

Computed tomography による虚血性心疾患の右心 室壁収縮性の評価

Evaluation of right ven- tricular wall contractility in ischemic heart disease by cardiac computed tomography

内藤 博昭
木村 元政
太田 光重
木村 晃二
高宮 誠
小塚 隆弘

Hiroaki NAITO
Motomasa KIMURA
Mitsushige OHTA
Koji KIMURA
Makoto TAKAMIYA
Takahiro KOZUKA

Summary

One hundred and eight cases with ischemic heart disease except for acute myocardial infarction were examined by cardiac computed tomography with ECG-gated scanning. The right ventricular (RV) wall contractility was evaluated by the long-axial and short-axial CT images in terms of (a) contraction rate of the RV area, (b) shortening rate of the RV free wall and (c) changes in the thickness of the RV free wall in cardiac cycle. These parameters were compared to the findings of coronary angiography and left ventriculography.

1. There was no difference of the contraction rate of the RV area between the cases with severe (90-100%) right coronary (RCA) stenosis and those with mild (0-75%) stenosis, while the contraction rate of the RV area was markedly decreased in the former combined with the impaired contraction of the ventricular septum. Consequently, it was assumed that RV function is hardly damaged by RCA lesion alone, and that the contraction rate of the RV area is not a suitable parameter for the assessment of the severity of RCA stenosis.

2. The shortening rate of the RV free wall in the long-axial image in cases with severe RCA stenosis was significantly decreased ($14.5 \pm 4.6\%$) compared with that of mild stenosis ($27.8 \pm 5.0\%$). The changes in the thickness of the RV free wall were also impaired in severe RCA stenosis. Same tendency was observed in the short-axial image, while the correlation between RCA stenosis and impaired contraction of the RV free wall was much more evident in the long-axis image than in the short-axis image. As the result, reduced RV contraction due to RCA ischemia seems to exist not only in acute myocardial infarction but also in chronic stage of the ischemic heart.

3. CT method is suitable for the evaluation of RV ischemia due to RCA lesion because the contractility of the RV free wall can be assessed independently of ventricular septal contraction. In cases with reduction of the free wall shortening rate under 20% combined with poor change in the thickness

of the RV free wall, severe stenosis of the RCA should be suspected.

Key words

Cardiac computed tomography ECG-gated scanning Right ventricular wall contractility Ischemic heart disease

はじめに

虚血性心疾患での右室収縮は、従来、非観血的には心エコー図や核医学法、観血的には心カテーテル、右室造影法などを用いて、右室全体としての心機能と局所壁運動の2点から評価されてきた¹⁻⁹⁾。そのさい、急性期でしかも右室梗塞を合併した場合を除けば、心筋梗塞では右室収縮はあまり障害されず、その場合でも、障害は比較的短時間で改善されるといわれている。しかし一方では、右室は形態が特殊で、収縮様式を単純なモデルとして近似しにくく、収縮状態を評価しにくい対象であることも事実である。

近年、X線CTはECG-gate法やdynamic scan法の開発によって、心臓領域の診断にも応用されるようになり、左室収縮に関してはすでにいくつかの報告がある。本論文では上記の諸点を考慮し、虚血性心疾患の右室収縮のCTによる評価を、特に右冠動脈病変との関連から検討した¹⁰⁻¹⁴⁾。

対象と方法

対象は狭心症、または発症後1ヵ月、大部分は3ヵ月以上経過した心筋梗塞を有する虚血性心疾患108例である。急性期梗塞例と右冠動脈領域にバイパス手術をうけた例は除外した。右室梗塞例は2例のみであった。

全例にGE製CT/T 8800 scannerを用いた心CT検査を施行、ECG-gate法による拡張期および収縮期の画像を、CTとほぼ同時期の心カテーテル、左室造影、冠動脈造影の所見と対比し、以下の検討を行った。ECG-gated scanの断面設定をFig. 1に示す。すなわちガントリーを15° cranial angulation, 15° caudal angulationし

た場合に、右室、左室ともにできるだけ大きく切れる断面を、それぞれ“長軸断面”、“短軸断面”として選び、各症例で原則としてこの2断面でのECG-gated scanを造影剤注入併用により施行した。長軸断面はFig. 1 aのように4-chamber型の画像になり、短軸断面はFig. 1 bのように、左室は輪切り像として観察され、右室はその横に付着する形をとる。

右室壁収縮と冠動脈病変の関連を検討するため、右室の冠動脈支配をみると、Fig. 2 aのように、① AHA 分類による右冠動脈 segment 1 と conus branch, ② segment 2 と RV branch, ③ segment 3 と acute marginal branch, ④ segment 4, および ⑤ 左前下行枝に関連する領域におおまかに分類される。これに対して、CTでの長軸および短軸断面はFig. 2 bのように位置するため、それぞれの断面での右室壁に現われる冠動脈領域は、おおよそFig. 2 cのごとくなる。右冠動脈分枝にはvariationが多く、CT断面も図とずれる場合があり、これは目安にすぎないが、今回用いたCT断面での右室自由壁に関連するのは、右冠動脈ではsegment 3の近位部までに存在する病変と考えられる。

一方、右室収縮様式を通常の右室造影の右前斜位像でみると、Fig. 3 aに示す模型図のような収縮を示す場合が多く、三尖弁輪部の前方への動きと前壁側の動きが目立つのに対し、下壁側の動きは本来あまり著明ではない。これをCT断面(Fig. 3 b)でみると、右室収縮は自由壁短縮に伴う三尖弁輪の前方への動き、自由壁の右室内腔側への動きとその厚みの増加の複合像として表現され、中では三尖弁輪の前方への動きが最も観察しやすい。またCTの画像では、心室中隔は収縮に伴う位置の偏位に乏しく、左室中心に対して求

