

小児心電図の特徴と基準値作成に関する研究

研究代表者 吉永正夫¹⁾

研究分担者 岩本眞理²⁾、堀米仁志³⁾、住友直方⁴⁾、牛ノ濱大也⁵⁾、泉田直己⁶⁾、田内宣生⁷⁾、
長嶋正實⁷⁾

研究協力者 阿部勝巳⁸⁾

所 属 ¹⁾国立病院機構鹿児島医療センター、²⁾済生会横浜市東部病院こどもセンター、³⁾筑波大学
附属病院、⁴⁾茨城県小児地域医療教育ステーション、⁵⁾埼玉医科大学国際医療センタ
ー、⁶⁾大濠こどもクリニック、⁷⁾医療法人社団永泉会曙町クリニック、⁷⁾愛知県済生会
リハビリテーション病院、⁸⁾東京都予防医学協会

研究要旨

【目的】小児心電図所見の特徴と小児心電図用の基準値を決定すること。【対象と方法】2006 年か
ら 2009 年までの鹿児島市学校心臓検診を受診した 56,753 名の心電図を用いた。すべての心電図を
小児心電図に精通した 2 名の小児循環器医が目を通し洞調律のみを抽出した。異常心電図は削除し
た。最終的に小学 1 年 16,773 名（50%が女子）、中学 1 年 18,126 名（51%が女子）、高校 1 年 13,502
名（52%が女子）の計 48,401 名の心電図を抽出した。これらの心電図から PQ 間隔、QRS 軸、P 波
（波高、幅）、QRS 波（各波高および加算波高、幅）、ST 部分、T 波についてその特徴と基準値を年
齢別、性別の 6 群で検討した。【結果】心電図所見は年齢、性差を認めたが、年齢/性の影響は所見
により異なっていた。PQ 間隔は年齢と共に延長したが性差は少なかった。P 波、QRS 波は女子より
男子が高電位を示したが、その分布は 6 群で混在していた。右側胸部誘導の ST 部分は男子の 3 群が
女子の 3 群より高電位を示していた。【結論】PQ 間隔、QRS 波高、ST 上昇等の各心電図所見は年齢・
性によって影響を受けるが、その程度には差を認めた。心電図判読、基準値作成時に注意すべきこ
とと考えられた。

A. 研究目的

小児期の心臓突然死 Sudden cardiac death
(SCD) は悲劇的である。そこで、小児期 SCD
予防のためのスクリーニングが考慮されること
になるが、費用対効果に関しては議論の余地が
残されている^{1,2)}。

小児期・思春期の SCD 予防のための戦略とし
ては二つの方法が考えられる。競争的運動に参
加する若年者を対象としたスクリーニング
pre-participation screening^{1,2)}と若年者全てを対象
としたスクリーニングである³⁾。Pre-participation

screening の中で、米国では包括的な病歴聴取と
理学所見診察を推奨している¹⁾。欧州では 12 誘
導心電図、病歴聴取、理学所見診察の組み合わ
せを推奨している²⁾。日本においては 1994 年か
ら法律による学校心臓検診（心検）が開始され
た³⁾。内容は 12 誘導心電図と病歴聴取（問診票）
によるスクリーニングになる。いずれの方法を
採用するにせよ、小児期の心電図の基準値^{4,6)}
と心電図判読のための指針^{4,7-14)}が必要である。

小児期心電図基準値に関する現在までの報告
においては、マニュアル測定に依存したため心

電図基準としての項目が少ないこと、対象数が少ないことなどの難点があった^{8,14)}。これらは自動解析を用いた小児期集団検診のデータを用いることによって解消できるはずである。日本においては、1985年に発行された書籍¹⁵⁾以降に小児期心電図の基準値について包括的に発表されたデータはない。反対に集団検診による心電図収集の場合に注意すべきことは、心電図記録時におけるフィルタの問題である。一般的な心電図記録においては150 Hzまでの周波数帯で記録されているが¹⁶⁾、集団検診においては時間的な制限の中で判読しやすい心電図を得るために、電気的交流、筋電図、ドリフトを除去するためのフィルタが用いられていることが多い。臨床的には集団検診用時のフィルタを用いた記録での基準値とフィルタを用いていない基準値が必要になってくる。

本研究の目的は、心検という集団検診においてフィルタを用いた心電図記録における小児期心電図の基準値を作成することにある。

B. 研究方法

1. 対象者

2006年から2009年までに鹿児島市心検を受診した56,753名、小学1年生19,367名(男子9849名、女子9518名)、中学1年生21,087名(男子10,401名、女子10,686名)、高校1年生16,299名(男子8096名、女子8203名)を対象にした。

2. 用いた心電図

心検で得られた心電図を用いた。心電計にはportable PC-based system (Fukuda, ECP-7631, Tokyo, Japan)を用い、25 mm/sの速度でフィルタを用いて記録した。全ての心電図を2人以上の小児循環器医がマニュアル判読し、洞調律(I、II誘導で陽性P波)の心電図のみを採用した。

下記の心電図は除外した。

- (1) 心疾患の既往のある小児の心電図
- (2) 端子の付け間違い、体動の影響の強い心電図
- (3) 下記の不整脈を認める心電図

P波のリズム異常(移動性ペースメーカー、接合部調律)、2度・3度房室ブロック、心室内伝導障害(完全脚ブロック、WPW症候群)、心房・心室期外収縮

(4) 下記所見のある心電図

V1誘導でQ波を認めるもの、左側胸部誘導でST低下/逆転T波を認めるもの。

3. 統計表の作成

全ての項目で統計値として、平均値、中央値、標準偏差、最小値、最大値を示した。診断基準にパーセンタイル値を示すものがあることから、2パーセンタイル値および98パーセンタイル値も一部示した。

(倫理面への配慮)

本研究は国立病院機構鹿児島医療センターの倫理委員会の承認を得て行った。心電図の情報利用に関しては鹿児島市医師会会長の承認を得た。基準値(正常値)作成に使用される心電図情報には匿名化されており個人を特定できる情報は一切残されていない。

C. 研究結果

最終的に小学1年生16,773名(男子8350名、女子8423名)、中学1年生18,126名(男子8943名、女子9183名)、高校1年生13,502名(男子6477名、女子7025名)、計48,401名の心電図を使用した。

