

## 人工心臓の埋め込みシミュレーション技術の開発

## Development of Computer Simulation Techniques to Implant Artificial Heart

○三田満男<sup>1</sup>, 本間章彦<sup>1</sup>, 三田豊<sup>2</sup>, 巽英介<sup>3</sup>, 妙中義之<sup>3</sup>, 福井康裕<sup>1</sup>

1. 東京電機大学, 2. 東京武蔵野病院, 3. 国立循環器病センター研究所

Mitsuo Mita<sup>1</sup>, Akihiko Homma<sup>1</sup>, Yutaka Mita<sup>2</sup>, Eisuke Tatsumi<sup>3</sup>,  
Yoshiyuki Taenaka<sup>3</sup> and Yasuhiro Fukui<sup>1</sup>

1.Tokyo Denki University, 2.Tokyo Musashino Hospital, 3.Research Institute of National Cardiovascular Center

Key words: Artificial Heart, Simulation, BSA, 3D model

## 1. 緒言

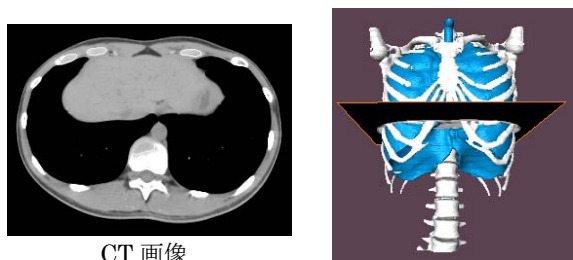
末期重症心不全患者に対する治療手段としては、心臓移植が有効な方法とされている。しかしながら、深刻なドナー不足のため、移植待機期間が延長し、移植まで内科的治療で維持不可能な患者に対しては、移植までのつなぎ(bridge to transplant, BTT)として、補助人工心臓が用いられている。補助人工心臓は心機能を補助的に代替するデバイスであり、その小型化、高性能化などが求められている。一方、補助人工心臓の埋め込みの可否における評価項目は、解剖学的見地に基づいた定量的な判断材料として、BSA (Body Surface Area: 体表面積) が用いられている。しかし、現状では、BSA の基準値をぎりぎり満たしている患者に対しては、医師が経験に基づいて評価を行っており、その判断の難しさが問題となっている。

本研究では、各患者に対し、埋め込み型補助人工心臓が安全に適用することが可能かどうかを手術前に推測し、将来合併症が起きる可能性のあるものに対し、その発生を防ぐための判断基準や判断材料を得るための埋め込みシミュレーション技術の開発を目的としている。今回は、25名の被験者を対象に撮影された、CTデータをもとに3次元モデルを構築し、算出した胸腹部容積(BSV)とBSAを比較検討したので報告する。

## 2. 方法

## 2.1. 胸腹腔モデルの構築

CTデータを用いて、3次元の胸腹腔モデルの構築を行う。まずCTデータを3次元可視化ソフト Amira(MERCURY Computer Systems)で読み込み、閾値を設定したのち、骨のCT値から肋骨、胸椎、腰椎などの骨を抽出する。抽出したデータをもとに、Amiraのもつ3次元化機能を用いて、胸部や腹部からなる容積の算出可能なモデルを構築する。Fig.1に被験者のCTデータから3次元胸腹腔モデルを構築した図を示す。



CT画像

構築後のモデル

Fig.1 3次元胸腹腔モデル

## 2.2. BSAとBSVとの比較

BSAと比較において、まず、被験者の身長と体重を用いて藤本式(身長<sup>0.663</sup>×体重<sup>0.444</sup>×88.83)により、BSAを算出する。つぎに、構築した3次元の胸部腹部のモデルから、血液ポンプやアクチュエーターなど人工心臓を埋め込むと予想される位置の胸腹部の容積を算出するために、Axial断面から肋骨間の距離L<sub>1</sub>,L<sub>2</sub>を計測し、続いてSagittal断面から胸椎と腰椎との距離L<sub>3</sub>を計測する。それぞれの距離から、胸腹部の容積(BSV=L<sub>1</sub>×L<sub>2</sub>×L<sub>3</sub>)を算出する。Fig.2に3方向の距離の計測図を示す。

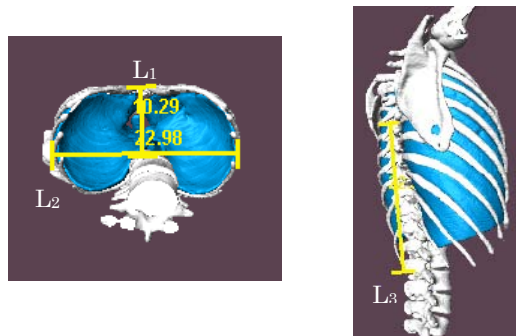


Fig.2 3方向の距離の計測

## 3. 結果

25名による被験者のCTデータをもとに、3次元胸腹腔モデルを構築した。そのモデルの胸部、および腹部のAxial, Sagittal, coronalの各断面方向の距離を測定し、BSVを算出した。この結果とBSAをFig.3に示した。このグラフではBSA1.4付近で、BSVが予想される容積より低い被験者が3例確認された。また、BSAとBSVの間でバラツキの度合いに顕著な違いがみられた。

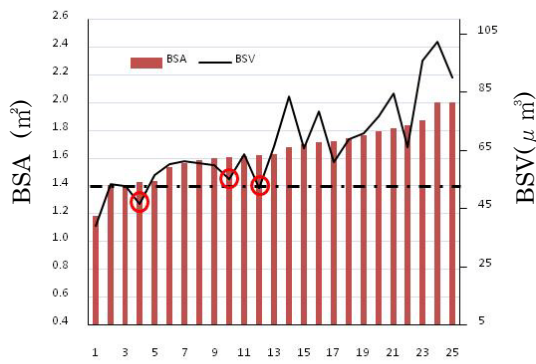


Fig.3 BSAとBSVの関係

## 4. 考察

補助人工心臓の埋め込みが可能かどうかの定量的な判断基準として、BSAが用いられている。本研究における比較検討から、埋め込みの可否を判断する境界部分において、BSAの変化に対して、BSVは顕著な変化があった。このことから、埋め込みに関し、身長と体重によって計算されるBSAより、さらに細かな定量的な判断基準が必要であることが示唆された。また、本シミュレーションを用いたBSVの算出により、新たに人工心臓の埋め込みの可否に関する指標の検討が期待される。

## 5. 参考文献

- 河内寛治, 水口一三, 川田哲嗣, 小林修一, 浜田良宏, 庭屋和夫ら, 大動脈弁患者の体格と人工弁サイズ. 人工臓器学会誌, 1996, 25巻3号, 586-589.