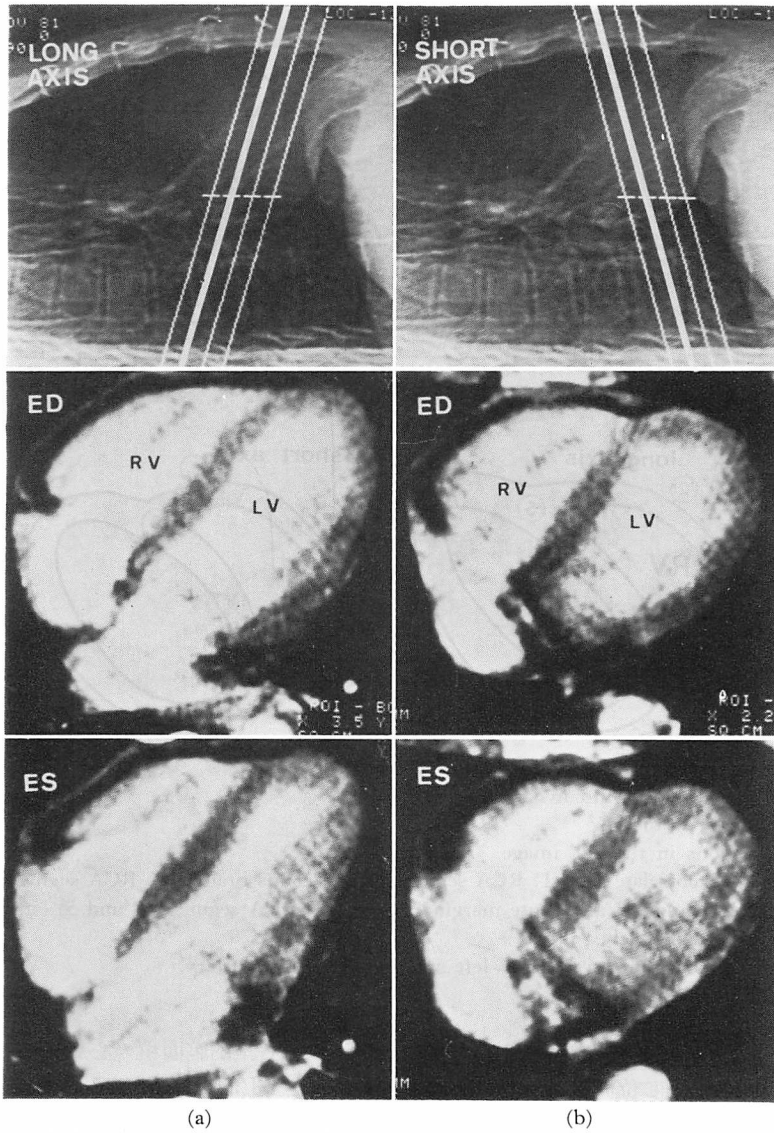


Fig. 1. Slices for ECG-gated scanning.

(a) Long axial slices and images

(b) Short axial slices and images

Long axial images show “4-chamber” pattern, while the RV attaches to the ring-like LV in the short axial image.

ED=end-diastole; ES=end-systole; RV=right ventricle; LV=left ventricle.

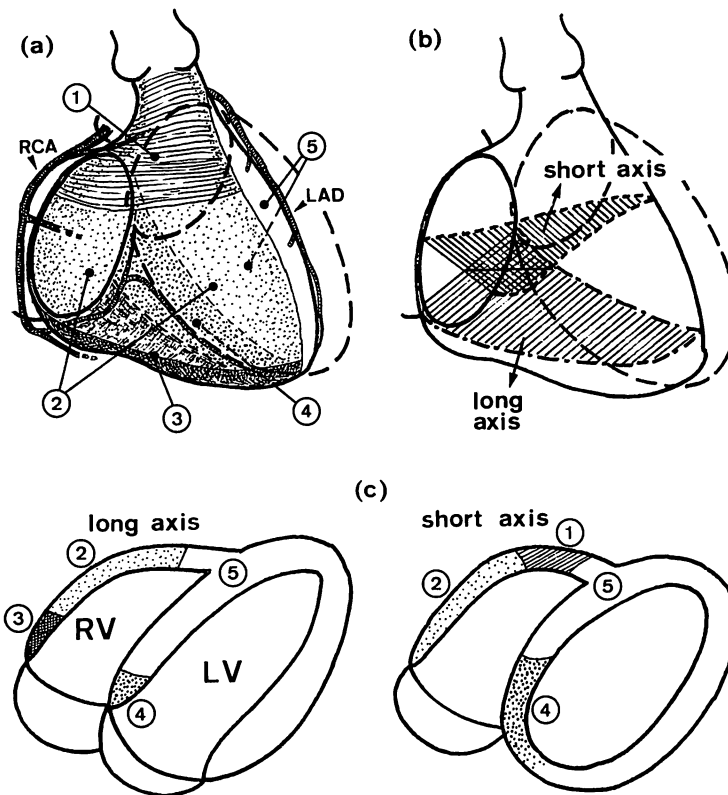


Fig. 2. Coronary arterial supply to the RV wall.

(a) RV wall divided into five regions

(b) CT slices of the RV

(c) RV regions in the CT image

RV regions 1-5 correlate with 1) RCA segment 1 and conus branch, 2) RCA segment 2 and RV branch, 3) RCA segment 3 and acute marginal branch, 4) RCA segment 4, and 5) left anterior descending artery, respectively.

RCA=right coronary artery; LAD=left anterior descending artery.

心的に動くというよりも、左室側内壁はやや左室腔方向へ、右室側内壁は同じ位置か、またはわずかに右室内腔方向へ動くように見える。このためCT画像では、中隔収縮も右室内腔減少に関与する印象があり、右室造影での前壁側の動きは、中隔と右室自由壁の収縮の合成像として観察されていると思われる。

以上の諸点を考慮し、CT画像を右冠動脈 segment 3 の近位部までの病変と対応させる指標として、次の3者を設定した (Fig. 4).