1. 12誘導平均値

12誘導での心拍数、RR間隔、PR間隔、QRS幅、QRS軸を表1に示した。PQ間隔は年齢により延長したが、性差は少なかった(図1、表1)。

2. 各心電図所見

P波はII誘導で最も高電位を示した。P波の幅は小学1年ではV1が、中学1年と高校1年ではV2が最も幅は広がった。

QRS波高のうちRV1波高は、男子では小学1年・中学1年男子はほぼ同高で、高校1年より高値であった。女子では小学1年が最も波高が高く、中学1年、高校1年になるほど低くなっ

た(図2)。RV5波高は男子では小学1年・中学1年・高校1年とも同等の高さを示し、女子ではRV1と同様に低値になっていた(図3)。

STJ部分については、高校1年男子が最も高く、中学1年男子、小学1年男子、女子の順に低くなっていた。女子は3群とも同様の値であった(図4)。

T波については、単相性の陰性T波と単相性陽性T波の頻度を表2に示した。小学1年においても単相性陽性T波の頻度を男子1.3%、女子0.7%に認めた。

D. 考察

本研究においては、自動解析データを用いることによって総数48,401名からの健常小児の心電図に関する基準値を作成することができた。本研究のように、全ての心電図を小児循環器専門医がマニュアル判読し、数万例という多数例を用いた小児心電図の基準値の報告は全世界的に発表されていない。

年齢、性が心電図所見に与える影響は、所見によって異なっていた。PQ間隔は年齢と共に延長したが性差は少なかった。P波、QRS波は女子より男子が高電位を示したが、その分布は6群で混在していた。右側胸部誘導のST部分は男子の3群が女子の3群より高電位を示していた。今後、小児心電図判読の際には、考慮していくべき事実と考えられた。

本基準値は、フィルタを用いて記録された心電図である。フィルタを用いずに記録された場合の基準値も作成する必要がある。今後、検討していきたい。

E. 結論

48,401名の心電図から小学1年、中学1年、高校1年の男女別に、また項目別に基準値を作成した。本成果は『小児期心筋症の心電図学的抽出基準、心臓超音波学的診断基準の作成と遺伝学的検査を反映した診療ガイドラインの作成に関する研究』における各疾患の抽出基準・診

断基準作成に大きく寄与できるものと考えられる。

(注記)本内容は英文論文として投稿中である。
Priorityは投稿中の英文論文にある。

参考文献

1. Maron BJ, Friedman RA, Kligfield P, et al. Assessment of the 12-lead electrocardiogram as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12-25 years of age). *J Am Coll Cardiol.* 2014;64:1479-514.
2. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. *Eur Heart J.* 2005;26:516-24.
3. Yoshinaga M, Kucho Y, Nishibatake M, et al. Probability of diagnosing long QT syndrome in children and adolescents according to the criteria of the HRS/EHRA/APHRS expert consensus statement. *Eur Heart J.* 2016;37:2490-2497.
4. Schwartz PJ, Garson A Jr, Paul T, et al. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. A task force of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2002;23:1329-44.
5. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* 2010;31:243-59.
6. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: the 'Seattle criteria'. *Br J Sports Med.* 2013;47:122-4.
7. Macfarlane PW, McLaughlin SC, Devine B, Yang TF. Effects of age, sex, and race on ECG interval measurements. *J Electrocardiol.* 1994;27 (Suppl):14-9.
8. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. *Eur Heart J.* 2001;22:702-11.
9. Dickinson DF. The normal ECG in childhood and

- adolescence. *Heart*. 2005;91:1626-30.
10. Chan TC, Shariieff GQ, Brady WJ. Electrocardiographic manifestations: pediatric ECG. *J Emerg Med*. 2008;35:421-30.
11. Semizel E, Oztürk B, Bostan OM, Cil E, Ediz B. The effect of age and gender on the electrocardiogram in children. *Cardiol Young*. 2008;18:26-40.
12. Drezner JA, Fischbach P, Froelicher V, et al. Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes. *Br J Sports Med*. 2013;47:125-36.
13. Wasfy MM, DeLuca J, Wang F, et al. ECG findings in competitive rowers: normative data and the prevalence of abnormalities using contemporary screening recommendations. *Br J Sports Med*. 2015;49:200-6.
14. Rijnbeek PR, van Herpen G, Bots ML, et al. Normal values of the electrocardiogram for ages 16-90 years. *J Electrocardiol*. 2014;47:914-21.
15. 大国真彦, 伊藤昭治, 早川国男, 他. 小児心電図の正常値. 大国真彦編集, 医学書院, 東京, 1985.
16. Kligfield P, Gettes LS, Bailey JJ, et al. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part I: the electrocardiogram and its technology. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49:1109-27.

図の説明

図 1 学年別、性別の PQ 間隔のパーセンタイル値
パーセンタイル値は 1, 2, 2.5, 3, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 97, 97.5, 98, 99 パーセンタイル値を図示してある。横軸のメモリには 2, 3, 10, 50, 90, 97, 98 パーセンタイル値のみを示した。小学 1 年は●と破線、中学 1 年は▲と破線、高校 1 年は■と実線で示した。また男子は青色、女子は朱色で示した。

図 2 学年別、性別の RV1 波高のパーセンタイル値
説明は図 1 に同じ。

図 3 学年別、性別の RV5 波高のパーセンタイル値
説明は図 1 に同じ。

図 4 学年別、性別、誘導別の ST 部分の高さ

F. 研究発表

1. 論文発表

[英文]

1. Yoshinaga M, Kucho Y, Nishibatake M, Ogata H, Nomura Y. Probability of diagnosing long QT syndrome in children and adolescents according to the criteria of the HRS/EHRA/APHRs expert consensus statement. *Eur Heart J*. 2016;37:2490-2497.
2. Hirabayashi M, Yoshinaga M, Nomura Y, Ushinohama H, Sato S, Tauchi N, Horigome H, Takahashi H, Sumitomo N, Shiraishi H, Nagashima M. Environmental risk factors for sudden infant death syndrome in Japan. *Eur J Pediatr*. 2016;175:1921-1926.
3. Vink AS, Clur SB, Geskus RB, Blank AC, De Kezel CC, Yoshinaga M, Hofman N, Wilde AA, Blom NA. Effect of Age and Sex on the QTc Interval in Children and Adolescents With Type 1 and 2 Long-QT Syndrome. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2017;10. pii: e004645.
4. Yuasa S, Kuroda Y, Suzuki T, (他 19 名), Horigome H, Horie M, Kamiya K, Fukuda K. Flecainide ameliorates arrhythmogenicity through NCX flux in Andersen-Tawil syndrome-iPS cell-derived cardiomyocytes. *Biochemistry and Biophysics Reports*. (In Press).
5. Masuda K, Ishizu T, Niwa K, Takechi F, Tateno S, Horigome H, Aonuma K. Increased risk of thromboembolic events in adult congenital heart disease patients with atrial tachyarrhythmias. *Int J Cardiol*. 2017; 234 69-75.
6. Ishikawa T, Ohno S, Murakami T, (他 8 名), Sumitomo N, (他 5 名): Sick Sinus Syndrome with HCN4 Mutations Shows Early Onset and Frequent Association with Atrial Fibrillation and Left Ventricular Non-compaction. *Heart Rhythm* 2017;14:717-724.
7. Sumitomo N, Horigome H, Miura M, Ono H, Ueda H, Takigiku K, Yoshimoto J, Ohashi N, Suzuki T, Sagawa K, Ushinohama H, Takahashi K, Miyazaki A, Sakaguchi H, Iwamoto M, Takamuro M, Tokunaga C, Nagano T; Heartful Investigators. Study design for

