

《原 著》

冠動脈疾患における運動負荷タリウム心筋シンチグラムの Washout Rate 解析の臨床的意義

津 田 隆 志*

要旨 冠動脈疾患を対象に、運動負荷心筋シンチグラムによる Washout Rate (WR) を測定し、その臨床的意義を検討した。対象は狭心症21例、陳旧性心筋梗塞30例（平均年齢53歳）で、冠動脈造影により得られた冠動脈狭窄度と WR とを比較検討した。結果 1) 非梗塞の LAD 領域では冠動脈病変の重症化とともに、WR は有意に低下したが、RCA, LCX 領域では有意差はなかった。2) 梗塞の LAD 領域では WR は有意に低下し、RCA, LCX 領域でも低下したが、有意差はなかった。梗塞領域に対する責任冠動脈の重症度や側副血行路の有無によって、WR に有意差を認めなかった。3) 非梗塞、梗塞領域ともに、再分布を認めた部位で、WR は有意に低下した。4) 健常部位での WR は、最大負荷時の心拍数と Double Product に対し有意な正相関を示した。以上より、WR は 1) 非梗塞領域の LAD 病変の重症度評価、2) 非梗塞、梗塞領域を含めた心筋虚血部位の検出に有用な指標であると考えられた。

I. はじめに

運動負荷タリウム心筋シンチグラムを用いて、冠動脈疾患の診断が広く行われている。しかし、冠動脈病変の重症度判定に利用した報告は少ない。Narita ら¹⁾は安静状態にて虚血部位での ²⁰¹Tl washout が延長すると述べ、Gutman ら²⁾は運動負荷にて、再分布までの時間と冠動脈狭窄度が関係することを報告した。われわれ³⁾も冠動脈狭窄の軽い例、側副血行路の発達している例で、運動負荷の際の再分布までの時間が早いことを報告した。また、左前下行枝 (LAD) 病変では、前壁中隔の Washout Rate (WR) が冠動脈狭窄が重症になるにつれ有意に低下することを報告した⁴⁾。Kalff ら⁵⁾は、LAD 病変における検討で ²⁰¹Tl 灌流欠損と冠動脈狭窄部の圧較差が関連することを報告している。しかし、右冠動脈 (RCA), 左回

旋枝 (LCX) 病変も含めて、冠動脈病変の重症度判定を行った報告はない。

運動負荷タリウム心筋シンチグラムの定量的評価法の 1 つである WR 測定⁶⁾は、3 枝病変を含めた多枝病変の判定^{7~9)}や、灌流欠損を伴わない症例での冠動脈病変の検出¹⁰⁾に用いられてきた。また、WR 判定に際して、運動負荷量の考慮が必要であると言われている^{11,12)}。今回、われわれは冠動脈疾患を対象に、運動負荷による局所心筋タリウム WR を測定し、これと冠動脈造影所見を比較することにより、以下の点を検討した。1) 非梗塞領域の LAD, RCA, LCX 領域における WR 測定により、冠動脈病変の重症度判定が可能かどうか。2) 梗塞領域での責任冠動脈病変の重症度、側副血行路の有無によって、WR は影響を受けるかどうか。3) 心筋シンチグラム上の心筋虚血(再分布)所見と WR の関係はどうか。4) 健常部位における運動負荷量としての最大負荷時の心拍数、Double Product と WR の関係はどうか。

* 新潟大学医学部第一内科

受付：61年3月25日

最終稿受付：61年7月23日

別刷請求先：新潟市旭町通り一番町（〒951）

新潟大学医学部第一内科

津 田 隆 志

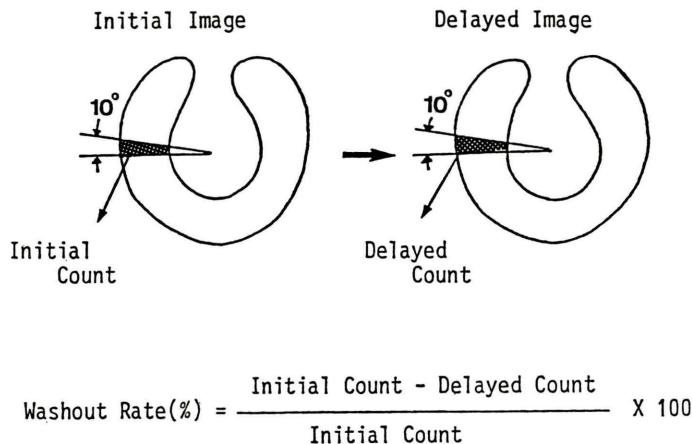


Fig. 1 Diagrammatic representation of method for obtaining circumferential profiles of the myocardium. The initial count and the delayed count in the circumferential profile are obtained as the total count in segments divided by 10° intervals throughout 360° (36 segments). In addition to the distribution profiles, washout rates are calculated as the formula in each segment.