1. 右室内腔面積の心周期での収縮率：

$$[(a-a')/a] \%$$
2. 右室自由壁長の短縮率：

$$[(b-b')/b] \%$$
3. 右室自由壁の厚みの変化

である。このうち自由壁の厚みの変化は、収縮期に壁厚が増したか否かを視覚的に判定し、増加のあった領域を正常、壁厚が変わらない領域を異常とし、その増加の程度は無視した。

Fig. 5 はこれらの指標の意味を示す実例であ

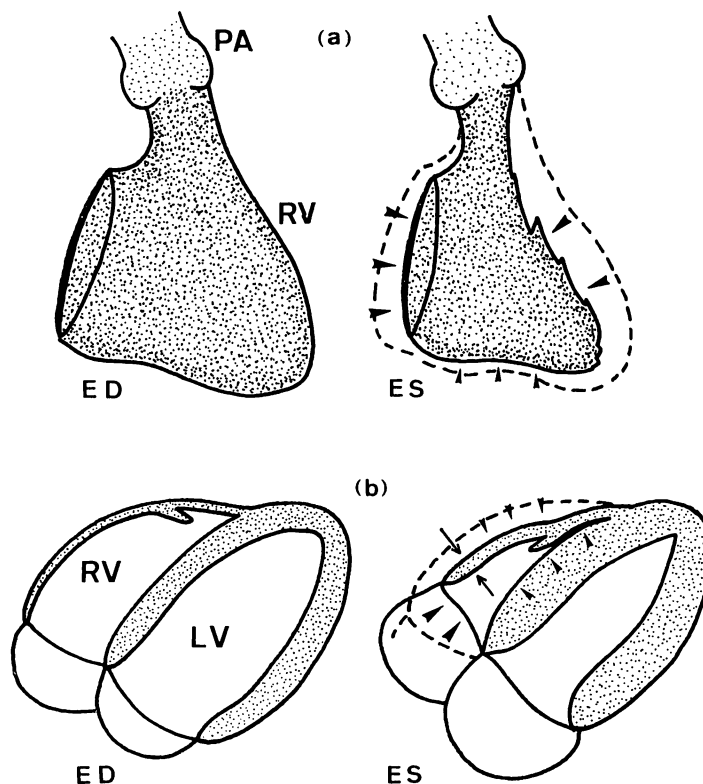


Fig. 3. Mode of RV contraction.

(a) Conventional right ventriculograms in the right anterior oblique view

(b) CT images

RV contraction in CT images is compound of 1) RV free wall shortening, 2) free wall retraction to the RV cavity, 3) free wall thickness change and 4) septal thickness change.

PA=pulmonary artery; ED=end-diastole; ES=end-systole.

るが、収縮期における右室自由壁の短縮は良好で、壁厚も十分厚くなっており、右室内腔面積の縮小も大で、右室収縮、特に自由壁収縮は“良好”と判定される。これに対して Fig. 6 に示す例では収縮期での右室自由壁の短縮、壁厚の変化ともに不十分で、右室内腔面積の変化も乏しく、右室収縮は“不良”と考えられる。

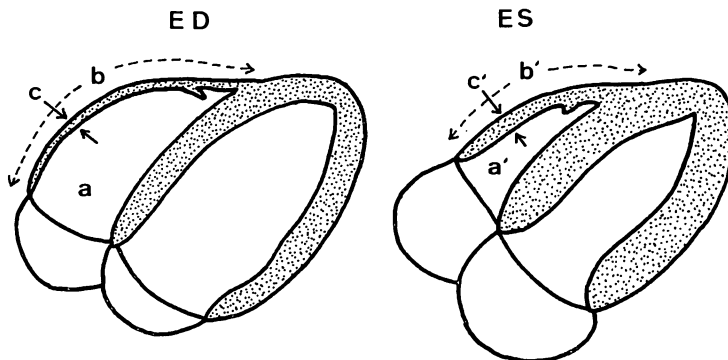
以上の観察指標と右冠動脈病変との対比を以下に検討したが、本論文での検討は右冠動脈病変と右室自由壁収縮との対応を主目的とするため、右冠動脈 segment 1~3 の近位部までの病変を有意とし、segment 3 の遠位部 ~ segment 4 の病

変は、便宜上“病変なし”と同様に取り扱った。

結果と考察

1. 右室内腔面積収縮率

この指標は右室駆出率、ひいては右室全体としての心機能の表現に比較的近いものと思われる。症例を右冠動脈 segment 3 の近位部までに 0~75% の狭窄をもつ軽度狭窄例と、90% 以上の狭窄をもつ高度狭窄例に分け、長軸断面での内腔面積収縮率をプロットしたものが Fig. 7 である。軽度狭窄群では平均 42.9% (標準偏差 $\pm 10.3\%$)、高度狭窄群では平均 40.8% ($\pm 13.5\%$) で、全体と



1. Area contraction (a → a'): $a - a' / a \%$
2. Free wall shortening (b → b'): $b - b' / b \%$
3. Wall thickness change (c → c'): inspection

Fig. 4. Parameters for evaluation of the RV contractility.

a, a' = area of the RV cavity at end-diastole and end-systole. b, b' = length of RV free wall at end-diastole and end-systole. c, c' = thickness of the RV free wall at end-diastole and end-systole.

“Wall thickness change” is assessed by only inspection.