- control of HEART rate in infant and child tachyarrhythmia with heart failure Using Landiolol (HEARTFUL): A prospective, multicenter, uncontrolled clinical trial. **J Cardiol.** Epub 2017.
8. Horigome H. Dilated Cardiomyopathy in Children With Isolated Congenital Complete Atrioventricular Block. **Cir J.** 2016;80:1110-1112.
 9. Yokota S, Itoh Y, Morio T, Origasa H, Sumitomo N, et al. Tocilizumab in systemic juvenile idiopathic arthritis in a real-world clinical setting: results from 1 year of postmarketing surveillance follow-up of 417 patients in Japan. **Ann Rheum Dis.** 2016;75:1654-60.
 10. Kumamoto T, Sumitomo N, Kobayashi K, et al. Implantation of iliofemoral stents; A novel approach for a bilateral occlusion of the iliofemoral vein in a patient with a Glenn's operation. **Heart Rhythm Case Reports.** 2016;2:138-141.
 11. Sumitomo N. Clinical features of long QT syndrome in Children. **Circ J.** 2016;80:598-600.
 12. Sumitomo N. Current topics in catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia. **J Arrhythm.** 2016;32:344-351.
 13. Kawata H, Ohno S, Aiba T, Sakaguchi H, Miyazaki A, Sumitomo N, et al. Catecholaminergic Polymorphic Ventricular Tachycardia (CPVT) Associated With Ryanodine Receptor (RyR2) Gene Mutations - Long-Term Prognosis After Initiation of Medical Treatment. **Circ J.** 2016;80:1907-15.
 14. Sasaki K, Makiyama T, Yoshida Y, (他 15 名), Sumitomo N, (他 3 名). Patient-Specific Human Induced Pluripotent Stem Cell Model Assessed with Electrical Pacing Validates S107 as a Potential Therapeutic Agent for Catecholaminergic Polymorphic Ventricular Tachycardia. **PLoS One.** 2016;11:e0164795
 15. Hata H, Sumitomo N, Ayusawa M, Shiono M. Biventricular repair of pulmonary atresia with intact ventricular septum and severely hypoplastic right ventricle: a case report of a minimum intervention surgical approach. **J Card Surg.** 2016;11:94.
- [和文]**
1. 高橋実穂、堀米仁志、加藤愛章、他. 胎児心エコー所見をもとに早期娩出し救命できたハイリスク仙尾部奇形腫の胎児例. **日本小児循環器学会雑誌** 2016;32:328-334.
 2. 鈴木孝典、林 泰佑、小野 博、前野泰樹、堀米仁志、村島温子. 母体抗SS-A抗体陽性の先天性完全房室ブロックの胎児における子宮内胎児死亡の危険因子. **日本小児循環器学会雑誌** 2016;32:19-25.
 3. 戸田絢一、飛田和えりか、小柳喬幸、(他 8 名)、住友直方 : 先天性心疾患術後不整脈に対する静注アミオダロンの有効性、安全性に関する検討、**Progress in Medicine.** 2016; 36(suppl 2): 1755-1757.
 4. 趙 麻未、安原 潤、熊本 崇、(他 5 名)、住友直方 : WPW 症候群、左室心筋緻密化障害を合併した乳児に対するアミオダロンの使用経験、**Progress in Medicine.** 2016; 36(supple 1): 420-423.
 5. 住友直方 : 不整脈、特集小児慢性疾患の成人期移行の現状と問題点、**小児科臨床**、2016;69:611-616.
 6. 住友直方 : Brugada 症候群、小児の症候群、**小児科診療**、2016;79(supple): 148-149.
 7. 住友直方 : III. デバイス治療を極める、カテーテルアブレーションの進め方、特集 小児循環器治療の最前線—クスリとデバイス、**小児科診療**、2016;79: 983-988.
 8. 住友直方 : 不整脈、III. 主要症状に対する専門医療、特集小児循環器のファーストタッチから専門診療へ、**小児科診療**、2017;80:99-105.
 9. 住友直方 : Editorial Comment フレカイニドのカテコラミン誘発多形性心室頻拍に対する効果、**日本小児循環器学会雑誌**、2017;33:1-3.
 10. 青沼和隆、志賀 剛、新 博次、(他 21 名)、住友直方、(他 7 名) : 『2015 年版 循環器薬の薬物血中濃度モニタリングに関するガイドライン』 Guidelines for Therapeutic Drug Monitoring of Cardiovascular Drugs — Clinical Use of Blood Drug Concentration Monitoring —(JCS 2015) 日本循環器学会 / 日本 TDM 学会合同ガイドライン (2013-2014 年度合同研究班報告) **循環器病ガイドシリーズ 2015 年度版**、2016;3-54.
 11. 住友直方、石川広己、泉田直己、市田蒨子、岩本