II. 対象と方法

1) 対象

当科に入院した虚血性心疾患 51 例(男性 47 例、女性 4 例、年齢分布 31~65 歳、平均年齢 53 歳)である。内訳は、狭心症 21 例、心筋梗塞 30 例である。心筋梗塞部位は、前壁梗塞 13 例、下壁梗塞 17 例であり、全例 Q 波を残し陳旧性であった。

2) 冠動脈造影

運動負荷タリウム心筋シンチグラム施行後、1 か月以内に全例 Judkins 法による冠動脈造影を施行した。冠動脈狭窄度の判定は、AHA 分類に従い、同分類 75% 以上を有意狭窄とした。有意狭窄症例は、狭心症 14 例(1 枝病変 10 例、2 枝病変 2 例、3 枝病変 2 例)、心筋梗塞 29 例(1 枝病変 13 例、2 枝病変 11 例、3 枝病変 5 例)であった。狭心症の 7 例、心筋梗塞の 1 例に有意狭窄を認めなかった。

3) 運動負荷タリウム心筋シンチグラム

運動負荷は、エルゴメータによる多段階負荷法(25 W より 3 分間隔で、25 W ずつ増量)を行った。終了点は、自覚症状出現時(胸痛、下肢疲労

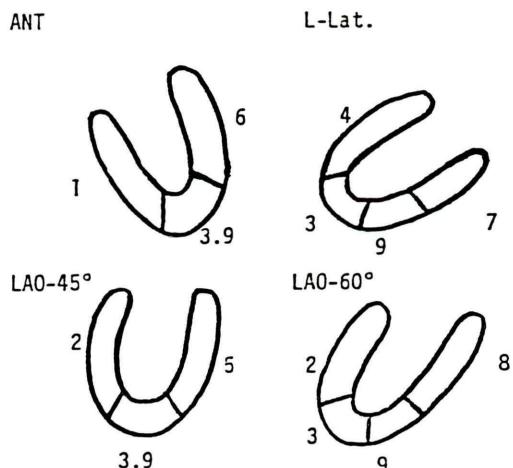


Fig. 2 Nine segments in four projections. 1: posterior septum, 2: anterior septum, 3: apex, 4: anterior wall, 5: lateral wall, 6: antero-lateral wall, 7: posterior wall, 8: postero-lateral wall, 9: inferior wall, ANT: anterior projection, LAO: left anterior oblique projection, L-Lat.: left lateral projection.

感など)、ST 部分の有意な変化(Horizontal または Down sloping の場合は 1 mm 以上の低下、Up sloping の場合は J point から 0.08 秒の部位で

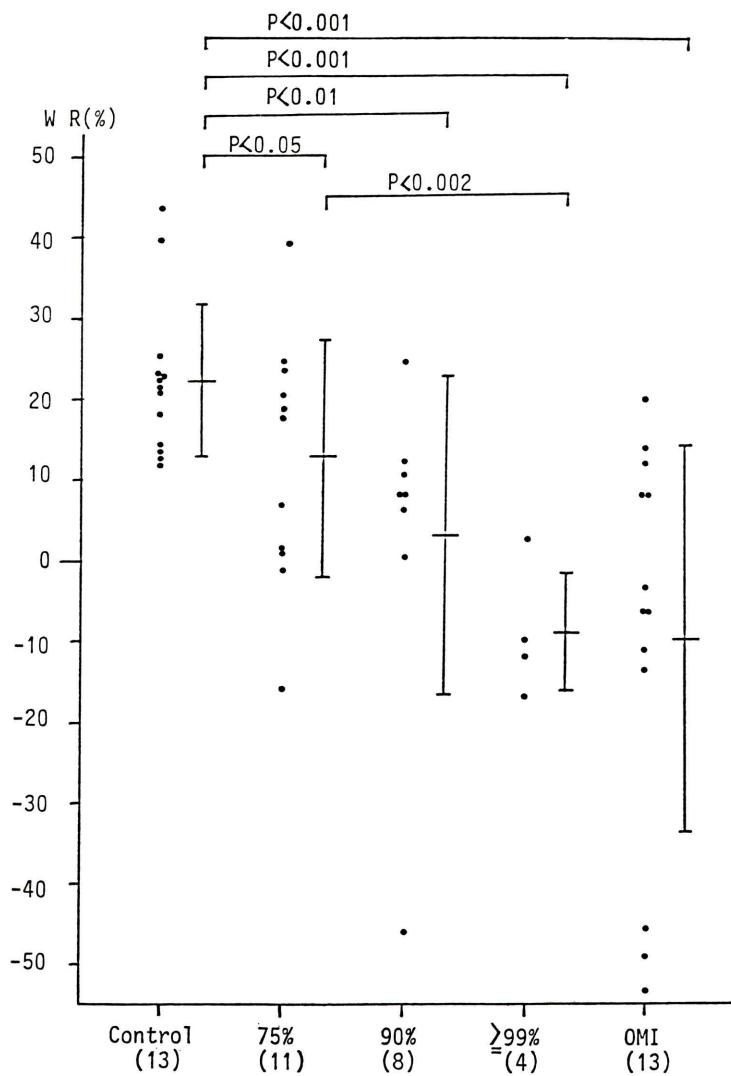


Fig. 3 Comparisons of washout rates between control and coronary artery disease with LAD lesion. OMI: old myocardial infarction. Standard deviation is shown for each bar.

