

厚生労働科学研究「先天性心疾患を主体とする小児期発症の心血管難治性疾患の救命率の向上と生涯にわたる QOL 改善のための総合的研究」研究班

研究代表者：大内秀雄 国立循環器病研究センター 成人先天性心疾患科

分担研究報告：先天性心疾患の 3 次元モデル化

白石 公 国立循環器病研究センター 小児循環器内科

大内秀雄 国立循環器病研究センター 成人先天性心疾患科

稲井 慶 東京女子医科大学 循環器小児科・成人先天性心疾患科

新川 武史 東京女子医科大学 心臓血管外科

島田衣里子 東京女子医科大学 循環器小児科・成人先天性心疾患科

小田 晋一郎 京都府立医科大学 小児心臓血管外科

山岸 正明 京都府立医科大学 小児心臓血管外科

研究要旨

目的：保存状態が良好で、適切な形態的診断がなされた先天性心疾患の剖検標本を対象とし、後向き観察研究により、先天性心疾患の形態的特徴を正確にとらえた 3 次元画像としてデジタルアーカイブ化すること。

対象と方法：東京女子医科大学の心臓標本室に保存された先天性心疾患剖検標本の中から、保存状態がよく教育的価値の高い標本を、令和 4 年度に引き続き新たに 50 症例選び出し、対象とする（2 年間の合計は 10 症例となる）。一晩水洗いによる脱ホルマリン処理を施したのち、工業用 X 線 CT で CT 撮像を行う。撮影後に専用画像処理ソフトで 3 次元画像処理を行い、不要な画像情報を除去する。監修及び修正が終了した画像データ（STL 方式）は、保存メディア（DVD もしくはハードディスク）を用いて、日本小児循環器学会及び東京女子医科大学に供与して、アーカイブ化を実行する。

結果：東京女子医科大学の心臓標本室より教育価値の高い 100 症例の剖検心臓を選び出し、撮影までの前処理、撮影時の検体の固定方法、画像処理の各種条件などの設定が終了し、工業用の CT 撮影を順次進めることができた。今後は日本小児循環器学会とともに、クラウドビューワー開設によるアーカイブ化作業（教育ツールの完成）に向けた作業に着手する。

研究目的

先天性心疾患の診断と外科治療には、心臓の立体的な形態把握が不可欠である。しかしながら、先天性心疾患の心臓は立体的に極めて複雑な形態をしており、その構造を正確に把握することは容易ではない。先天

性心疾患の診療に携わる若手医師や学生の教育目的に、これまで主に過去の剖検心臓が用いられてきた。しかし、この方法はホルマリン固定など保存に大きな労力がかかるうえ、閲覧に際して長時間にわたるホルマリンからの洗い出しが必要なうえ、セミナ

一会場への持ち運びも容易ではない。また標本自体が永年のホルマリン液保存で老朽化しているとともに、セミナーなどでの閲覧の度に部分的な破損が生じ、教育目的の使用に耐えられなくなる標本も出て来ている。そこで、先天性心疾患の診療にあたる医師の教育並びに研究において、先天性心疾患の形態的特徴を 3 次元的に理解できる立体モデルの存在が望まれてきた。剖検心臓を CT 装置で撮影し、その 3 次元画像をデジタルアーカイブ化することができれば、ホルマリン液に浸された標本が経年劣化しても問題となることはなく、デジタル化された 3 次元画像を多くの医師、看護師に供覧することにより、先天性心疾患患者の診療がより安全で確実なものになるとともに多方面家の研究活動にも役立つことが期待される。

研究方法

研究のデザイン：多施設、後ろ向き観察研究である。既存の資料と既存の情報を利用するため、侵襲及び介入はない。

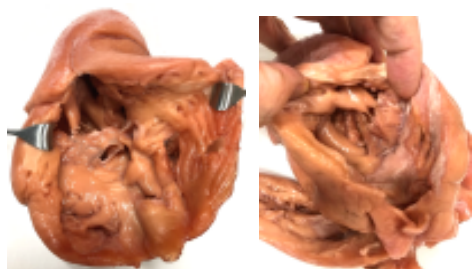
研究対象：東京女子医科大学の心閲覧標本室に保存された先天性心疾患剖検標本の中から、保存状態がよく教育的価値の高い標本を、令和 4 年度に引き続き、新たに 50 例選出、対象とした。