- 眞理、(他 6 名)、堀米仁志、三谷義英、武者春樹、吉永正夫、阿部勝巳、鮎沢 衛、牛ノ濱大也、(他 6 名) : 2016 年版『学校心臓検診のガイドライン』Guidelines for Heart Disease Screening in Schools (JCS 2016/JSPCCS 2016)、2016;1-80.
12. 住友直方 : 不整脈、監修 五十嵐隆、編集 三浦大、島袋林秀、p.334-339、ガイドラインと最新文献による小児科学レビュー2016-17、総合医学社、東京、2016.5.8
 13. 住友直方 : 学齢期～充実した学校生活を送るために～(2)学校生活で気をつけること、心臓病児者の幸せのために、病氣と制度の解説 (新版)、編集 全国心臓病の子どもを守る会、発行一般社団法人 全国心臓病の子どもを守る会、p201-215、2016.10
 14. 住友直方 : カテコラミン誘発多形性心室頻拍、心室頻拍のすべて、編集 野上昭彦、小林義典、里見和浩 p217-226、南江堂、東京、2016.11.10
 15. 住友直方 : 心疾患を持つ児童・生徒の学校管理下での取り扱い方、今日の治療指針 2017、総編集 福井次矢、高木誠、小室一成、p1362-1364、医学書院、東京、2017.1.1
 16. 住友直方 : カテコラミン誘発多形性心室頻拍、不整脈を科学する、編集 青沼和隆、別冊医学のあゆみ、p19-26、医歯薬出版、東京、2017.1.25
- ## 2. 学会発表
- [国際学会]
1. Yoshinaga M, Ohno S, Ushinohama H, Sato S, Miyamoto T, Tauchi N, Horigome H, Sumitomo N, Kucho Y, Shiraishi H, Ichida F, Hata T, Nomura Y, Horie H, Makita N, Nagashima M. ECG Screening of 1-Month-Old Infant May Prevent Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Infancy. Scientific Session 2016 American Heart Association (AHA), New Orleans, 2016.11.13
 2. Yoshinaga M. Analysis of Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Infants, Children, and Adolescents in the Kyushu Area in Japan. Session 2016 American Heart Association (AHA), New Orleans, 2016.11.15
 3. Yoshinaga M. ECG screening and Brugada syndrome. Pediatric and Congenital Rhythm Congress (Pedirhythm) VII. Thessaloniki, Greece. 2017.2.5
 4. Horigome H. Utility of magnetocardiography for the diagnosis of fetal arrhythmias. 4th international Bangkok fetal echocardiography symposium, Bangkok, 2017/1/10
 5. Horigome H. Diagnosis and treatment of fetal and neonatal long QT syndrome. 4th international Bangkok fetal echocardiography symposium, Bangkok, 2017/1/10
 6. Horigome H. Diagnosis and treatment of fetal brady- and tachyarrhythmias. 4th international Bangkok fetal echocardiography symposium, Bangkok, 2017/1/10
 7. Kuroda Y, Yuasa S, Watanabe Y, (他 7 名), Horigome H, Kokubun N, Horie M, Kamiya K, Fukuda K. Flecaïnide suppresses an arrhythmogenic substrate in Andersen-Tawil syndrome-induced pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes. ESC CONGRESS 2016, Rome, 2016/8/29
 8. Yoshinaga M, Ushinohama H, Nagashima M, Sato S, Hata T, Horigome H, Tauchi N, Nishihara E, Ichida F, Ohno S, Sumitomo N, Iwamoto M. Electrocardiographic (ECG) screening of 1-month-old infants for identifying prolonged QT intervals to prevent sudden infant death. ESC CONGRESS 2016, Rome, 2016/8/27
 9. Horigome H. Clinical characteristics and genetic background of congenital Long-QT syndrome diagnosed pre- and postnatally. 2nd Munich Symposium on Fetal Cardiology, Munich, 2016/7/23
 10. Nozaki Y, Kato Y, Lin L, Takahashi-Igari M, Horigome H. Combination Therapy of Flecaïnide and Nadolol in Andersen Tawil Syndrome Type 1. Heart Rhythm 2016, San Francisco, 2016/5/4
 11. Sumitomo N: Invited Lecture, Congenital Heart Disease and Inherited Arrhythmia, In Sudden Cardiac Death Prevention in Children and CHD Patients Sponsored by PACES, Asian Pacific Heart Rhythm Society 2016, Seoul, South Korea, 2016.10.14
 12. Sumitomo N, Miyazaki A, Sakaguchi H, Iwamoto M, et al: A prospective multicenter, open-label study of landiolol for tachyarrhythmias in children: Control of

the heart rate in infant and child arrhythmias using landiolol (HEARTFUL) study, *Cardiostim* 2016, Nice, France, 2016.6.8-11

13. Lieve KV, van der Werf C, Bos MJ, (他 11 名), Sumitomo N, (他 10 名): Efficacy of Flecainide in a Large Cohort of Patients with Catecholaminergic Polymorphic Ventricular Tachycardia, *Nederlandse Vereniging voor Cardiologie Najaarscongres* 2016, Utrecht, Holand, 2016.11.5

[国内学会]

1. 吉永正夫、牛ノ濱 大也、長嶋正實、佐藤誠一、畑忠善、堀米仁志、住友直方、白石裕比湖、野村裕一、田内宣生、西原栄起、市田路子、大野聖子。1 か月健診時の心電図記録による乳児突然死予防に関する研究。第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
2. 吉永正夫、『パネルディスカッション 6 学校心臓検診の意義：各心疾患毎のアウトカムから探る』QT 延長症候群。52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 7 日、東京
3. 吉永正夫、堀米仁志、住友直方、長嶋正實、牛ノ濱大也、田内宣生、岩本眞理、泉田直己、阿部勝巳、緒方裕光、高橋秀人。新しい「小児心電図の基準値」を用いた小児期肥大型心筋症の心電図抽出基準に関する検討。52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 8 日、東京
4. 吉永正夫、牛ノ濱大也、長嶋正實、佐藤誠一、畑忠善、堀米仁志、田内宣生、西原栄起、市田路子、大野聖子、住友直方、Electrocardiographic (ECG) screening of 1-month-old infants for identifying prolonged QT intervals to prevent sudden infant death. 第 63 回日本不整脈心電学会、平成 28 年 7 月 17 日、札幌
5. 吉永正夫。小児遺伝性不整脈について。第 1 回平成 28 年度スポーツ丁女性アスリート育成・支援プロジェクト戦略推進会議、平成 28 年 9 月 30 日、西別府病院、別府市
6. 吉永正夫、牛ノ濱大也、長嶋正實、佐藤誠一、畑忠善、堀米仁志、田内宣生、西原栄起、市田路子、大野聖子、住友直方、岩本眞理。1 か月健診時の心

