

○古曾 達也、藤田 卓史、渡邊 孝幸、光岡 由企夫、湯浅 正憲  
津山中央病院

【背景】冠動脈 CT 検査は、高心拍や不安定な心拍の場合、画質低下を招き、正確な診断の妨げになる。そのため、検査中において心拍数を下げて撮影することは必須である。そして、昨今、冠動脈 CT 検査時に短時間に心拍数を下げる薬剤としてコアベータ（一般名：ランジオロール塩酸塩）が使用されている。さらに、大澤らの報告において、服用しなかった群よりも、服用した群の方が視覚画像評価にて有用であったとの報告がある。

|                                                         | Before approval of landiolol | After approval of landiolol | P value |
|---------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------|
| <b>In all patients</b>                                  |                              |                             |         |
| n                                                       | 229                          | 229                         |         |
| Per segment                                             | 3,237/3,310 (97.8%)          | 3,333/3,383 (98.5%)         | 0.03    |
| Per artery                                              |                              |                             |         |
| LMT                                                     | 229/229 (100%)               | 229/229 (100%)              | 1       |
| LAD                                                     | 201/229 (87.8%)              | 217/229 (94.8%)             | <0.01   |
| LCX                                                     | 213/229 (93.0%)              | 217/229 (94.8%)             | 0.44    |
| RCA                                                     | 208/229 (90.8%)              | 217/229 (94.8%)             | 0.10    |
| Per patient                                             | 182/229 (79.4%)              | 203/229 (88.6%)             | <0.01   |
| <b>In patients who received additional pretreatment</b> |                              |                             |         |
| n                                                       | 30                           | 66                          |         |
| Per segment                                             | 418/429 (97.4%)              | 985/992 (99.3%)             | <0.01   |
| Per artery                                              |                              |                             |         |
| LMT                                                     | 30/30 (100%)                 | 66/66 (100%)                | 1       |
| LAD                                                     | 27/30 (90%)                  | 66/66 (100%)                | <0.01   |
| LCX                                                     | 28/30 (93.3%)                | 63/66 (95.5%)               | 0.66    |
| RCA                                                     | 26/30 (86.7%)                | 62/66 (93.9%)               | 0.23    |
| Per patient                                             | 23/30 (76.7%)                | 62/66 (93.9%)               | 0.01    |

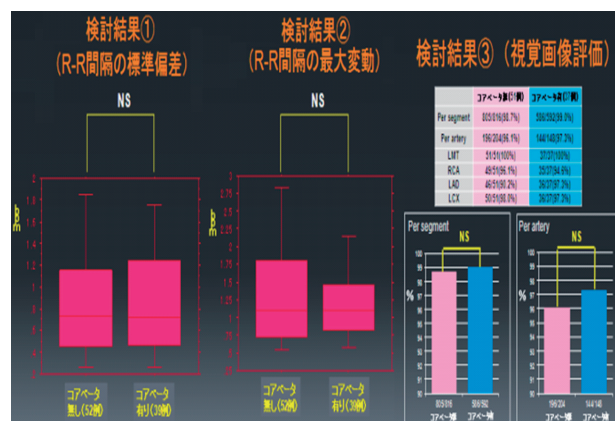
【目的】論文結果から、コアベータの作用として、心拍数の低下に加えて、心拍の安定作用もあるのではないかと考えた。コアベータ使用時における撮影時の心拍変動について臨床データに基づいて検討する。

【方法】対象は、2012年3月から2012年9月の期間に冠動脈 CT が施行されたうち、撮影時の心拍数が65bpm 以上のものと、心電図同期ノンヘリカルスキャンである Snapshot Pulse (SSP 法)での撮影を除いた91例（男性46例、女性45例）（コアベータ無52例、コアベータ有39例）を対象とした。コアベータ服用の対象はCT室への入室後、心拍数が65bpm 以上の被検者とした。コアベータの投与は、用量を守り撮影前に1分間かけて静注し、生理食塩水でフラッシュしチューブ内のコアベータも完全に静注した。その後、心拍のモニタリングをしながら約3～4分後、コアベータの作用がピークに達した所で撮影開始した。Test Injection 法と Bolus Tracking 法を組み合わせた Test Bolus Tracking 法を用いてテストから本スキャン間を出来るだけ短くして、短時間作用型という特性をもつコアベータの作用を最大限に利用した。造影剤は、イオパミロン370を330 [mgI/kg] で投与し、