して両群間に有意差はなかった。しかし、これらの例をさらに細分し、左室造影上、心室中隔収縮が正常ないし減少している群 ($\phi \sim R$) と強く障害される群 (a ~ dyskinesis.: N~D) に分けると、右冠動脈に強い狭窄があり、かつ中隔の動きも悪い群では、面積収縮率の有意な低下が認められた。

同様の結果は Fig. 8 に示す短軸断面でも認められ、右冠動脈軽度狭窄群と高度狭窄群の右室内腔面積収縮率は、前者で $39.1 \pm 10.1\%$ 、後者で $39.5 \pm 12.9\%$ で、やはり全体としては差がないが、中隔の収縮不良を合併すると有意な低下を示した。

この結果、右室内腔面積収縮率は右冠動脈病変の程度の評価には不相当であり、逆にいうと右冠動脈病変のみでは右室機能は低下しにくいことが示された。なお中隔収縮の状態も本来 CT 画像から判定すべきであるが、今回の検討で左室造影による評価を用いたのは、現在の CT gate 画像では中隔収縮異常の有無は判定できても、その grade までは、左室造影ほど鋭敏に評価できないためである。

2. 右室自由壁長短縮率

長軸断面での右室自由壁長の短縮率と、右冠動脈 segment 3 の近位部までの病変の関連を Fig. 9 に示す。0~75% の軽度狭窄群では自由壁長の短縮率は $27.8 \pm 5.0\%$ であり、これに対し、90~100% の高度狭窄群では $14.5 \pm 4.6\%$ で、両者に明らかな有意差があり、特に短縮率 20% 以下の 39 例中 34 例 (94%) では、右冠動脈に強い狭窄が認められた。しかし、さらに右冠動脈上の segment 1~3 のどの位置に狭窄があるかにより高度狭窄群症例を分けると、各 subgroup 間に有意差はなく、狭窄の位置と自由壁長の短縮率との関係は一定しなかった。上記の検討は高度狭窄が複数存在する場合、より強い狭窄が初めて出現する位置を“狭窄の位置”として行ったものである。

Fig. 10 に示した短軸断面における自由壁長の短縮率にも、長軸断面ほど鮮明ではないが、同様の傾向がみられた。右冠動脈軽度狭窄群での短縮率は $24.5 \pm 5.2\%$ 、高度狭窄群では $17.2 \pm 7.0\%$ で、両者間に有意差はあるが、高度狭窄の位置と短縮率との間には、やはり一定の関係はみられなかった。

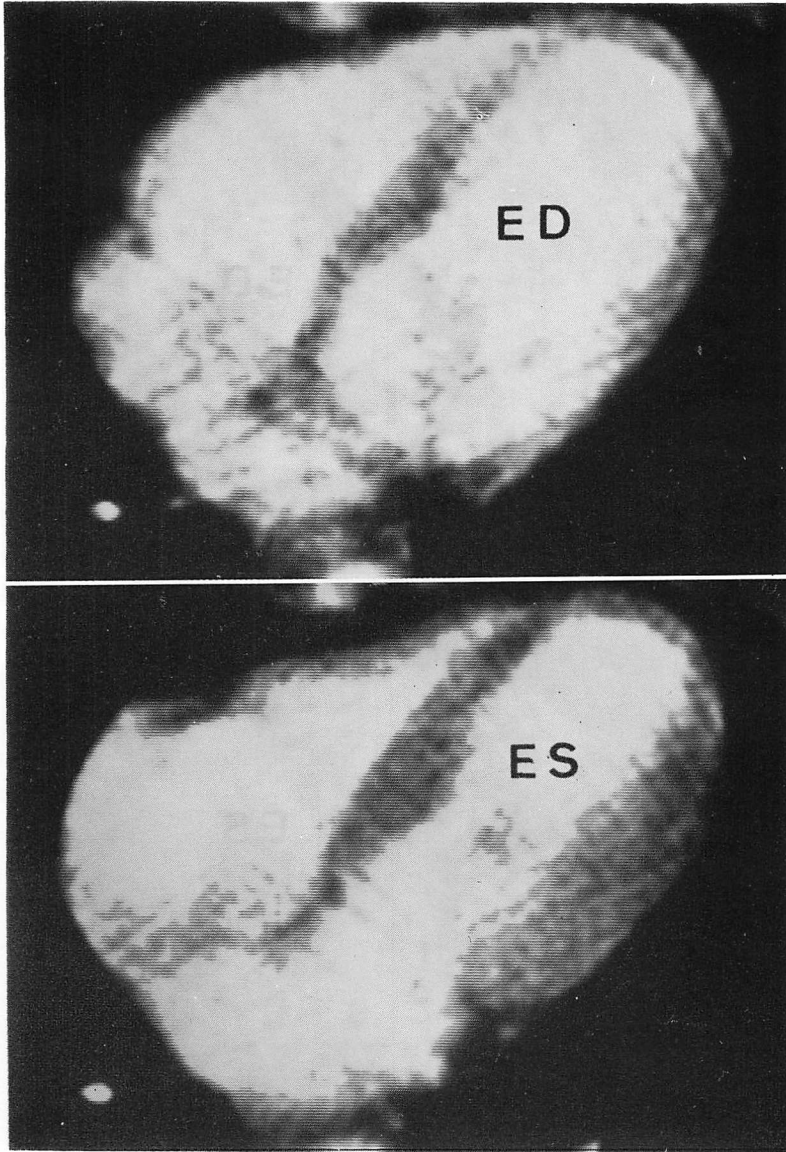


Fig. 5. A representative case showing “good” RV contraction.

In this case, shortening and thickening of the RV free wall are well preserved in systole, and reduction of the RV area is sufficient. Impaired contraction and wall thinning are seen at the LV apex, indicating anterior myocardial infarction.