電図検診は乳児突然死を防げるか。第 121 回日本循環器学会九州地方会、平成 28 年 12 月 3 日、鹿児島

7. Yoshinaga M, Ushinohama H. Why do Victims of Sudden Infant Death Syndrome Die during Sleeping, Especially during Midnight Sleeping? 第 81 回日本循環器学会学術集会、平成 29 年 3 月 17 日、金沢
8. Yoshinaga M. Analysis of Out-of-Hospital Cardiac Arrest (OHCA) in Infants, Children, and Adolescents in the Kyushu Area in Japan. 第 81 回日本循環器学会学術集会、平成 29 年 3 月 19 日、金沢
9. 堀米仁志。日本循環器学会 委員会セッション (ガイドライン委員会) ガイドライン解説 3 : 2014 2015 年度活動ガイドライン作成班解説講演 学校心臓検診のガイドライン (日本循環器学会/日本小児循環器学会合同ガイドライン)「右左短絡性心疾患の管理」。第 81 回日本循環器学会学術集会、平成 29 年 3 月 18 日、金沢
10. 堀米仁志。シンポジウム 9 (A) 心臓突然死の遺伝的背景「Genetic Background of Congenital Long QT Syndrome Diagnosed in Infancy and Comparison of Their Gene Mutations with Those in SIDS」。第 81 回日本循環器学会学術集会、平成 29 年 3 月 18 日、金沢
11. 村上 卓、堀米仁志、塩野淳子、他。心室中隔欠損を介した特殊な circular shunt が示唆された Ebstein 奇形の胎児診断例。第 23 回日本胎児心臓病学会学術集会、平成 29 年 3 月 3 日、東京
12. 大内香里、加藤愛章、野崎良寛、石川伸行、林 立申、高橋実穂、堀米仁志。Treprostinil 持続皮下注療法を導入した特発性肺動脈性肺高血圧の男児例。第 23 回日本小児肺循環研究会、平成 29 年 2 月 4 日、東京
13. 山田 優、石津智子、野崎良寛、加藤愛章、高橋実穂、堀米仁志、他。Fontan 術後の無脾症、右室型単心室不全に対する心臓再同期療法導入の検討。第 19 回日本成人先天性心疾患学会総会・学術集会、平成 29 年 1 月 14 日、三重
14. 林 立申、高橋実穂、石川伸行、(他 5 名)、堀米仁志。中隔心筋切除術、DDD ペーシングを施行

- した乳児期発症の閉塞性肥大型心筋症 (HOCM) の長期予後. 第 25 回日本小児心筋疾患学会、平成 28 年 10 月 8 日、東京
15. 三好剛一、前野泰樹、左合治彦、稲村 昇、川滝元良、堀米仁志、(他 9 名)、胎児不整脈治療班. 胎児頻脈性不整脈に対する経胎盤的抗不整脈薬投与に関する臨床試験 副作用報告 (第 2 報). 第 52 回日本周産期・新生児医学会学術集会、平成 28 年 7 月 16 日、富山
16. 村上 卓、塩野淳子、石川伸行、(他 4 名)、堀米仁志. 動脈管、主要体肺側副動脈の両者を伴わない肺動脈閉鎖兼心室中隔欠損症、22q.11.2 欠失の 2 例. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 8 日、東京
17. 堀米仁志. 『学校心臓検診のガイドライン』の解説：先天性心疾患の管理基準. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 7 日、東京
18. 塩野淳子、石川伸行、村上 卓、(他 4 名)、堀米仁志. フォンタン手術適応疾患患者における心臓以外の手術. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 7 日、東京
19. 高橋実穂、加藤愛章、野崎良寛、林 立申、中村昭宏、堀米仁志. ハイリスク新生児における臍帯静脈アプローチによるバルーン心房中隔裂開術 (BAS) および static BAS. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 7 日、東京
20. 石踊 巧、長谷川 誠、原 モナミ、(他 4 名)、堀米仁志. 気道感染症後に遷延する低酸素血症を契機に診断された左上大静脈遺残左房開口の 1 歳女児. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 7 日、東京
21. 三好剛一、前野泰樹、左合治彦、(他 3 名)、堀米仁志、(他 10 名). 胎児頻脈性不整脈に対する経胎盤的抗不整脈薬投与に関する臨床試験—副作用報告 (第 2 報) —. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 7 日、東京
22. 松原宗明、石井知子、加藤愛章、高橋実穂、堀米仁志、阿部正一、平松祐司. 小児開心術後の難治性感染症をいかに早期鎮静化すべきか? 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
23. 住友直方、堀米仁志、三浦 大、小野 博、鈴木嗣敏、佐川浩一、牛ノ濱大也. 小児の頻脈性不整脈を対象としたランジオロールの前向き多施設共同治験 (HEARTFUL study); 小児の臨床試験立案の経験から. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
24. 加藤愛章、稲葉 武、林 立申、(他 3 名)、堀米仁志. 心磁図を用いた不整脈診断—胎児から成人まで—. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
25. 指宿知子、松原宗明、阿部正一、加藤愛章、高橋実穂、堀米仁志、平松祐司. Jatene 術後中期から遠隔期までの心エコー所見から見た大動脈弁閉鎖不全発生要因. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
26. 野間美緒、坂 有希子、阿部正一、(他 4 名)、堀米仁志. ファロー四徴症における右室流出路前面の形態について—右室造影側面像からの検討—. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
27. 野崎良寛、加藤愛章、城戸崇裕、(他 6 名)、堀米仁志. 超音波横隔膜麻痺診断における膜筋厚変化率の有用性. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
28. 林 立申、加藤愛章、原 英輝、(他 3 名)、堀米仁志. 内臓錯位症候群における不整脈の検討. 第 52 回日本小児循環器学会総会・学術集会、平成 28 年 7 月 6 日、東京
29. 塩野淳子、石川伸行、村上 卓、河野達夫、堀米仁志. 川崎病で頸部 CT を施行した症例～後咽頭浮腫の所見を中心に～. 第 35 回関東川崎病研究会、平成 28 年 6 月 11 日、東京
30. 林 立申、堀米仁志、加藤愛章、他. 心磁図の臨床応用～胎児から成人まで～. 第 31 回日本生体磁気学会大会、平成 28 年 6 月 10 日、金沢
31. 芹澤陽菜、林 立申、山田晶子、(他 5 名)、堀米仁志、須磨崎 亮. 無症候性川崎病性冠動脈瘤内