2 mm 以上の低下) または歎最大心拍数に達した時点とした。終了点にてタリウム (^{201}TI) 3 mCi を静注し、さらに1分間運動を続けさせた。静注10分後より、仰臥位にて正面像、左前斜位45度像および60度像、左側面像を撮像(Initial Image)した。また静注2時間後に同一条件で撮像(Delayed Image)した。両Imageとも、カメラと心臓の位置関係が同一になるように注意し、両方の

撮像の間は安静を保たせた。用いた装置は、LEAP (low energy all purpose) コリメータを装着したシンチカメラ (ZLC 7500) とオンラインで接続したRI データ処理装置 (DEC PDP 11/34) である。Initial Image はそれぞれ 500 k カウントの計測にて撮像し、Delayed Image は同一方向にて Initial Image の撮像に要した時間(プリセットタイム)で行った。

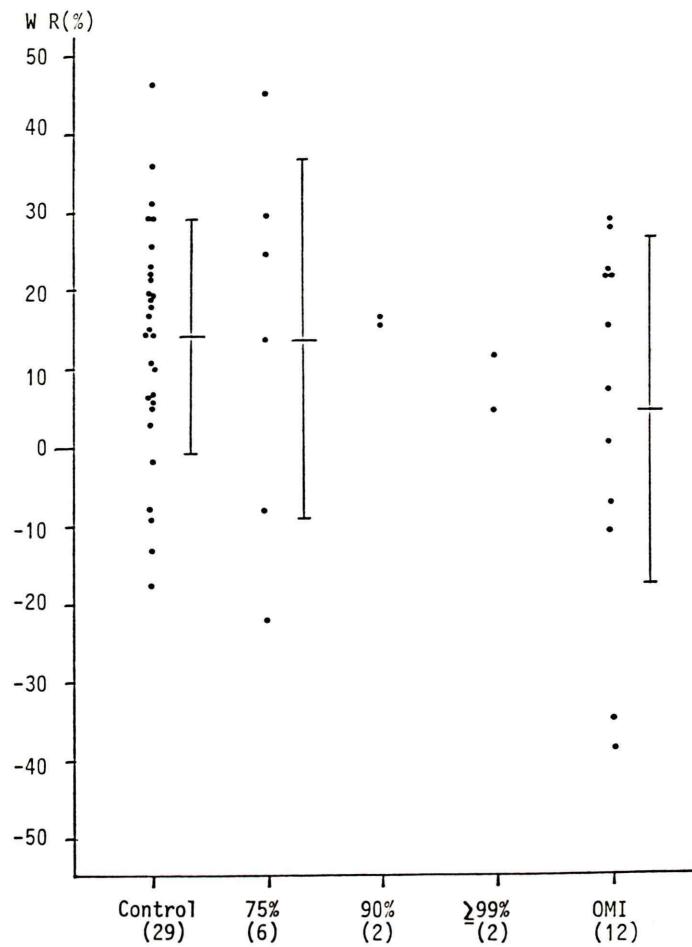


Fig. 4 Comparisons of washout rates between control and coronary artery disease with RCA lesion. OMI: old myocardial infarction. Standard deviation is shown for each bar.

4) 局所心筋タリウム Washout Rate の測定

Figure 1のごとく, Goris 法¹³⁾にて Background 处理した心筋 Image を用手法で左室心筋外接円と内接円をトレースし, 左室内腔に中心点を決めた。この中心点から, 心基部より時計回りに 10 度ごとの放射線を引き, 36 分画された心筋の各分画における総カウントから, Washout Rate (%) = [(Initial Count - Delayed Count) / Initial Count] × 100 を求めた。WR については、各分画内の 1 ピクセル当たりの最高カウントを用いる方法もあるが、カウントが少ないと雑音をひろう可能性があ

るため、今回は各分画ごとの総カウントを用いた。心筋シンチグラム上の各部位における責任冠動脈の決定は、Fig. 2 のごとく行った¹⁰⁾。なお、以下に述べる WR の値は、各責任冠動脈の支配領域において、3 連続分画の WR の平均値が最低となる方向を選び、その 3 連続分画の平均値を代表値として用いた。また、梗塞部位での WR は、Q 波を示す領域でかつ Initial Image にて灌流欠損を示す方向を選び、3 連続分画での WR の平均値が最低となる部位での WR の平均値を代表値として用いた。

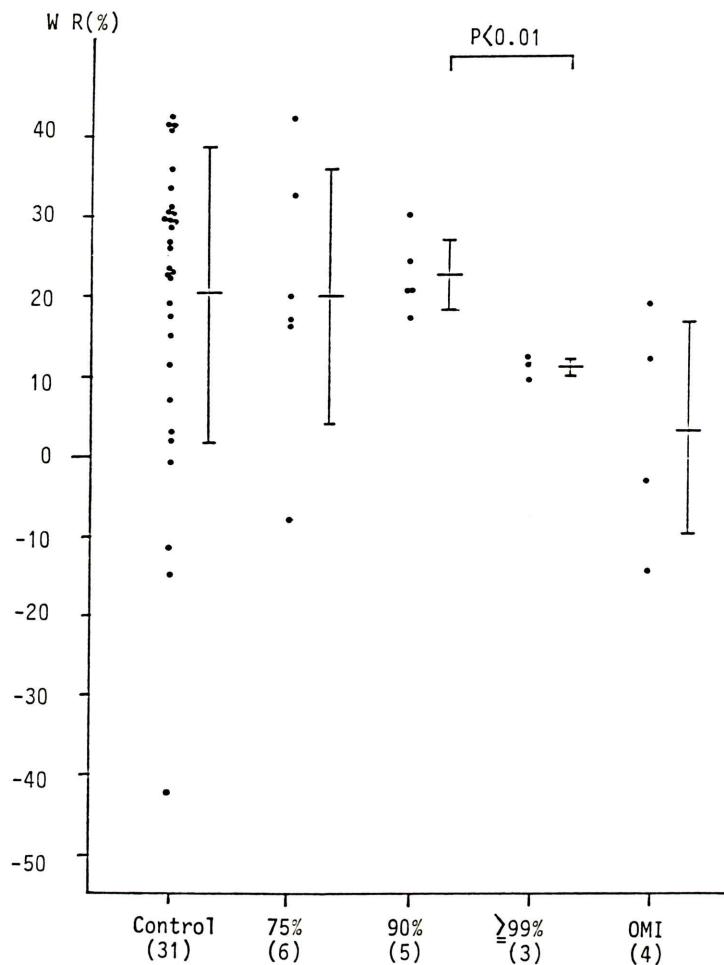


Fig. 5 Comparison of washout rates between control and coronary artery disease with LCX lesion. OMI: old myocardial infarction. Standard deviation is shown for each bar.