15秒間で注入した。

【検討方法】コアベータの有無により、撮影時の心拍の安定に有意差はみられるか以下3方法で検討した。  
①R-R 間隔の標準偏差…撮影時の心電図が得られるので、R-R 間隔の標準偏差をとることで心拍の安定性をみる。  
②R-R 間隔の最大変動…1つ前の R-R 間隔からの差をそれぞれ出し、その中で最も変動があった所を最大変動値として用いる。  
③視覚画像評価…論文同様に明らかなバンディングアーチファクトの有無を識別し、各 segment、artery 毎に評価を行う。

【結果】①R-R 間隔の標準偏差 ②R-R 間隔の最大変動 ③視覚画像評価のいずれの検討項目においても、コアベータ服用による有意差は見られなかった。



【考察】大澤らの報告での視覚画像評価は、各群229症例と今回行った検討の約5倍の症例を行っていた。今後も検討を続け症例数をこなせば、有意差がみられる可能性はあると考えた。今回、多くの症例において心拍最大変動が1.0～3.0bpm と比較的少なく、視覚評価でも有意差はでなかったと考えられる。

【結語】今回は症例が少ないながらもコアベータ心拍安定作用を検討した。コアベータを服用する事での明らかな心拍安定作用は見られなかった。視覚画像評価においても同様であった。今後、より多くの服用症例を集めてコアベータによる心拍安定への影響を明らかにしていきたい。

#### 【参考文献】

- 1) Kazuhiro Osawa 『Safety and Efficacy of a Bolus Injection of Landiolol Hydrochloride as a Premedication for Multidetector-Row Computed Tomography Coronary Angiography』2012 Circulation Journal

○丸山 尚也、舩田 隆則、稲田 智、山下 由香利、今田 直幸  
医療法人あかね会 土谷総合病院 診療技術部放射線室

### 【背景】

CT による冠動脈検査は SCCT (心臓 CT 学会) ガイドラインにも示されている通り、撮影時の心拍数を 65bpm 以下にすることによって低被ばくで安定した撮影が可能となるため、 $\beta$  遮断薬を用いた低心拍化が重要となる。

今回静注用の  $\beta$  遮断薬 (ランジオロール塩酸塩) が保険適応となり、使用する経験を得たのでその心拍低減効果について検討した。

### 【検討方法】

2012 年 1 月～8 月までに冠動脈 CT でランジオロール塩酸塩を使用した 316 例 (男 199 例 女 117 例 平均年齢  $65 \pm 13$ ) を対象とし、静注前後の心拍数及び血圧について検討した。ランジオロール塩酸塩の使用量は  $0.125 \text{ mg/kg}$  とした。

### 【結果】

撮影時の心拍数が 65bpm 以下で撮影できた症例は 316 例中 240 例の 76% であり、心拍低減効果は平均で  $12 \pm 3 \text{ bpm}$  (図 1) であった。一方、心拍低減を認めなかった症例は 316 例中 12 例の 4% であった。心拍低減効果に対する性別、体重、透析、発作性心房細動の有無、錠剤の  $\beta$  遮断薬の常用については傾向を認めなかった。血圧は収縮期、拡張期共に約 6 割の症例において低減率で 10～30% 以内の低下を認めた。

### 【考察】

今回の検討では、全体の 96% の症例に対してはつきはあるが心拍低減を得ることができ、大部分の症例に対してランジオロール塩酸塩による心拍低減が期待できると考えられた。しかし心拍低減を認めなかった症例での一定の傾向は認められず、今後も検討が必要である。安静時心拍数が 80bpm を超えると、目標である 65bpm 以下での撮影ができる割合が低下する傾向を認めたため (図 2)、可能であれば高心拍群にのみランジオロール塩酸塩の増量、または錠剤の  $\beta$  遮断薬との併用で検査を行うことができれば、さらなる画