- 血栓に対して経静脈的血栓溶解療法が有効であった1 幼児例. 第 119 回日本小児科学会学術集会、平成 28 年 5 月 15 日、札幌
32. 鈴木孝典、林 泰佑、小野 博、前野泰樹、堀米仁志、村島温子. 母体抗 SS-A 抗体陽性の先天性完全房室ブロックの胎児における子宮内胎児死亡の危険因子 第 119 回日本小児科学会学術集会、平成 28 年 5 月 14 日、札幌
33. 埴 淳美、石川伸行、村上 卓、塩野淳子、堀米仁志. 総肺静脈還流異常症を合併した心室中隔欠損を伴わない肺動脈閉鎖症の一例. 第 119 回日本小児科学会学術集会、平成 28 年 5 月 13 日、札幌
34. 森 仁、住友直方、戸田紘一、他：His 東近傍の副伝導路に対して Freezor Xtra により治療に成功した小児例、第 29 回臨床不整脈研究会、2017 年 1 月 14 日、東京
35. 住友直方：特別講演、胎児、新生児、乳児の不整脈、第 20 回ゆずの木周産期病診連携セミナー、2017 年 1 月 23 日、坂戸
36. 小柳 喬幸、戸田紘一、小島拓朗、(他 2 名)、住友直方：Fontan candidate の Veno-Venous collateral に対する Amplatzer Vascular Plug 留置-短絡を残さない適切なデバイスサイズは？、第 28 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、2017 年 1 月 26 日、東京
37. 住友直方：教育講演、WPW 症候群に対するカテーテル治療戦略、第 28 回日本 JPIC 学会、2017 年 1 月 27 日、東京
38. 小島拓朗、葭葉 茂樹、小林俊樹、(他 2 名)、住友直方：肺静脈狭窄に対するカテーテルインターベンション-インターベンションは予後を改善できているのか？、第 28 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、2017 年 1 月 27 日、東京
39. 戸田紘一、小林俊樹、小柳 喬幸、(他 2 名)、住友直方：Occlutech-FF2@閉鎖栓治療後のデバイスの形状変化の臨床的検討、第 28 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、2017 年 1 月 27 日、東京
40. 葭葉 茂樹、小林俊樹、戸田紘一、(他 2 名)、住友直方、(他 2 名)：大動脈弁狭窄を合併した大動脈離断、大動脈狭窄症に対する治療戦略-当院における Hybrid strategy の役割-、第 28 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、2017 年 1 月 27 日、東京
41. 葭葉 茂樹、小林俊樹、戸田紘一、(他 2 名)、住友直方：Fontan 手術後に遷延する胸水に対する肺動脈側副血行路コイル塞栓術-術前の塞栓術は無効だったのか-、第 28 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、2017 年 1 月 28 日、東京
42. 森 仁、住友直方、戸田紘一、他：房室結節リエントリー性頻拍に His 東近傍の副伝導路を介する房室回帰頻拍を合併した小児例、第 243 回日本循環器学会関東甲信越地方会、2017 年 2 月 4 日、東京
43. Yasuhara J, Kumamoto T, Kojima T, (他 3 名), Sumitomo N: Predictors of early postoperative arrhythmias in children after Fontan operation, Japanese Heart Association 2017, 2017 年 3 月 17 日、金沢
44. 小林俊樹、葭葉茂樹、小島拓朗、(他 4 名)、住友直方：Norwood+BDG 後に左肺動脈が閉塞した HLHS 症例での Nightmare、第 27 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、平成 28 年 1 月 28 日、広島
45. 小島拓朗、熊本 崇、葭葉茂樹、(他 4 名)、住友直方：右下腹壁動脈損傷により後腹膜、腹腔内出血を来した新生児に対する緊急コイル閉鎖術、第 27 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、平成 28 年 1 月 29 日、広島
46. 葭葉茂樹、小林俊樹、安原 潤、(他 4 名)、住友直方、(他 2 名)：体循環動脈管依存性先天性心疾患に対する PDA stent 留置 -適応の明確化、安全な留置方法-、第 27 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、平成 28 年 1 月 30 日、広島
47. 安原 潤、趙 麻未、熊本 崇、(他 4 名)、住友直方：先天性心疾患術後早期に行った緊急ステント留置、第 27 回日本 Pediatric Interventional Cardiology 学会、平成 28 年 1 月 30 日、広島
48. 住友直方：遺伝性不整脈と先天性心疾患、先天性心疾患-突然死予防のための up-date-、第 8 回植込みデバイス関連冬季大会、平成 28 年 2 月 6 日、

- 北九州
49. 住友直方：特別講演；小児の不整脈について、土屋小児科連携医療研究会、平成28年2月15日、久喜
 50. 住友直方：特別講演、胎児、新生児の不整脈、第32回山形不整脈研究会、平成28年6月17日、山形
 51. 住友直方：特別講演、当直に役立つ不整脈診療・基礎から応用、東京医科歯科大学小児科マンデーセミナー、平成28年6月20日、東京
 52. 住友直方：シンポジウム III、学校心臓検診の問題点、第63回日本小児保健協会学術集会、平成28年6月25日、大宮
 53. 住友直方：特別講演、小児の遺伝性不整脈、第287回新潟循環器談話会、平成28年7月2日、新潟
 54. 小島拓朗、熊本 崇、葭葉茂樹、(他4名)、住友直方：CVカテーテル挿入時の下腹壁動脈損傷により後腹膜出血をきたし、緊急コイル閉鎖術により救命しえた新生児例、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月6日、東京
 55. 住友直方：ミニシンポジウム2 学校心臓検診ガイドラインの解説、日本の学校心臓検診の現状と問題点、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月7日、東京
 56. 安原 潤、葭葉茂樹、戸田紘一、(他4名)、住友直方：乳児狭窄病変に対する腎動脈用 stent 留置、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月7日、東京
 57. 小林俊樹、葭葉茂樹、小島拓朗、(他4名)、住友直方：APCA コイル塞栓術におけるコイル数削減の試み、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月7日、東京
 58. 戸田紘一、小林俊樹、小島拓郎、葭葉茂樹、住友直方、他：Glenn 手術及び横隔膜縫縮術を実施した児の体肺側副血行に対するコイル塞栓術、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月7日、東京
 59. 熊本 崇、住友直方、安原 潤、他：一時体外ペーシングワイヤー抜去後に緊急手術を要した心タンポナーデ症例の検討、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月7日、東京
 60. 熊本 崇、住友直方、趙 麻未、他：当院における ASD・VSD 術後の一時体外ペーシングワイヤー留置に対する実態調査～全例ペーシングワイヤー留置は必要か？～、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月7日、東京
 61. 葭葉茂樹、小林俊樹、安原 潤、(他4名)、住友直方、(他3名)：左心低形成症候群に対する治療戦略ーカテーテルインターベンションの重要性ー、第52回日本小児循環器学会、平成28年7月8日、東京
 62. 住友直方：特別講演、小児の遺伝性不整脈、第25回大分心電図研究会、平成28年7月29日、大分
 63. 戸田紘一、小柳喬幸、小島拓朗、(他2名)、住友直方：海外出生で治療が遅れ肺高血圧を呈したが、Fontan 術に到達し得た1例、第7回北関東肺循環研究会、平成28年8月2日、埼玉
 64. 住友直方：特別講演、小児の不整脈、第21回桜越会、平成28年9月8日、川越
 65. 葭葉茂樹、小林俊樹、戸田紘一、(他2名)、住友直方：フォンタン手術後胸水に対する対肺動脈側副血行路コイル塞栓術-胸腔ドレーン早期抜去に向けての治療戦略-、第22回東京循環器小児科治療 Agora、平成28年9月10日、東京
 66. 戸田紘一、小林俊樹、小柳喬幸、(他2名)、住友直方：Occlutech®閉鎖栓による経皮的心房中隔欠損閉鎖術、第165回日本小児科学会埼玉地方会、平成28年9月24日、埼玉
 67. 戸田紘一、飛田和えりか、小柳喬幸、(他8名)、住友直方：シンポジウム II 「アミオダロンの役割と今後の展望」先天性心疾患術後不整脈に対するアミオダロンの有効性、第21回アミオダロン研究会、平成28年10月1日、東京
 68. 戸田紘一、飛田和えりか、小柳喬幸、(他8名)、住友直方：先天性心疾患術後不整脈に対する静注アミオダロンの有効性、安全性に関する検討、第21回アミオダロン研究会、平成28年10月1日、東京
 69. 小柳喬幸、戸田紘一、小島拓朗、(他2名)、住友直方：当院で経験した拡張型心筋症の乳幼児例、第25回日本小児心筋疾患学会、平成28年10月8日、東京

