The complications of coronary angiography. *Circulation*, 48, 609-618 (1973).
- 49) 柳川 洋・玉城英彦・柴田茂男・重松逸造：疫学。小児内科, 13, 371-380 (1981).
- 50) **Neches, W. H. & Young, L. W. :** Mucocutaneous lymph node syndrome. Coronary artery disease and cross-sectional echocardiography. *Am. J. Dis. Child.*, 133, 1233-1235 (1979).
- 51) 鈴木淳子・神谷哲郎・木島良民・広瀬 修・越後茂之・谷本 猛・木幡 透・楯野恭久・龍神美穂・竹内 衛・小野安生・吉野正弘・中谷茂和・上間利一・県陽太郎・浜田朗生：造影による川崎病冠動脈病変と1年後の再造影による所見の変化。日本小児科学会誌, 86, 1026-1034 (1982).
- 52) 大根田玄寿・新開紘子：川崎病の病理学的所見：冠動脈病変の成り立ち。小児内科, 13, 365-370 (1981).
- 53) **Saito, A., Ueda, K. & Nakano, H. :** Two-dimensional echocardiographic visualization of the peripheral right coronary artery in patients with mucocutaneous lymph node syndrome. *J. Cardiography*, 12, 401-413 (1982).
- 54) **Saito, A., Nojima, K., Ueda, K. & Nakano H. :** New approach to visualize the left coronary artery using two-dimensional echocardiography. *J. Cardiography*, 12, 963-971 (1982).
- 55) 一ノ瀬英世・江藤仁治・武知哲久・吉岡史夫・加藤裕久：断層心エコー図法による川崎病冠動脈病変の検討：とくに右冠動脈に対する新しいアプローチ。 *J. Cardiography*, 12, 111-124 (1982).

Subcostal Two-dimensional Echocardiographic Imaging of Peripheral Coronary Artery Aneurysms in Kawasaki Disease Toshiki Maeda, Department of Pediatrics (Director: Prof. N. Taniguchi), School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa, 920 – J. Juzen Med. Soc., **93**, 159–172 (1984)

Key words: Kawasaki disease, Peripheral coronary artery aneurysm, Two-dimensional echocardiography, Subcostal approach

Abstract

Corocary aneurysm is an ominous complication of Kawasaki disease associated with a risk of sudden death. Two-dimensional (2-D) echocardiography was used to visualize coronary aneurysm by the use of the parasternal horizontal section at the level of the aorta. However, this section visualized only limited areas of the proximal segments of the coronary arteries. A new 2-D echocardiographic technique was developed to detect peripheral left and right coronary artery aneurysms using the subcostal approach. Because the left circumflex (LC) artery ran along the mitral valve ring, the left anterior descending (LAD) artery along the anterior interventricular sulcus and the right coronary artery along the tricuspid valve ring, these regions were searched for coronary aneurysms by the use of the subcostal approach. The subcostal approach that was developed for detecting peripheral coronary aneurysms of both the left and right coronary arteries consisted of 2 parts. The first part was a subcostal frontal approach. The scanner probe was oriented so that the sector beam was directed through the heart parallel to a line between the patient's shoulders. The second part was a subcostal sagittal approach. The section was positioned roughly parallel to a plane cutting both the long axes of the sternum and spinal column. Among 152 patients with Kawasaki disease, aged 2 months to 8 years, 84 coronary aneurysms were visualized in 32 patients by 2-D echocardiography. Concerning the peripheral coronary arteries, 24 aneurysms were detected by the subcostal approach. Three aneurysms were observed at the origin of the obtuse marginal artery, 2 in the further peripheral sites of the LC artery, 2 at the origin of the second diagonal branch of the LAD artery, 7 in segment 2, 7 in segment 3 and 3 in segment 4 of the right coronary artery (Segment classification according to the American Heart Association Committee Report). These echocardiographic studies were done prospectively, and their features coincided well in size, shape and anatomic location with confirmatory angiographic appearances. This technique may be limited in distinguishing small coronary artery aneurysms from the normal coronary artery because the peripheral segments of the coronary artery are imaged on a short axis. There were no false negatives. These results showed that this echocardiographic technique was useful for detecting peripheral left and right coronary artery aneurysms in patients with Kawasaki disease.