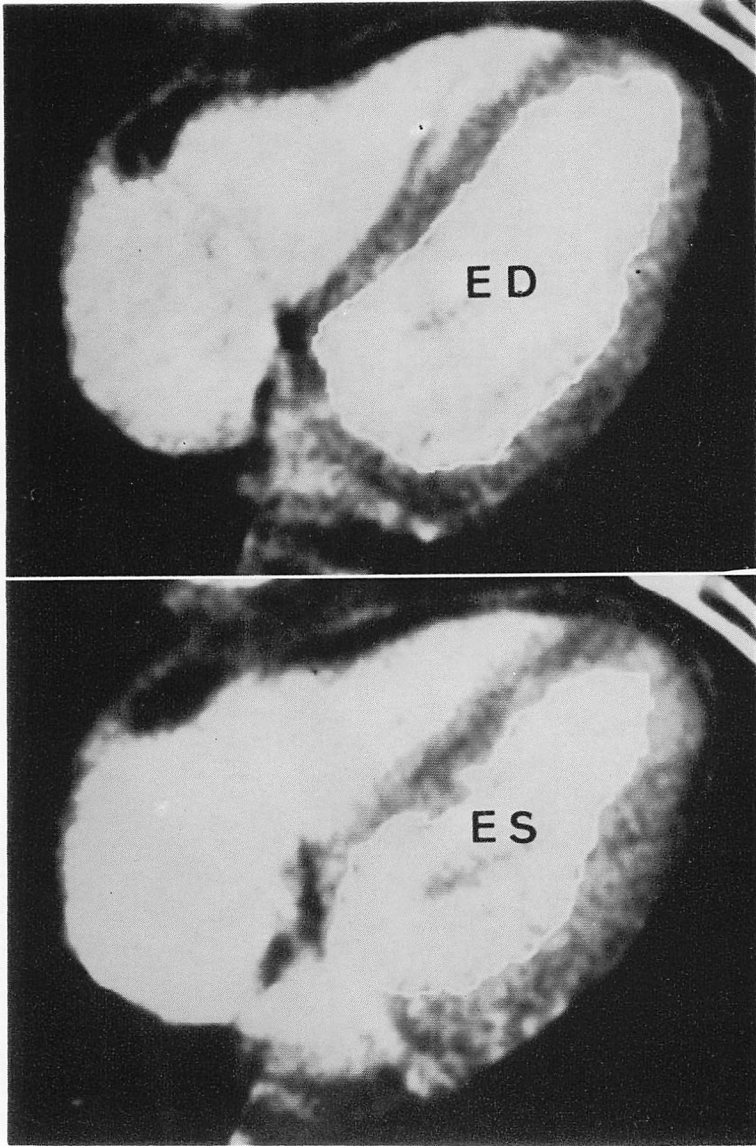


Fig. 6. A representative case showing "poor" RV contraction.

As compared with the previous case (Fig. 5), shortening and thickening of the RV free wall and reduction of the RV area in systole are markedly impaired in this case, while the LV contraction is almost normal.

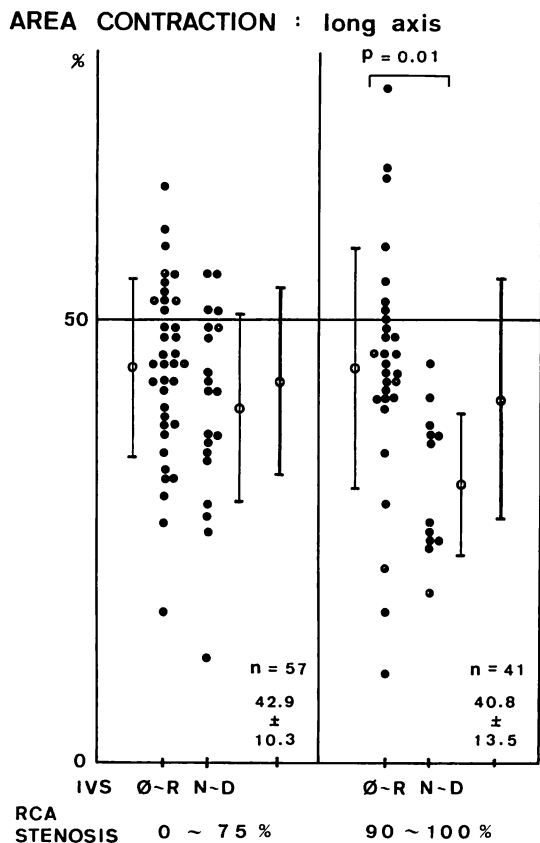


Fig. 7. Contraction rate of the RV area in the long axial slice.

Contraction rate is significantly decreased in cases with severe RCA stenosis combined with impaired contraction of the interventricular septum.

IVS=interventricular septum; Ø-R=cases with normal or reduced IVS contraction; N-D=cases with impaired IVS contraction (a or dyskinesia)

3. 右室自由壁の厚みの変化

右室自由壁の厚みの心周期による変化と右冠動脈病度との対比を **Tables 1, 2** に示す. このさい短軸断面でそれぞれ右室自由壁を3等分し, 前方 (Ant), 中央部 (Mid), 後方 (Post) の3つの segment にわけ, 収縮に伴う厚みの変化のない部分を含む segment を異常, segment 全域で十分な厚みの変化のあるものを正常としてある.

長軸断面では (**Table 1**), 壁厚変化の異常と右

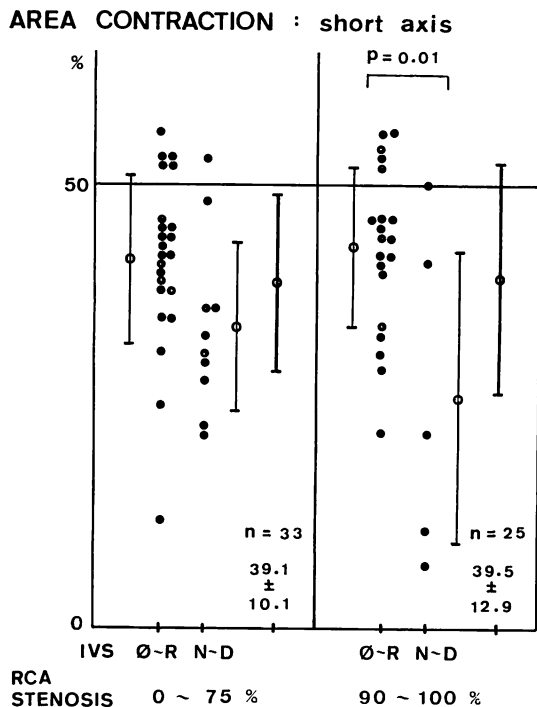


Fig. 8. Contraction rate of the RV area in the short axial slice.