- 70. 住友直方: 特別講演、CPVTの最近の話題、遺伝性不整脈と心疾患、第29回九州小児不整脈研究会、平成28年10月30日、佐賀
- 71. 住友直方: 特別講演、学校心臓検診と小児不整脈、第26回茨城県小児循環器研究会、平成28年11月2日、筑波
- 72. 戸田紘一、森 仁、小柳 喬幸、(他3名)、住友直方: 繰り返す悪心・嘔吐で発見された心室頻拍の1例、埼玉循環器談話会、平成28年11月5日、川越
- 73. 住友直方: シンポジウム 14 小児の内科的スポーツ障害、心臓突然死、不整脈、第27回日本臨床スポーツ医学会、平成28年11月6日、幕張
- 74. 森 仁、住友直方、戸田紘一、他: 房室結節リエントリー性頻拍にHis束近傍の副伝導路を介する房室回帰頻拍を合併した小児例、第21回日本小児心電学会、平成28年11月19日、名古屋
- 75. 森 仁、住友直方、戸田紘一、他: 房室結節リエントリー性頻拍にHis束近傍の副伝導路を介する房室回帰頻拍を合併した小児例、第49回埼玉不整脈研究会、平成28年12月10日、さいたま市

G. 知的財産権の出願・登録状況

- 1. 特許取得 なし
- 2. 実用新案登録 なし
- 3. その他 なし

表 1. 小児心電図所見基準値（代表的な所見のみを示した）

心電図所見	誘導	小学 1 年		中学 1 年		高校 1 年	
		男子	女子	男子	女子	男子	女子
心拍数 (bpm)		81 (10)	83 (10)	76 (11)	80 (12)	67 (12)	72 (12)
QRS 幅 (ms)		85 (6)	82 (6)	94 (7)	89 (7)	99 (7)	90 (7)
PQ 間隔 (ms)		124 (15)	123 (15)	134 (17)	135 (18)	142 (19)	141 (19)
QRS 軸 (degree)		65 (23)	68 (20)	65 (22)	69 (19)	68 (22)	69 (20)
P1† 振幅 (mV)	II	0.07 (0.04)	0.08 (0.04)	0.09 (0.04)	0.09 (0.04)	0.09 (0.05)	0.09 (0.04)
P2‡ 振幅 (mV)	V1	-0.01 [-0.06/0]	-0.01 [-0.06/0]	-0.01 [-0.07/0]	-0.01 [-0.06/0]	-0.01 [-0.07/0]	-0.01 [-0.05/0]
P1 幅 (ms)	II	77 (12)	79 (12)	87 (12)	89 (13)	91 (13)	90 (13)
Q 振幅 (mV)	V5	-0.07 [-0.39/0]	-0.05 [-0.33/0]	-0.05[-0.33/0]	0 [-0.17/0]	-0.04 [-0.28/0]	0 [-0.13/0]
	V6	-0.09 [-0.33/0]	-0.06 [-0.29/0]	-0.06 [-0.29/0]	-0.03 [-0.20/0]	-0.06 [-0.26/0]	-0.02 [-0.17/0]
Q 幅 (ms)	V5	18 [0/26]	16 [0/26]	18 [0/28]	0 [0/26]	18 [0/30]	0 [0/26]
	V6	20 [0/28]	18 [0/26]	20 [0/30]	18 [0/28]	20 [0/30]	16 [0/28]
R 振幅 (mV)	V1	0.61 [0.14/1.43]	0.52 [0.09/1.21]	0.49 [0.09/1.27]	0.35 [0.05/0.99]	0.46 [0.08/1.17]	0.28 [0.04/0.83]
	V4	2.27 [1.00/3.86]	2.16 [0.91/3.65]	2.25 [0.96/3.94]	1.50 [0.62/2.86]	2.11 [0.79/3.86]	1.21 [0.43/2.30]
	V5	1.84 [0.93/3.22]	1.80 [0.91/3.09]	1.93 [1.02/3.43]	1.43 [0.74/2.52]	1.86 [0.89/3.36]	1.25 [0.58/2.16]
	V6	1.27 [0.64/2.29]	1.27 [0.65/2.25]	1.40 [0.73/2.52]	1.20 [0.63/2.02]	1.39 [0.67/2.55]	1.10 [0.56/1.90]
S 振幅 (mV)	V1	-1.03 [-2.25/-0.24]	-1.10 [-2.29/-0.32]	-1.20 [-2.57/-0.31]	-1.03 [-2.22/-0.30]	-1.28 [-2.87/-0.40]	-0.94 [-1.97/-0.27]
	V2	-1.77 [-3.09/-0.6]	-1.80 [-3.09/-0.61]	-2.03 [-3.64/-0.67]	-1.61 [-3.02/-0.55]	-2.21 [-4.01/-0.75]	-1.35 [-2.64/-0.43]
ST 振幅 (mV)	V2	0.10 (0.05)	0.09 (0.05)	0.13 (0.06)	0.09 (0.05)	0.16 (0.08)	0.07 (0.04)
T 振幅 (mV)	II	0.41 [0.21/0.67]	0.36 [0.16/0.61]	0.41 [0.08/0.71]	0.31 [0.10/0.56]	0.09 [0.12/0.69]	0.08 [0.08/0.55]