標本番号	疾患名	年齢	性別
51	Coarctation, VSD	2y	M
52	Coarctation, VSD	2m	F
53	Coarctation, VSD	3m	F
54	TOF	17y	M
55	TOF	2y	M
56	TOF	5y	M
57	total conus defect, PS	2y	F
58	total conus defect, PS	38y	M
59	Ebstein	15y	F
60	SLL cTGA with Ebstein	6y	F
61	d-TGA with CoA	3m	M
62	DORV, straddling AVV	4m	M
63	Biventricular origin of both GA (BOGA)	1m	M
64	Biventricular origin of both GA (BOGA)	6m	M
65	p-TGA	2y	M
66	Coarctation, VSD	1m	M
67	Coarctation, VSD	2m	M
68	IAA	1m	M
69	IAA	26d	F
70	IAA	2y	M
71	simple CoA	2m	M
72	simple CoA	1m	M
73	Coarctation, VSD	28d	M
74	Coarctation, VSD	5m	M
75	Coarctation, VSD	2y	F
76	Coarctation, VSD	2m	M
77	Coarctation, VSD	4m	M
78	DORV, straddling MV	1m	F
79	DORV, subA VSD	2m	F
80	DORV, subA VSD, PS	10y	M
81	DORV, subA VSD, PS	2y	F
82	DORV, subP VSD(TB anomaly)	5m	F
83	DORV, subP VSD	2y	M
84	DORV, doubly-committed VSD	12d	M
85	DORV, doubly-committed VSD	10y	M
86	DORV, doubly-committed VSD	6y	M
87	DORV, non-committed VSD	23y	M
88	SDL DORV	31y	M
89	SLL DORV	7y	F
90	ILL DORV	4y	M
91	ILL DORV, PS	2m	M
92	ILL DORV, AVSD	5y	M
93	IDD DORV	6y	M
94	DORV, subA VSD(closing)	1y	M
95	DORV, subP VSD(closing)	2y	F
96	DORV, straddling TV	3m	M
97	DORV, straddling MV	6y	M
98	AVSD	2y	M
99	AVSD	9y	F
100	AVSD	7y	F

上表：令和 5 年度に新たに撮影する剖検標本リスト（令和 4 年度と合わせて計 100 例になる）。

研究の実施方法：東京女子医科大学（東京都新宿区）の心閲覧標本室で保管されている先天性心疾患の剖検標本から、保存状態が良好で、心臓病理形態学的に教育的価値の高い標本を選定する。一晩水洗いによる脱ホルマリン処理を施したのち、工業用 CT による撮影を委託したクロスエフェクト社（京都市伏見区）に運搬する。各標本の水分

を拭い、袋詰めされた発泡ビースクッションの上にセットし、同社保有のカールツァイス社製工業用Dimensional X線CT [ZEISS METROTOM 800 130kV]でCT 撮像を行う。

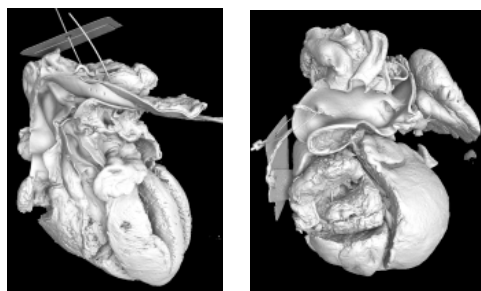


上図：実際の剖検心臓



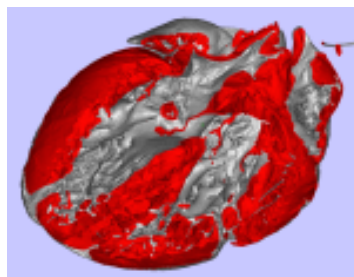
上図：撮影に使用した工業用 CT 装置
(ZEISS METROTOM 800)