Same tendency as in the long axis is shown (cf. Fig. 7).

冠動脈高度狭窄の有無との一致率は, 自由壁中央部でもっとも高く, 70% に達し, また 100 例の延べ 300 segments の一致率は 65% であった. また自由壁前方の segment では, 右冠動脈に強い病変がないにもかかわらず, 壁厚変化のない例がかなり存在し, 右室壁に対する左前下行枝病変の影響を示唆していた.

短軸断面 (**Table 2**) でもこれと同様の傾向があり, 自由壁中央部での評価と右冠動脈狭窄との一致率が 67% と最もよく, 延べ 171 segments, 全体としては 61% の一致率を示したが, 長軸側ほどの精度はなかった.

上述の自由壁厚変化は, 本来薄く, trabeculation の強い右室壁を, 視覚という主観的判断で評価したものであり, かなり判定誤差の大きいことが予想された.

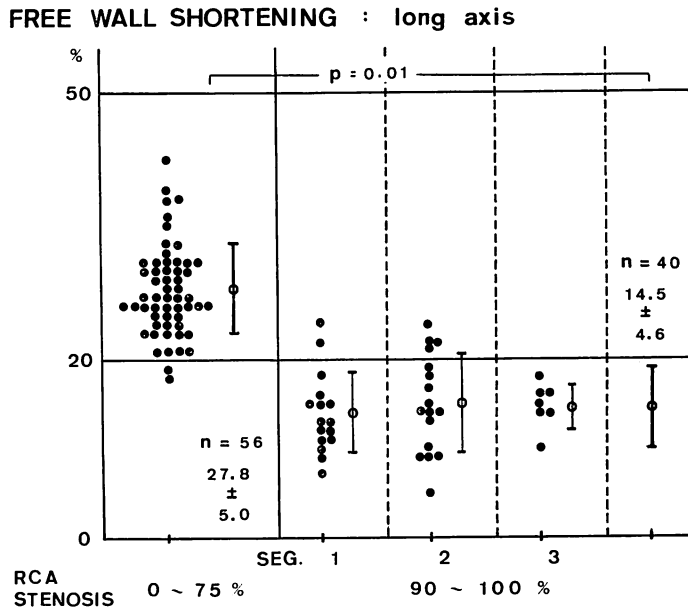


Fig. 9. Shortening rate of the RV free wall in the long axial slice.

A markedly significant difference of the shortening rate is observed between the cases with mild (0-75%) RCA stenosis and with severe (90-100%) RCA stenosis.

SEG. 1-3=cases with severe stenosis in segments 1-3 of RCA.

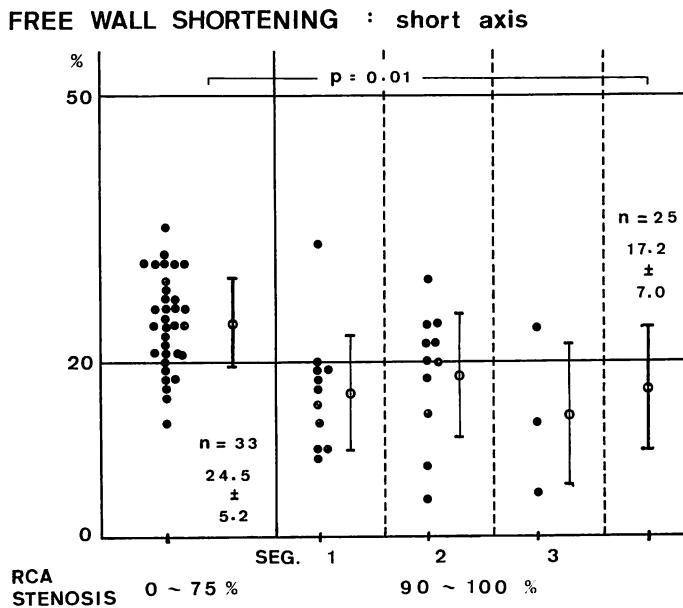


Fig. 10. Shortening rate of the RV free wall in the short axial slice.

A significant difference is also observed between severe and mild RCA stenosis cases, but the difference is not so obvious as in the long axis (*cf.* Fig. 9).

Table 1. Correlation between the thickness change of the RV free wall in cardiac cycle and RCA stenosis: segmental analysis of the free wall in the long axial slice

Wall thickness change		RCA stenosis (%)		Coefficient rate (%)
		0-75	90-100	
Ant	Normal	34	19	57
	Abnormal	24	23	
Mid	Normal	48	20	70
	Abnormal	10	22	
Post	Normal	47	22	67
	Abnormal	11	20	
Total				65%

The RV free wall is divided into 3 segments, that is, "anterior" (Ant: anterior 1/3), "middle" (Mid: middle 1/3) and "posterior" (Post: posterior 1/3). "Abnormal" thickness change means that the all or some parts of the segment show poor or no thickening in systole.