質の安定、被ばく低減につながる可能性が考えられる。

血圧低下はランジオロール塩酸塩の影響のみではなく、ミオコールスプレーの投与も関与していると考えられた。

副作用症例は認められなかったが、検査中の血圧管理は重要であると考ええる。

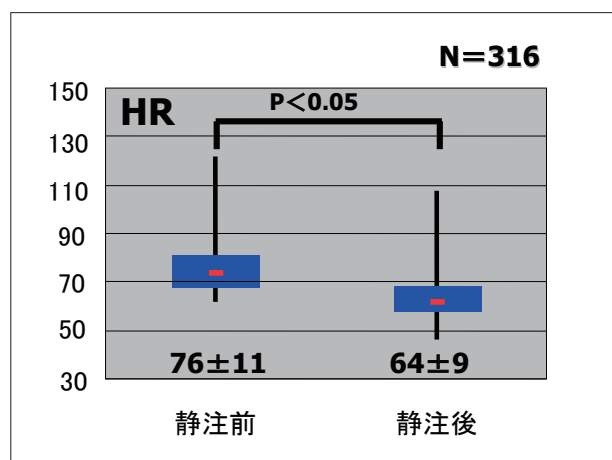


図 1 静注前後の心拍数

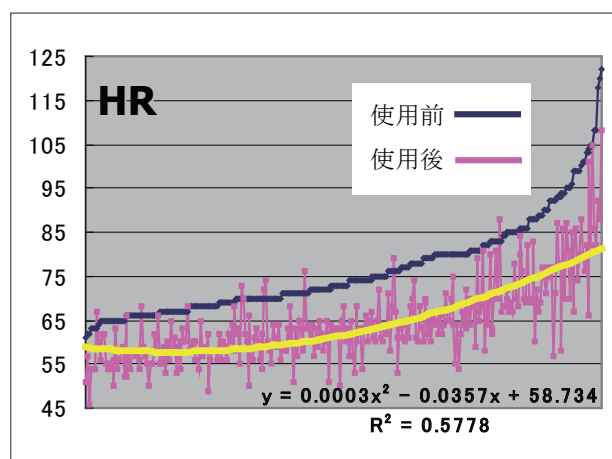


図 2 全症例の心拍数

### 【結語】

静注用ランジオロール塩酸塩を使用することにより約 8 割の症例に対して 65bpm 以下の冠動脈 CT が可能である。

## 320列 CT を用いた心臓 CT 検査における造影剤注入法の検討 —Bolus tracking 法と Test bolus tracking 法の比較—

○三村 尚輝、三好 孝昌、平田 清士、石井 俊也、山路 周、森光 重則  
福山市民病院 医療技術部 放射線科

【背景】test bolus tracking 法（以下、TBT 法）は、CTA 検査に対する従来法に比べ、より正確な撮影タイミングの取得が可能と報告されている。しかし、test injection 法との比較検討はされているが、bolus tracking 法（以下、BT 法）との比較はされていない。

【目的】320列 CT を導入し心臓 CT 検査方法が確立した980例のうち各セグメントが測定できた301例にて TBT 法と BT 法の比較検討を行った。

【使用機器】CT 装置：320列 MSCT（東芝社製）、造影剤注入器：Dual shot Gx（根本杏林堂社製）

【造影剤注入条件】22.2 mgI/kg/s にて、TBT 群10秒注入、BT 群10秒および11秒注入とし、造影剤注入量×0.8 ml の生食を後押しした。TBT 法では TB に造影剤を2秒注入その後、生食5秒+休止時間5秒後に MB を造影剤10秒+生食8秒注入した。

### 患者背景

| group                     | TBT 法<br>n=81 | BT 法①<br>n=115 | BT 法②<br>n=105 | p-value |
|---------------------------|---------------|----------------|----------------|---------|
| 年齢 (y)                    | 68.2±10.2     | 69.2±9.9       | 67.4±9.9       | 0.38    |
| 身長 (cm)                   | 158.6±9.6     | 160.0±8.6      | 160.5±8.3      | 0.32    |
| 体重 (kg)                   | 60.1±8.8      | 60.3±7.6       | 60.0±7.6       | 0.94    |
| BMI (kg/cm <sup>2</sup> ) | 23.9±2.7      | 23.6±2.7       | 23.2±2.3       | 0.27    |
| 心拍数 (bpm)                 | 56.4±6.0      | 55.3±4.8       | 56.2±7.8       | 0.41    |

※ Mann-Whitney U-test  
患者背景に有意な差は認めない

【評価方法】TBT 群(81例)、BT10秒群(115例)、BT 11秒群(105例)の撮影したデータから Ax 画像を作成し、冠動脈の ACC/AHA 分類におけるセグメント #1, #2, #3, #5, #7, #11における平均 CT 値、ヴァルサルバ洞より1 cm 上行の大動脈の CT 値を計測し、TBT 群と BT 群との造影効果を比較した。また、症例ごとでの各セグメント間の造影効果のばらつきを変動係数(seg.CV)で評価した。