推計学的検討には、student の t-test を用いた。

III. 結 果

1) 安静時・最大負荷時の血行動態、運動負荷中止理由について

安静時において、心拍数 65 ± 10 (Mean \pm SD) bpm, 収縮期血圧 130 ± 20 mmHg, Double Product $8,378 \pm 1,861$ bpm. mmHg であった。最大負荷時には心拍数 118 ± 20 bpm, 収縮期血圧 166 ± 48 mmHg, Double Product $20,751 \pm 5,407$ bpm. mmHg へと変化した。運動負荷中止時、狭心痛

を 9 例、有意な ST 変化を 21 例に認めた。また、下肢疲労などによる負荷不十分例を 12 例に認めた。

2) 非梗塞領域での冠動脈病変重症度と Washout Rate の関係

冠動脈狭窄度により、AHA 分類 0~50% (有意狭窄なし) を Control 群とし、同 75% (I 群)、同 90% (II 群)、同 99% 以上 (III 群) の 3 群に分けて、WR との関係を検討した。

LAD 領域での WR (Fig. 3) は、Control 群 (13 例) $22.3 \pm 9.4\%$ (Mean \pm SD), I 群 (11 例) 12.7

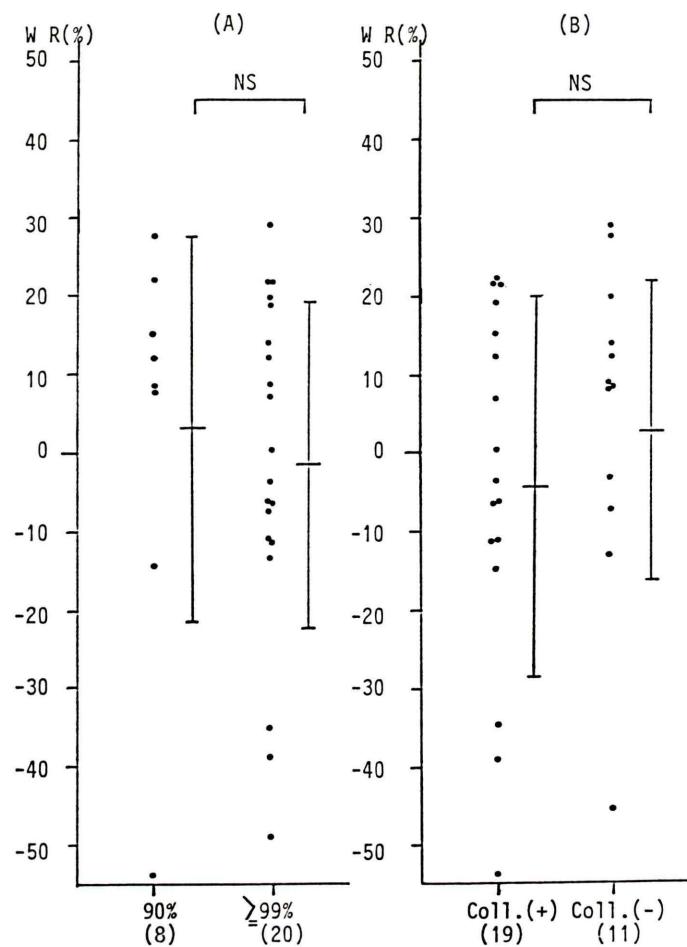


Fig. 6 Washout rates in old myocardial infarcted regions. (A) The relation between coronary artery stenosis and washout rates. (B) Comparison of washout rates in segments demonstrating collaterals and no collaterals. Standard deviation is shown for each bar.

±14.7%, II群(8例)3.3±19.7%, III群(4例)-8.7±7.2%であり、Control群とI, II, III群間に($p<0.05\sim0.001$)、I群とIII群間に($p<0.002$)有意差を認めた。RCA領域(Fig. 4)では、WRはControl群(29例)14.1±15.1%, I群(6例)13.7±22.8%であり、両群間に有意差なく、II群、III群は各2例であったが、特に低値を示さなかった。LCX領域(Fig. 5)でのWRは、Control群(31例)20.3±18.5%, I群(6例)20.0±15.7%, II群(5例)22.6±4.4%, III群(3例)11.2±1.1%であ

り、II群、III群間($p<0.01$)に有意差を認めた。

3) 梗塞領域での冠動脈病変重症度、側副血行路の有無と Washout Rate の関係

(1) 冠動脈病変重症度と Washout Rate の関係 心筋梗塞部位の責任冠動脈病変の重症度は2例を除いて、AHA分類90%以上であり、同分類90%と同99%以上の2群に分けて、WRを比較した。同分類90%(8例)のWRは3.3±24.5%, 同99%以上(20例)のWRは-1.4±20.8%で、両群間に有意差を認めなかった(Fig. 6-A)。