*値は平均値（標準偏差）で示した。正規分布を示さない場合,中央値 [2 パーセンタイル値 / 98 パーセンタイル値] で示した。

†, ‡; 二相性 P 波の陽性部分を P1, 陰性部分を P2 とした。

表 2. 胸部誘導における单相性陰性 T 波と单相性陽性 T 波の頻度

誘導		V1	V2	V3	V4	V5	V6
[单相性陰性 T 波]							
男子	小学 1 年	71.1	15.7	2.57	0.12	0	0
	中学 1 年	59.8	5.1	0.86	0.10	0	0
	高校 1 年	45.4	1.4	0.08	0	0	0
女子	小学 1 年	79.1	18.1	2.59	0.15	0	0
	中学 1 年	70.9	5.3	1.68	0.13	0	0
	高校 1 年	67.8	2.9	0.88	0.04	0	0
[单相性陽性 T 波]							
男子	小学 1 年	1.3	31.3	75.5	97.6	99.43	99.78
	中学 1 年	14.2	77.5	91.2	99.1	99.84	99.96
	高校 1 年	35.4	91.6	96.0	99.0	99.48	99.88
女子	小学 1 年	0.7	27.3	72.3	97.4	99.88	99.82
	中学 1 年	7.8	76.3	88.4	98.8	99.53	99.97
	高校 1 年	12.5	88.0	95.0	99.5	99.91	99.97

数値は%で示した。0%または 100%に近い値の時は小数点 2 位まで示した。

図1. PQ interval

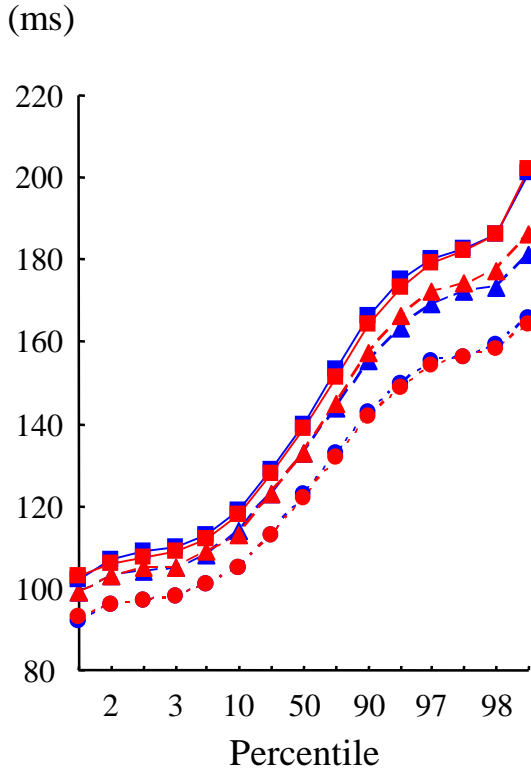


図2. RV1 amplitude

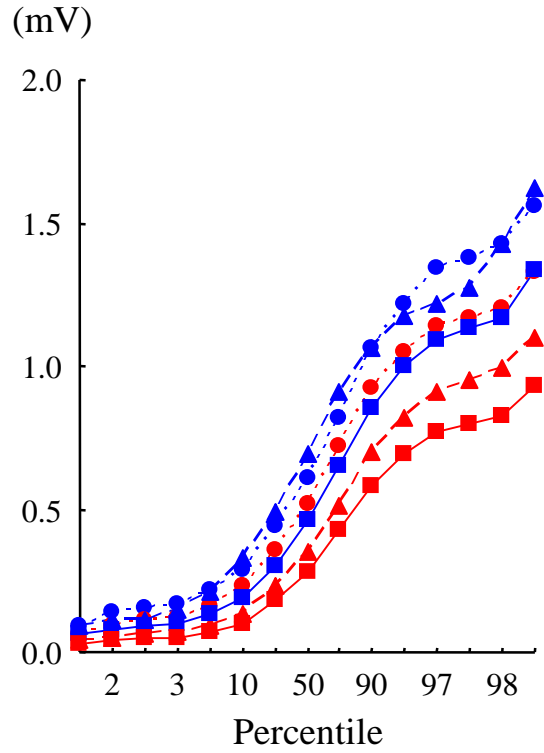


図3. RV5 amplitude

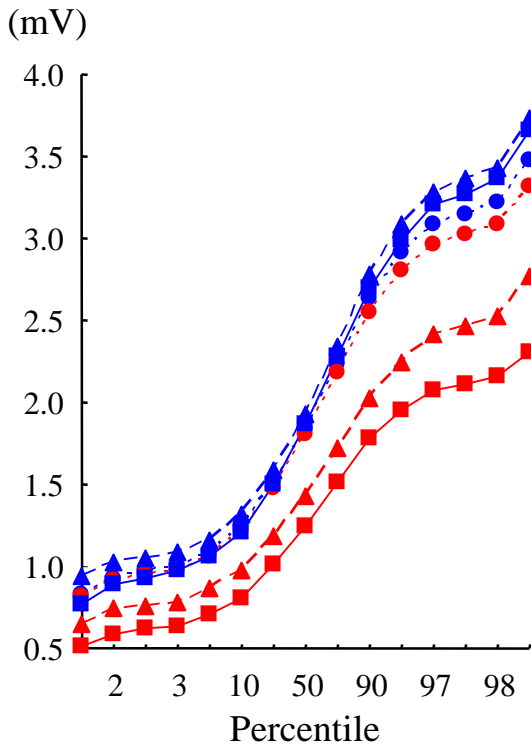


図4. ST segment (mean)