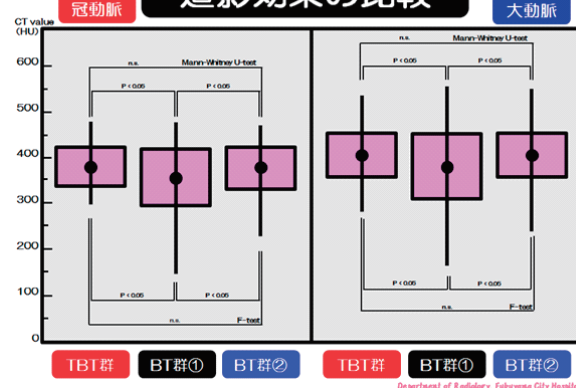
【結果】冠動脈、大動脈の平均 CT 値は、TBT 群、BT11秒群、BT10秒群の順に高く、TBT 群と BT10秒群、BT10秒群と BT11秒群に有意差が得られた(p<0.01)。変動係数は3群ともに10%前後となり有意差は得られなかった。

### 結果：造影効果と変動係数

| group      | TBT 法<br>n=81 | BT 法①<br>n=115 | BT 法②<br>n=105 |
|------------|---------------|----------------|----------------|
| 大動脈 (HU)   | 411.2±49.6    | 387.1±73.8     | 410.5±51.5     |
| 冠動脈 (HU)   | 381.6±44.2    | 355.3±65.2     | 380.4±46.3     |
| seg.CV (%) | 8.9±3.2       | 9.7±4.5        | 9.6±3.5        |
| 冠動脈        |               |                |                |
| RCA (HU)   | 370.2±47.3    | 349.1±64.8     | 366.3±47.9     |
| seg.CV (%) | 7.8±4.8       | 7.8±4.6        | 8.8±5.2        |
| LCA (HU)   | 393.0±46.6    | 361.5±69.6     | 394.6±49.9     |
| seg.CV (%) | 7.3±3.2       | 9.6±6.2        | 7.5±4.1        |

Department of Radiology, Fukuoka City Hospital

### 造影効果の比較



Department of Radiology, Fukuoka City Hospital

【考察】BT 法10秒注入では、極端に心拍出量の違う場合や血行動態の悪いなどの場合では、trigger からの造影ピークが一定とならず、良好なタイミングの撮影ができていなかったが、注入時間を11秒することによりピーク時間が延び改善されたと考える。また、TBT 法では血行動態の個人差が反映されているために BT 法と比べ良好な撮影タイミングが得られたと考える。同一注入時間においては BT 法に比べ TBT 法が有効な手段と言えるが、注入時間を1秒伸ばすことにより BT 法においても TBT と同等の造影効果が得られた。TBT 法ではテストボーラスに造影剤を使用するため総使用量が多くなり慎重な選択が必要である。変動係数においては、64列 CT と異なり320列 CT では冠動脈全体が同一位相となるために3群に有意差がでなかったと考える。

【結論】320列 CT を用いた心臓 CT 検査においても TBT 法は正確な撮影タイミングの取得が可能である。



## 256MSCT を用いた冠動脈 CT における低電圧撮影による造影剤減量の試み

○谷 佳緒梨<sup>1)</sup>、末国 宏<sup>1)</sup>、大元 謙二<sup>1)</sup>、吉本 政弘<sup>1)</sup>、城戸 輝仁<sup>2)</sup>、川口 直人<sup>2)</sup>、倉田 聖<sup>2)</sup>、望月 輝一<sup>2)</sup>

1) 愛媛大学医学部附属病院 診療支援部 診療放射線技術部門、2) 愛媛大学医学部附属病院 放射線科

【背景】第7回中四国放射線技術フォーラムにて、希釈テストインジェクション法(以下、希釈 TI 法)の有用性について報告した。そこで、希釈 TI 法に低管電圧撮影を併用することで、造影剤量の低減の可能性が示唆された。

【目的】希釈 TI 法(120kV)を用いて、低管電圧(100kV)を使用することにより(以下、低管電圧希釈 TI 法)、造影効果を保ったまま、造影剤の低減が可能かどうかを検討した。