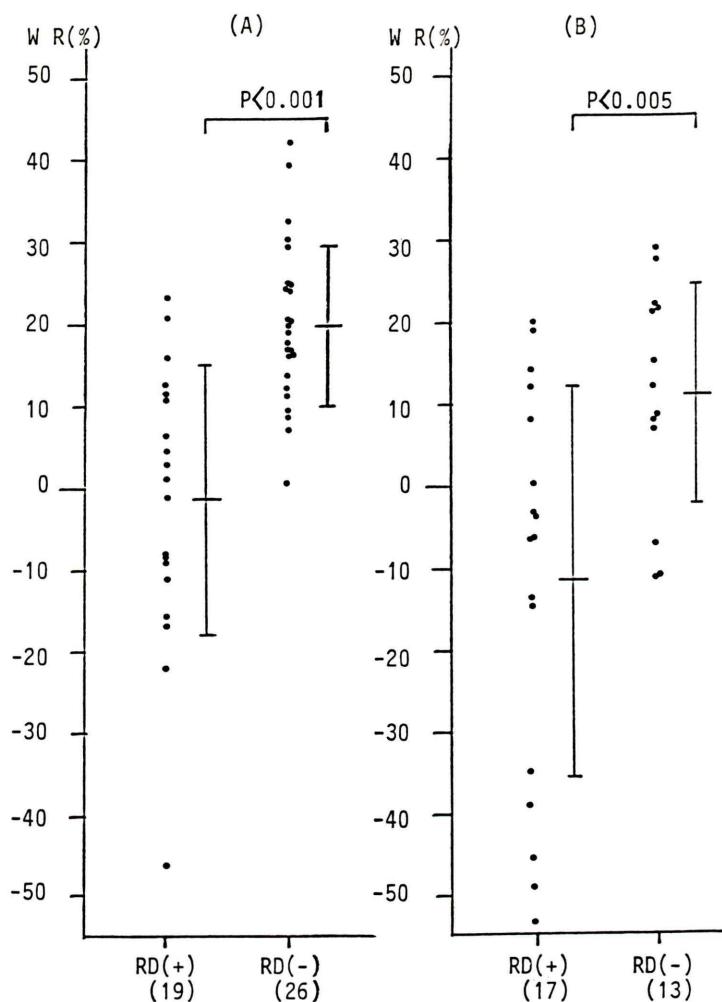


Fig. 7 Comparison of washout rates in segments demonstrating redistribution and no redistribution among both non-infarcted regions (A) and infarcted regions (B).

(2) 側副血行路の有無と Washout Rate の関係
梗塞部位への側副血行路の有無と WR の関係を検討すると、側副血行路を認めた群（19例）の WR は $-4.3 \pm 24.3\%$ 、側副血行路を認めない群（11例）の WR は $2.9 \pm 19.1\%$ であり、両群間に有意差を認めなかった（Fig. 6-B）。

(3) 責任冠動脈の違いによる梗塞部位での、Washout Rate について

梗塞部位が LAD 領域（13例）の場合の WR は $-9.6 \pm 23.6\%$ 、RCA 領域（12例）の WR は $4.5 \pm$

22.3%，LCX 領域（4例）の WR は $3.4 \pm 13.2\%$ であり、LAD 領域の梗塞部位においてのみ Control 群と有意差を認めた ($p < 0.001$) (Figs. 3～5)。

4) 「心筋虚血」(再分布) 所見と Washout Rate の関係

再分布の有無は Initial Image と Delayed Image を比較して、経験を積んだ複数の医師の視覚的判定に従った。なお、梗塞領域では、灌流欠損部位の一部に再分布を認めた場合も、再分布（+）と判定した。