Table 2. Correlation between the thickness change of the RV free wall and RCA stenosis: segmental analysis of the free wall in the short axial slice

Wall thickness change		RCA stenosis (%)		Coefficient rate (%)
		0-75	90-100	
Ant	Normal	20	13	56
	Abnormal	12	12	
Mid	Normal	27	15	67
	Abnormal	5	11	
Post	Normal	22	13	60
	Abnormal	10	12	
Total				61%

Tables 3, 4 は、上述の内容よりもやや大まかな指標として、右室自由壁全長の何%が壁厚変化に乏しい領域かを計測し、これを右冠動脈病変と対比したのものである。自由壁の50%以上の領域での壁厚変化異常が右冠動脈 segment 3 の

Table 3. Correlation between thickness change of the RV free wall and RCA stenosis: total analysis of the free wall in the long axial slice

Reduced segment (%)	RCA stenosis (%)	
	0-75	90-100
Under 50	23	16
50-99	4	5
100	2	5
Coefficient		60%

"Reduced segment" means the proportion (%) of the length showing reduced or no thickness change to the whole length of the free wall. Coefficient is assessed between reduced or no thickness change in 50-100% of the free wall and severe RCA stenosis (90-100%).

Table 4. Correlation between thickness change of the RV free wall and RCA stenosis: total analysis of the free wall in the short axial slice

Reduced segment (%)	RCA stenosis (%)	
	0-75	90-100
Under 50	49	21
50-99	3	9
100	4	12
Coefficient		71%

近位部までの高度狭窄と対応するとすると、長軸断面 (**Table 3**) での評価の一致率は71%であった。特に自由壁全域で壁厚変化不良例で、前述の自由壁短縮率が20%以下の10例では、全例で右冠動脈に高度狭窄がみられた。短軸断面 (**Table 4**) でも同様の傾向がみられたが、自由壁の50%以上の領域での壁厚変化異常と右冠動脈の高度狭窄との一致率は60%で、長軸側より劣っていた。

以上の成績は、右室自由壁の心周期での厚みの変化を右冠動脈病変と対応させるには、長軸断面での ECG-gate 画像を用い、自由壁中央部での壁厚変化の異常かまたは自由壁全長の50%以上

の領域での異常を指標とするのがよいことを示していた。しかし、おそらく判定誤差が大きいいため、前述の自由壁長の短縮率という指標ほどの精度はなく、客観性にも乏しかった。

考 察

虚血性心疾患における右室収縮状態を評価する場合、何をもちその指標とするかがまず問題であろう。右室全体としての機能からアプローチすると、心カテーテル法による心内圧や心拍出量などを除けば、形態情報としては右室容積、特に右室駆出率が評価の指標となるが、これには次のような問題点がある。すなわち、まず右室の特殊な形態のため、従来の心カテーテル右室造影からの容積算出には確立した方法がない^{15,16)}。これは最近進歩してきた digital angiography の手法を用いても問題は同じで、この点からみれば右室駆出率算出には RI アンジオ法や CT での多断面 ECG-gate 法を用いるほうがよいと思われる^{17,18)}。第二の問題点は右室内腔縮小に中隔収縮が関与するか否かで、心エコー図の、特に短軸断面でみると、心室中隔は収縮期に左室側へ偏位し右室内腔の減少には参加していないようにみえる。これは CT での印象とは異なっており、断面設定の差のみが原因であるのか今後の検討を要するが、今回の我々の検討でみる限りでは、中隔収縮は右室内腔減少に影響し、右室自由壁と中隔の両者の収縮が低下して初めて右室機能が不良となると思われた。したがって、本来圧負荷の小さい右室の駆出率を慢性的に低下させるには、自由壁と中隔におけるかなり広範囲な収縮不良が要求され、これが慢性期の虚血心で右室駆出率が低下しにくい一つの原因と推測される。これはまた、右室駆出率が右冠動脈病変を推定する指標としては不適當なことをも意味している。

一方、右室の局所収縮能を評価するにも種々の方法がある。右室造影法や RI アンジオ法などで右室の全体像から判定する場合、その辺縁に現われる部分は必ずしも自由壁の収縮のみを反映せ

ず、領域によっては心室中隔収縮の影響も受ける。局所収縮能と右冠動脈病変との関連をみるには右室自由壁収縮を分離して評価する必要があり、この点では明らかに CT や心エコー図などの断層法が優れると思われる。CT を用いた本論文での検討では、指標として自由壁長の短縮率を使用した場合、右冠動脈高度狭窄群では有意に短縮率の低下があり、壁厚変化を指標としても同様の傾向がみられたが、これは心筋梗塞急性期のみならず、慢性期の虚血心でも、右冠動脈領域の虚血が右室壁の収縮不良を生じさせていることを示している。しかし自由壁内で、さらに部分的な領域における収縮不良の評価や、それと右冠動脈病変の局在性との対比などは困難で、現在における画像精度の問題なのか、または右室壁の虚血に対する反応が鋭敏でないためなのか、今後の検討を要する。また左室収縮の評価の場合と同様に、右室内壁の収縮期偏位を収縮性の指標とすることも考えられるが、前述のように、右室収縮様式は複雑で、左室のような単純なモデルとして近似できないため、今回は考慮しなかった。なお右室収縮評価のための断面設定は、CT では長軸断面が短軸断面よりもやや優っていたが、これは短軸断面における拡張期と収縮期の位置のずれの影響が関与するためかもしれない。

結局、CT 上、右室自由壁長の短縮率が 20% 以下の例では強い右冠動脈病変が存在する可能性を考慮すべきで、壁厚変化の不良を合併すればさらにその可能性が高いといえる。CT 法の欠点は ECG-gate 画像の時間解像力の悪いこと(ふつう 100~200 msec)、断面の設定に自由がきかず、特に右室横隔膜面の収縮を評価しにくいことなどがあげられる。しかし心エコー図に比して断面内での死角がなく、右室収縮様式をみるには優れた方法と考えられる。今後の応用が期待される。

要 約

急性期心筋梗塞を除く 108 例の虚血性心疾患症例に ECG-gate 法による心 CT 検査を施行し、

長軸および短軸断面での右室収縮性を、①心周期での右室内腔面積の収縮率、②右室自由壁長の短縮率、③右室自由壁の厚みの変化の3点から評価し、冠動脈造影および左室造影所見と対比した。