【方法】ファントム実験と臨床評価において検討した。〈ファントム実験〉350 mgI/ml の造影剤を1%、2%、5%、10%、15%に希釈したものをシリンジに入れ、3種類の管電圧80kV、100kV、120kV で撮影した。撮影はそれぞれ3回ずつ行い、シリンジ内の CT 値を測定し平均値をとった。管電圧ごとの回帰式から350HU になる希釈率を求め、その関係から造影剤低減率を算出した。

$$\text{造影剤低減率(\%)} = \frac{\text{a 管電圧の希釈率}}{\text{b 管電圧の希釈率}} \times 100$$

〈臨床評価〉希釈 TI 法および低管電圧希釈 TI 法で心臓 CT を撮影した各50症例で、CT 値の平均値および標準偏差と体重当たりの造影剤使用量(mgI/kg)を測定した。測定した結果から造影効果を評価し、造影剤低減率(%)を算出した。CT 値の測定部位は、大動脈、#1、#5、#6、#11の冠動脈近位部とした。ただし、石灰化の強い症例や直径2 mm以下の冠動脈は測定対象から除外した。

### 【結果】

〈ファントム実験〉120kV に対する100kV を用いた時の造影剤低減率は21%、120kV に対する80kV を用いた時の造影剤低減率は40%、100kV に対する80kV を用いた時の造影剤低減率は24%となった。

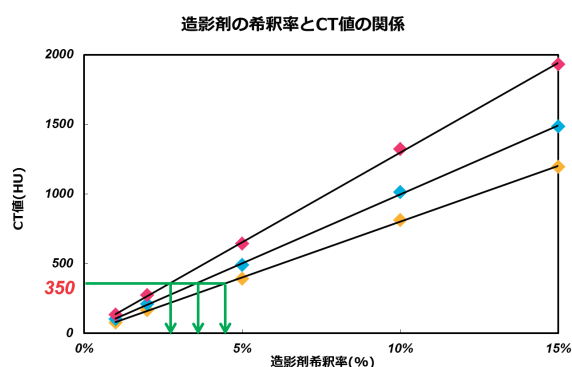


表1 造影剤低減率

|       | 100kV | 120kV |
|-------|-------|-------|
| 80kV  | 24%   | 40%   |
| 100kV | —     | 21%   |

〈臨床評価〉CT 値は、低管電圧希釈 TI 法の方がどの部位においてもやや低い結果となった。SD 及び変動係数はほぼ同等の結果が得られた。ヨード量は低管電圧希釈 TI 法の方が平均値で少なくなった。造影剤低減率は25%となった。

表2 各方法における CT 値と変動係数

|       | 低管電圧希釈 TI 法          | 希釈 TI 法              |
|-------|----------------------|----------------------|
| Aorta | 351.9 ± 28.1 (8.0 %) | 355.0 ± 27.4 (7.7 %) |
| #1    | 331.5 ± 26.6 (8.0 %) | 348.2 ± 26.8 (7.7 %) |
| #5    | 338.9 ± 25.1 (7.4 %) | 346.6 ± 29.7 (8.6 %) |
| #6    | 324.5 ± 26.1 (8.0 %) | 346.7 ± 26.7 (7.7 %) |
| #11   | 322.6 ± 27.3 (8.5 %) | 339.9 ± 26.6 (7.8 %) |

### 【考察】

〈ファントム実験〉低管電圧にしたことで造影剤希釈率が低くすることができた。これは管電圧を低くすることで実効エネルギーも低くなり、ヨードの吸収端により近くなったことにより、造影コントラストが良くなったためと考えられる。

〈臨床評価〉低管電圧を使用したことで CT 値がやや低くなってしまったが、これはビームハードニングの影響があったためと考えられる。低管電圧希釈 TI 法を使用することで、少ない造影剤量で検査を行うことができるので、患者への負担を減らすことができると考える。

【今後の展望】今後は、適切な線量設定を行い、画質の安定化と被曝の低減化について検討していきたいと考えている。また、ビームハードニングの影響を考慮し、より効果的な低管電圧希釈 TI 法を確立していきたいと考えている。

【結語】希釈 TI 法に低管電圧100kV を併用することにより、造影効果を損なわず、造影剤量を低減することができた。