撮影後に専用画像処理ソフトで 3 次元画像処理を行い、不要な画像情報を除去する。3 次元画像は STL 方式で出力し、保存メディア (DVD もしくはハードディスク) に保存し、分担研究者に送付して画像の確認と承認を得る。修正がある場合は文章を郵送して伝達する。



上図：画像処理を行って、台座やその他の心

臓以外の画像情報をトリミングしたのちの剖検心臓の volume rendering 画像。



上図：3D ビューワを用いて剖面表示した心臓内部構造。

撮影後の心標本は (株) クロスメディカルから東京女子医科大学に持ち帰り、再度ホルマリン処理をして心臓標本室にて保存する。監修及び修正が終了した画像データ (STL 方式) は、保存メディア (DVD もしくはハードディスク) を用いて、日本小児循環器学会及び東京女子医科大学に供与する。必要に応じて 3D データはウレタンや樹脂などの材質を使って 3D モデル化する。

個人情報の保護： 研究対象者の個人情報を保護するため、本研究の実施にあたり下記の対応を順守する。研究対象者に関わるデータを取り扱う際は研究対象者の秘密保護に十分配慮する。研究で取り扱う個人情報は、当該研究固有の識別番号を付した対応表を作成することにより匿名化し、識別番号で管理する。

倫理的配慮：

本研究は、東京女子医科大学、国立循環器病研究センター、日本小児循環器学会の研究倫理審査で審査承認された内容である。

研究対象者の遺族が参加拒否を申し出た場合、不利益を受けることなく、いつでも研究参加を拒否することができる。参加拒否

以降は、本研究に関する情報等の追加収集は行わない。また、参加拒否以前に収集した研究対象者の情報等も廃棄、削除する。但し、対応表が廃棄された場合、既に解析が行われた場合や結果を公表した場合など、当該研究対象者のデータを削除できない場合がある。

研究参加拒否の申出先及び担当者はアウトアウト文書に記載の通りとする。研究対象者の遺族が参加拒否を申し出た場合、その旨をカルテの記録に残し、参加拒否の意思に従った措置を講じたことを研究対象者の遺族に説明する。

アウトカム：

主要アウトカムは、先天性心疾患の形態的特徴を正確にとらえた 3 次元モデルであること、副次アウトカムは、先天性心疾患の教育に寄与可能なものであること、手術テクニックの検討にも役立つようにリアルな質感や硬さを実現すること、とする。このような剖検心臓のデジタルアーカイブ化の試みは、海外の先進病院である米国 Boston 小児病院、英国 Great Ormond Street 小児病院においても行われ、外科医や小児科医の教育だけでなく、新しい手術法の開発に役立っている。日本小児循環器学会とともにこのプロジェクトを完遂することは、先天性心疾患診療の教育及び貴重な剖検心臓の維持のためにも急務である。

結果

東京女子医科大学の心臓標本室より教育価値の高い 100 症例の剖検心臓を選び出し、撮影までの前処理、撮影時の検体の固定方法、画像処理の各種条件などの設定が終了し、工業用の CT 撮影を順次進めることがで

きた。

今後の展開

今回の研究では 50 標本のデジタルアーカイブ化とそのデータの限定公開を行う予定である。当初は日本小児循環器学会会員及び東京女子医科大学の医師に限り公開する。画像データベースは日本小児循環器学会が所有するセキュリティの保たれたサーバに保管し、学会員は自身のコンピュータからパスワードを用いてアクセスすることで、各々の剖検心臓の外観を示す volume rendering 画像を任意の角度から観察できるとともに、任意の断面を決めることにより、各心臓の内部構造を詳細に観察できるようにする。

今後は日本小児循環器学会とともに、クラウドビューワー開設によるアーカイブ化（教育ツールの完成）に向けた作業に着手する予定である。

A. 健康危険情報

該当せず

B. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

C. 知的財産権の出願・登録状況：

該当なし