1. 右室内腔面積収縮率は右冠動脈高度狭窄群(90~100%狭窄)と軽度狭窄群(0~75%狭窄)で有意差はなく、右冠動脈の強い狭窄に心室中隔の収縮不良を伴って初めて低下した。このことは右室機能が右冠動脈病変のみでは障害されにくいことを示唆し、右室内腔面積収縮率は右冠動脈狭窄の重症度評価の指標として不相当であることを示している。

2. 長軸断面での右室自由壁長短縮率は、右冠動脈高度狭窄群では $14.5 \pm 4.6\%$ 、軽度狭窄群では $27.8 \pm 5.0\%$ で、両者に明らかな有意差があり、自由壁の厚みの変化も高度狭窄群では不良であった。同じ傾向は短軸断面でも認められたが、長軸側ほど著明でなく、右室収縮評価のための断面は長軸の方が優っていた。またこの結果から、右室虚血に対応する収縮不良は、心筋梗塞急性期例のみではなく、慢性期の虚血心でも存在すると考えられた。

3. X線CTは右室自由壁収縮を独立して評価できる点で、右冠動脈病変に基づく右室虚血の評価には適しており、自由壁長短縮率20%以下で壁厚変化も不良の場合は、右冠動脈の高度狭窄を予想すべきであると結論された。

文 献

- 1) Wells DE, Befeler B: Dysfunction of the right ventricle in coronary artery disease. *Chest* **66**: 230-235, 1974
- 2) Park Y-D, Beppu S, Nagata S, Sakakibara H, Nimura Y, Haze K, Nishimura T, Hiramori K: Assessment of asynergy in right ventricular infarction with real-time two-dimensional echocardiography. *Circulation* **61-62**: (Suppl. III) III-329, 1980 (abstr)
- 3) Wackers FJ, Lie KI, Sokole EB, Res J, Van der Schoot JB, Durrer D: Prevalence of right ventricular involvement in inferior wall infarction

assessed with myocardial imaging with thallium-201 and technetium-99m pyrophosphate. *Am J Cardiol* **42**: 358-362, 1978

- 4) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 小塚隆弘, 朴 永大, 斉藤宗晴, 平盛勝彦, 榊原 博: 右室梗塞の核医学的診断に関する研究. —心 RI アンジオ, 心筋シンチの併用による—. *核医学* **19**: 745-755, 1982
- 5) 西村恒彦, 植原敏勇, 内藤博昭, 林田孝平, 小塚隆弘: 心 RI アンジオグラフィによる右室局所壁運動の評価. *核医学* **18**: 427-439, 1981
- 6) Cohn JN, Guita NL, Limas CJ: Right ventricular infarction: Clinical and hemodynamic features. *Am J Cardiol* **23**: 209-214, 1974
- 7) Rotman M, Ratliff NB, Hawley J: Right ventricular infarction, Hemodynamic diagnosis. *Br Heart J* **36**: 941-944, 1974
- 8) Ahnve S, Erhardt LR, Lindvall K, Lundman T, Sjögren A, Wahlberg I: Cardiac filling pressure in acute inferior myocardial infarction with and without right ventricular involvement. *Eur J Cardiol* **7**: 125, 1978
- 9) 延吉正晴, 野坂秀行, 伊藤幸義, 加藤達治, 高地恭二, 服部隆一, 西村健司: 右室梗塞を合併した急性心筋梗塞, 急性期血行動態, 臨床経過, 冠動脈造影所見, 左室および右室造影所見の検討. *心臓* **12**: 1258-1270, 1980
- 10) Berninger WH, Redington RW, Doherty P, Lipton MJ, Carlsson E: Gated cardiac scanning, Canine studies. *J Comput Assist Tomography* **3**: 155-163, 1979
- 11) Lipton MJ, Higgins CB: Evaluation of ischemic heart disease by computerized transmission tomography. *Radiol Clin N America* **18**: 557-576, 1980
- 12) 内藤博昭, 有沢 淳, 木村晃二, 小塚隆弘, 鬼頭義次, 小原邦義, 藤田 毅, 永田正毅, Redington RW: Computed tomography を用いた左室機能および形態診断. *J Cardiology* **12**: 425-440, 1982
- 13) 内藤博昭, 山口敏雄, 植原敏勇, 太田光重, 西村恒彦, 小塚隆弘: Computed tomography による虚血性心疾患の左心室壁性状の評価. *J Cardiology* **12**: 371-385, 1982
- 14) 渡辺 滋, 清水正比古, 吉田秀夫, 諸岡信裕, 宿谷正毅, 増田善昭, 稲垣義明: 心拍同期 CT による心筋梗塞の心運動解析. *J Cardiology* **11**: 415-423, 1981
- 15) 中沢 誠: 心血管造影法による右室容量計算と右室の performance 評価. *心臓* **9**: 573-582, 1977
- 16) 島崎靖久, 川島康生, 森 透, 北村惣一郎, 中埜 肅, 大山朝賢, 友国 隆, 八木原俊克, 別府慎太郎, 横田侃児: 心血管造影法による右心室容量計測に関する検討. *心臓* **11**: 163-170, 1979
- 17) 植原敏勇, 西村恒彦, 内藤博昭, 林田孝平, 小塚隆

内藤, 木村, 太田, ほか

弘, 林 真, 香川雅昭, 山田幸典, 伊藤慎三: 心
RI アンジオグラフィによる右室駆出分画の検討.
(I). RVEF の算出と急速流入効果について. 核医
学 **18**: 917-927, 1981

18) 佐久間一郎: 多断面連続心電図同期心 X 線 com-
puted tomography (CT) 法の臨床応用に関する研
究. 日内誌 **72**: 761-771, 1983