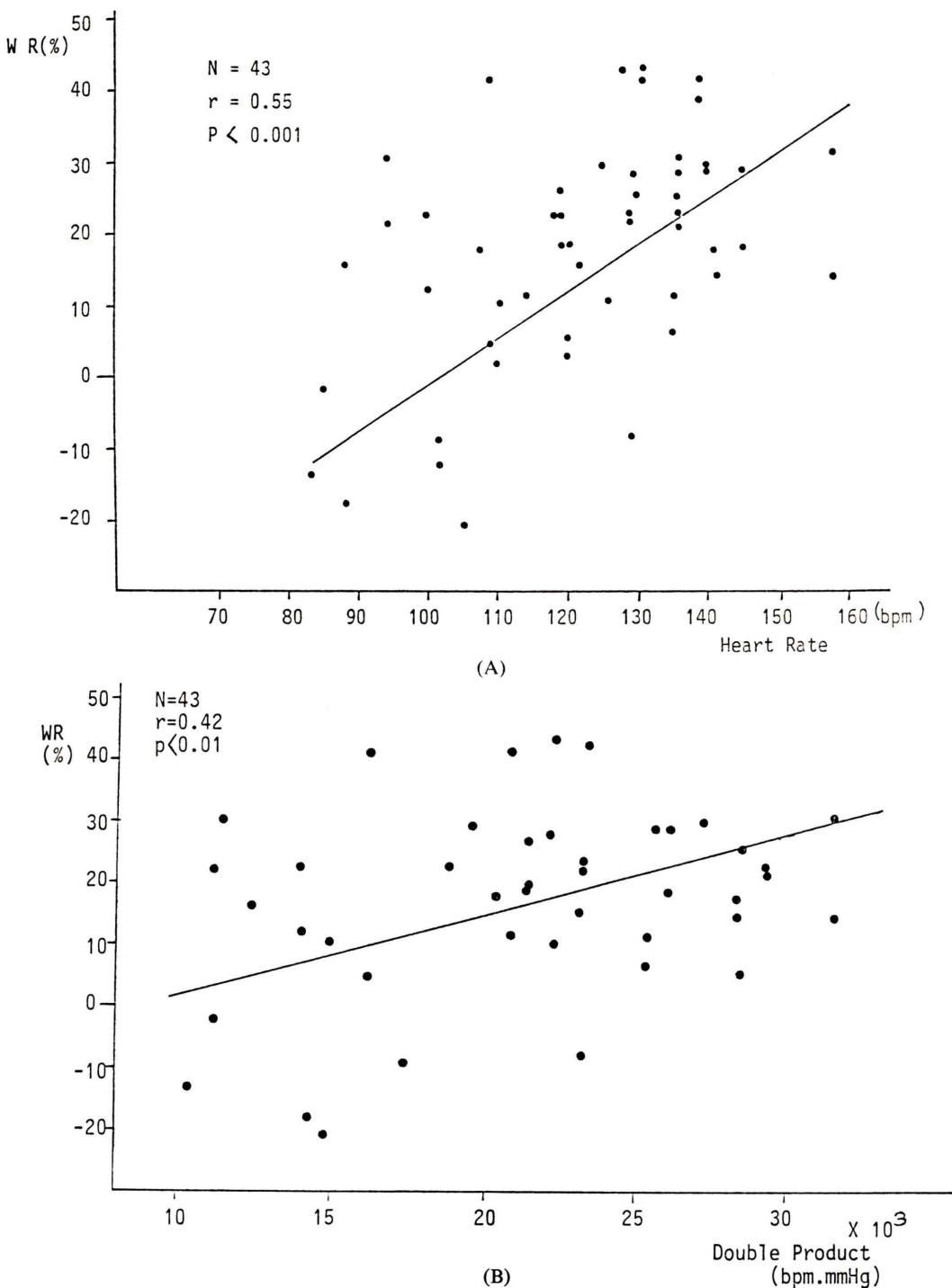


Fig. 8 Correlation between washout rate and peak workload in control regions ($n=43$).

Washout rate is related to peak heart rate ($r=0.55$, $p<0.001$) (A) and peak double product ($r=0.42$, $p<0.01$) (B).

(1) 非梗塞領域での再分布部位と Washout Rate の関係 (Fig. 7-A)

有意狭窄を示した領域での WR を比較すると、再分布(+)群(19部位)での WR は $-1.5 \pm 16.5\%$ 、再分布(-)群(26部位)での WR は $19.6 \pm 9.7\%$ と、再分布(+)群で有意な低値を示した ($p < 0.001$)。

(2) 梗塞領域での再分布部位と Washout Rate の関係 (Fig. 7-B)

梗塞領域での WR を比較すると、再分布(+)群(17部位)での WR は $-11.5 \pm 23.6\%$ 、再分布(-)群(13部位)での WR は $11.2 \pm 13.3\%$ と、再分布(+)群で有意な低値を示した ($p < 0.005$)。

5) 健常部位での最大負荷時の心拍数(MHR), Double Product と Washout Rate の関係

(Fig. 8-A, B)

有意狭窄を認めない Control 群を健常部位として、WR と運動負荷量の関係を検討した。WR と MHR 間 ($r=0.55$, $p < 0.001$)、WR と Double Product 間 ($r=0.42$, $p < 0.01$) には、ともに有意な正相関を認めた。

IV. 考 案

前報⁴⁾でわれわれは運動負荷タリウム心筋シンチグラムより求めた前壁中隔での WR を用いて、LAD 病変の重症度判定が可能であることを述べた。今回、WR の測定法を、前報の各分画内の 1 ピクセル当たりの最高カウントの変化から、各分画内の総カウントの変化へと変更したが、LAD 病変については、前報と同様に重症になるにつれ WR は有意な低下を示した。しかし、RCA, LCX 病変については Control 群と有意差を認めなかつた。RCA, LCX 病変の重症度判定が困難な理由としては、1) LAD は広範囲に心筋を灌流しており、支配領域の決定が容易であるのに対し、RCA, LCX は支配領域も狭く LAD との重なりを Planar 像では分離できない。2) 下壁や後壁を支配する RCA や LCX の場合は、横隔膜との重なりによる減衰や解剖学的位置関係のためカウントの少ない部位であり、Background 处理の影響の大きい部位であるなど、Planar 像の限界によるところ

が大きいと考えられた。

今回的方法によっても、LAD 領域の WR が LAD 病変の重症度を反映することが確かめられたが、WR の理解のためには、局所心筋での ^{201}Tl uptake と clearance の 2 要素について検討する必要がある^{14,15)}。従来から局所心筋での ^{201}Tl uptake は、局所心筋血流量と良く相関すると言われてきた¹⁶⁾。また反応性充血を用いた実験により、健常部位では ^{201}Tl の uptake と clearance が亢進し、虚血部位ではともに低下することが報告されている^{17~19)}。したがって虚血状態は、 ^{201}Tl uptake だけでなく clearance をも低下させ、WR の低値を示したものと思われる。特に、LAD 病変では支配領域が広いため、 ^{201}Tl の動態変化をとらえやすいと思われた。

次に梗塞部位での WR について述べた報告は少ない。われわれは、左前斜位 45 度像のみの検討で、梗塞部位の WR が低値を示すことを報告したが⁹⁾、今回の 4 方向像による検討でも、LAD 病変による心筋梗塞部位において、WR は Control 群に比して有意な低値を認めた。しかし、RCA, LCX 病変による梗塞部位では Control 群と WR について有意差を示さなかった。これは非梗塞部位の場合と同様な理由によると思われた。また梗塞部位に対する責任冠動脈病変の重症度や側副血行路の有無のみでは、WR に有意差を認めなかつた。側副血行路の有無が ^{201}Tl uptake に影響しないとする Berger ら²⁰⁾の報告に一致するものと考えた。

次に梗塞部位での WR を低下させる要因を考察するために、再分布所見との関係を検討した。非梗塞部位、梗塞部位とともに、再分布(+)群で WR の有意な低値を認めた。非梗塞部位については、Kalf ら⁵⁾は冠動脈狭窄部の圧較差が大きいと ^{201}Tl 灌流欠損を生じ、Diameter stenosis としての冠動脈狭窄度は ^{201}Tl 灌流欠損と関係しないと述べた。また反応性充血を用いて冠動脈病変の重症度を判定すると、Diameter stenosis は必ずしも重症度を示さないとの報告がある^{21,22)}。したがって、非梗塞部位において、WR が再分布(+)

所見と関係を示したことは、WR が Diameter stenosis としての器質的重症度でなく、反応性充血の程度で示される機能的な冠動脈病変の重症度を表現していることが推定された。さらに梗塞部位での ^{201}Tl uptake は、viable muscle の存在を示すことから^{23~25)}、再分布(+)群は viable muscle の虚血状態を示していると言える。今回の検討では、梗塞部位の半数以上に再分布を認めた。再分布所見と WR の検討により、WR は非梗塞領域、梗塞領域を含めて、虚血部位の検出に有用であると思われた。

今回、健常部位において、最大負荷時の心拍数、Double Product と WR は、有意な正相關の関係を示した。この結果はこれまでの報告と一致し^{11,12)}、最大負荷時の心拍数、Double Product に代表される心筋酸素消費量が局所冠血流量と正相關することから²⁶⁾、WR が局所冠血流量に影響されることを示していると思われた。

以上より、運動負荷タリウム心筋シンチグラムにおける WR 測定は、非梗塞領域、梗塞領域を含めた心筋虚血の判定に有用であり、特に LAD 病変での重症度判定に利用価値が高いと思われた。

V. まとめ

冠動脈疾患において、運動負荷タリウム心筋シンチグラムより、Washout Rate を測定し、その臨床的意義を検討した。

1) 非梗塞領域において、LAD 領域では冠動脈病変が重症になるにつれ、有意に WR は低下した。しかし、RCA, LCX 領域においては有意差を認めなかった。

2) 梗塞領域において、LAD 領域では WR が Control 群に比し有意な低値を示した。しかし、RCA, LCX 領域では WR が低下傾向を示したもの、Control 群と有意差を認めなかった。また梗塞領域においては、責任冠動脈病変の重症度や側副血行路の有無により WR に有意差を認めなかった。

3) 非梗塞領域、梗塞領域において、心筋虚血を意味する再分布(+)部位で、再分布(-)部位

と比較して有意に WR は低下した。

4) 健常部位での WR は、最大負荷時の心拍数、Double Product と比べて有意な正相関を示した。

稿を終るに臨み、ご指導、ご校閲を賜わった新潟大学第一内科柴田昭教授に感謝致します。また本研究にご助力いただいた同放射線科木村元政助手、小田野幾雄講師にも感謝致します。

文 献

- Narita M, Kurihara T, Usami M, et al: Quantitation of Thallium-201 Myocardial Washout by Serial Rest Myocardial Imaging. Jpn J Nucl Med 18: 899-906, 1981
- Gutman J, Berman D, Freeman M, et al: Time to completed redistribution of thallium-201 in exercise myocardial scintigraphy: Relationship to the degree of coronary artery stenosis. Am Heart J 106: 989-995, 1983
- 津田隆志、小島研司、林 千治、他：運動負荷心筋シンチグラムでの再分布の動態—冠動脈造影所見との対比—。核医学 20: 1193-1198, 1983
- 津田隆志、小島研司、閨間美智子、他：運動負荷心筋シンチグラムより求めた Washout Rate (WR) による冠動脈病変の重症度判定。核医学 22: 383-388, 1985
- Kalff V, Kelly M, Soward A, et al: Assessment of Hemodynamic Significance of Isolated Stenosis of the Left Anterior Descending Coronary Artery Using Thallium-201 Myocardial Scintigraphy. Am J Cardiol 55: 342-346, 1985
- Garcia E, Maddahi J, Berman D, et al: Space/Time Quantitation of Thallium-201 Myocardial Scintigraphy. J Nucl Med 22: 309-317, 1981
- Sklar J, Kirch D, Johnson T, et al: Slow Late Myocardial Clearance of Thallium: A Characteristic Phenomenon in Coronary Artery Disease. Circulation 65: 1504-1510, 1982
- Gewirtz H, Paladino W, Sullivan M, et al: Value and limitations of myocardial thallium washout rate in the noninvasive diagnosis of patients with triple-vessel coronary artery disease. Am Heart J 106: 681-686, 1983
- 津田隆志、小島研司、古寺邦夫、他：運動負荷心筋シンチグラムにおける左前斜位 45 度でのタリウム washout rate 測定の有用性・多枝病変検出の簡便法について。心臓 16: 1035-1040, 1984
- Abdulla A, Maddahi J, Garcia E, et al: Slow regional clearance of myocardial thallium-201 in the

- absence of perfusion defect: contribution to detection of individual coronary artery stenoses and mechanism for occurrence. *Circulation* **71**: 72-79, 1985
- 11) Massie B, Wisneski J, Kramer B, et al: Comparison of Myocardial Thallium-201 Clearance after Maximal and Submaximal Exercise: Implications for Diagnosis of Coronary Disease: Concise Communication. *J Nucl Med* **23**: 381-385, 1982
- 12) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他: 運動負荷心筋シンチグラムにおける健常心筋部位の washout rate に関する検討. *核医学* **22**: 989-997, 1985
- 13) Goris M, Daspit S, McLaughlin P, et al: Interpolative Background Subtraction. *J Nucl Med* **17**: 744-747, 1976
- 14) Nishiyama H, Adolph R, Gabel M, et al: Effect of Coronary Blood Flow on Thallium-201 Uptake and Washout. *Circulation* **65**: 534-542, 1982
- 15) Bergmann S, Hack S, Sobel B, et al: "Redistribution" of Myocardial Thallium-201 Without Reperfusion: Implications Regarding Absolute Quantification of Perfusion. *Am J Cardiol* **49**: 1691-1698, 1982
- 16) Strauss W, Harrison K, Langan J, et al: Thallium-201 for Myocardial Imaging. Relation of Thallium-201 to Regional Myocardial Perfusion. *Circulation* **51**: 641-645, 1975
- 17) Schwartz J, Ponto R, Carlyle P, et al: Early Redistribution of Thallium-201 after Temporary Ischemia. *Circulation* **57**: 332-335, 1978
- 18) Leppo J, Rosenkrantz J, Rosenthal R, et al: Quantitative Thallium-201 Redistribution with a Fixed Coronary Stenosis in Dogs. *Circulation* **63**: 632-639, 1981
- 19) Graunwald A, Watson D, Holzgree H, et al: Myocardial Thallium-201 Kinetics in Normal and Ischemic Myocardium. *Circulation* **64**: 610-618, 1981
- 20) Berger B, Watson D, Taylor G, et al: Effect of Coronary Collateral Circulation on Regional Myocardial Perfusion Assessed With Quantitative Thallium-201 Scintigraphy. *Am J Cardiol* **46**: 365-370, 1980
- 21) White C, Wright C, Doyt D, et al: Does Visual Interpretation of The Coronary Arteriogram predict the Physiologic Importance of a Coronary Stenosis? *N Engl J Med* **310**: 819-824, 1984
- 22) Harrison D, Write C, Hiratzka L, et al: The value of lesion cross-sectional area determined by quantitative coronary angiography in assessing the physiologic significance of proximal left anterior descending coronary arterial stenoses. *Circulation* **69**: 1111-1119, 1984
- 23) Melin J, Becker L, Bulkley B, et al: Differences in Thallium-201 Uptake in Reperfused and Non-reperfused Myocardial Infarction. *Circ Res* **53**: 414-419, 1983
- 24) 近藤真言, 霜野幸雄, 宮崎俊一, 他: 急性心筋梗塞における Thallium-201 心筋シンチグラムの再分布像の検討—回復可能な虚血心筋の評価—. *核医学* **19**: 39-49, 1982
- 25) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他: TL 心筋シンチグラフィによる心筋梗塞の質的診断. *心臓* **15**: 637-643, 1983
- 26) Yoshida S, Ganz W, Donoso R, et al: Coronary Hemodynamics during successive elevation of heart rate by pacing in subjects with angina pectoris. *Circulation* **44**: 1062-1072, 1971

Summary

Assessment of the Clinical Significance of Washout Rate Analysis by Exercise Stress Thallium-201 Myocardial Scintigram in Coronary Artery Disease

Takashi TSUDA

The First Department of Internal Medicine, Niigata University School of Medicine

This study assesses the clinical significance of washout rate (WR) analysis by exercise stress Thallium-201 myocardial scintigram (Tl-201 test) in coronary artery disease. Among 51 patients (47 males and 4 females age range from 31 to 65 years, mean 53 years), 21 had angina pectoris, and 30 had old myocardial infarction. Patients underwent symptom-limited supine ergometer Tl-201 test. Selective coronary arteriography was performed within one month after Tl-201 test. Coronary artery stenosis was graded according to AHA criteria. The relations between WR and percent narrowing, between WR and presence of collateral and between WR and Tl-201 redistribution, were evaluated. Results were as follows. 1) In patients with LAD lesions, WR in non-infarcted region showed significantly lower value (from $12.7 \pm 14.7\%$ to $-8.7 \pm 7.2\%$) compared with control ($22.3 \pm 9.4\%$) as stenosis became severer ($p < 0.05 - 0.001$). However, WR did not differ significantly in patients with RCA or LCX lesions. 2) In patients with LAD lesions, WR in infarcted region showed significantly lower value

($-9.6 \pm 23.9\%$) compared with control ($22.3 \pm 9.4\%$) ($p < 0.001$). Lower WR was seen in RCA or LCX lesions, but it was not different significantly. Among infarcted regions, there was no relation between WR and coronary artery stenosis, and between WR and presence of collaterals. 3) WR in segments with redistribution was significantly lower than that in segments without redistribution in both non-infarcted region ($-1.5 \pm 16.5\%$ vs. $19.6 \pm 9.7\%$, $p < 0.001$), and infarcted regions ($-11.5 \pm 23.6\%$ vs. $11.2 \pm 13.3\%$, $p < 0.005$). 4) There was a fair correlation between WR and peak heart rate ($r = 0.55$, $p < 0.001$), and between WR and peak double product ($r = 0.42$, $p < 0.01$) in non-ischemic region. These results showed that WR was a useful index for detecting myocardial ischemia among both non-infarcted and infarcted regions and that WR was effective index for evaluating severity of LAD non-infarcted lesions.

Key words: Thallium-201, Coronary artery disease, Myocardial planar image, Washout rate, Redistribution.