

《技術報告》

核聴診器を用いた左室駆出率測定における
バックグラウンドの検討土肥 まゆみ* 伊東 春樹** 谷口 興一*** 広江 道昭*
丸茂 文昭*

要旨 携帯用 RI 心機能連続測定装置(核聴診器)の至適バックグラウンドについて、心プール法と比較して検討した。対象は健康成人男性 20 例(23.2 歳)で、三段階坐位自転車エルゴメータ負荷試験を二回行い、安静時、stage I, II, III の心駆出率(ejection fraction EF)を心プール法と核聴診器法で測定した。

核聴診器法で除去レベル(cut-off level)を左室拡張末期カウントの 70%, 75% に固定して算出した EF (EF₇₀, EF₇₅)は、どちらも心プール法 EF と一致しなかった。心プール法 EF 値と一致するように cut-off level 値を回帰的に求めると、症例個々で変動が大きく規則性がなかった。すなわち、cut-off level は各症例で異なりしかも運動で変化し、その変化量は肺野カウントの変化量と必ずしも比例しないことが示唆された。

そこでバックグラウンドの変化が反映されるように、バックグラウンド測定用検出器のカウント数をそのまま cut-off level として用い EF を算出したところ(EF_B)、安静時、各 stage とも心プール法と EF の絶対値は一致しないが、各 stage 間の EF 変化量は cut-off level 固定法よりもよく一致した。さらに、心プール法で測定した安静時 EF を EF_B 安静時として代入し stage I, II, III の各 EF を算出すると、心プール法 EF との相関は stage I $r=0.91$, stage II $r=0.82$, stage III $r=0.69$ であった。EF₇₀ 安静時に代入すると、stage I $r=0.82$, stage II $r=0.77$, stage III $r=0.61$ で、EF_B の方が相関がよかった。

以上より、核聴診器で EF を測定する場合には、バックグラウンド用検出器を用いて、バックグラウンドカウント数を測定し、cut-off level とするべきであると考えられた。

(核医学 30: 681-686, 1993)

I. はじめに

これまで心ポンプ機能および心室壁運動を評価する方法として、一般的に心プールのスキャン(平衡時法)が広く行われてきた。しかし心プール法では、運動負荷中の心行動態を経時的、かつ連

続的に評価することは不可能であった。最近開発された、テルル化カドミウム検出器を用いた携帯用 RI 心機能連続測定装置(核聴診器)は、装置が小型かつ軽量で、運動中の心機能を連続的に解析でき、その臨床応用が注目されている。しかしいまだ基礎的な検討は十分なされているとは言えない。特にバックグラウンドの処理方法は、最も基本的な問題であるにもかかわらず、現在各施設で方法が異なっており、その妥当性がきわめて重要な問題と思われる。そこでわれわれは、多段階運動負荷試験を施行し、心プール法と核聴診器法で EF を測定してその値を比較し、核聴診器による心駆出率(ejection fraction: EF)測定の際の至適バックグラウンドについて検討した。

* 東京医科歯科大学第二内科

** 心臓血管研究所

*** 群馬県立前橋病院

受付: 4 年 10 月 21 日

最終稿受付: 5 年 3 月 24 日

別刷請求先: 東京都中野区中央 4-59-16 (☎ 164)

中野総合病院内科

土 肥 まゆみ

II. 対象と方法

対象は健康成人男性 20 例, 平均年齢 23.2 ± 1.0 歳である. スズピロリン酸 20 mg/kg を静注し 30 分後, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ $1,110 \text{ MBq}$ にて semi-in vivo 法で赤血球を標識した. 運動負荷試験は坐位自転車エルゴメータによる一段階 3 分間, 三段階 (stage I, II, III) とし, 安静坐位および各 stage の EF を心プール法にて測定し, 約 60 分間の安静休息後, まったく同様の運動負荷試験を行い, 核聴診器を用いて EF を測定した. 心プール法は γ -カメラ (島津製 scintiview ZLC) にて心電図同期によりコンピュータ処理して EF を求めた. 核聴診器はアロカ社製 RPG-670 を用い, 検出器を左室カウント測定用として左前胸部の左室時間放射能曲線 (left ventricular time-activity curve) の振幅が最大になる位置に, またバックグラウンドカウント測定用検出器は右第 4 肋骨付近で振幅が最小になる位置に固定した. 当教室で開発したコンピュータ

ソフトを使用して, 50 msec ごとにカウント数を測定し 20 秒ごとに EF を算出した^{1,2)}.

統計量はすべて $\text{mean} \pm \text{SD}$ で表した.

III. 結 果

1. 除去レベル (cut-off level) 固定法 心プール法より求めた EF は, 安静時 $62.3 \pm 5.7\%$, stage I $68.2 \pm 6.9\%$, stage II $71.5 \pm 5.6\%$, stage III $74.6 \pm 6.4\%$ であった. これに対し核聴診器 EF は, バックグラウンドを左室拡張末期カウントの 70% に固定し算出すると (EF_{70}), 安静時 $51.2 \pm 8.1\%$, stage I $54.5 \pm 10.0\%$, stage II $59.6 \pm 9.7\%$, stage III $62.9 \pm 10.9\%$ であり, 心プール法と一致しなかった (Fig. 1). cut-off level を左室拡張末期カウントの 75% に固定しても (EF_{75}), 安静時 EF $60.4 \pm 10.8\%$, stage I $65.2 \pm 11.6\%$, stage II $71.4 \pm 12.1\%$, stage III $75.2 \pm 12.9\%$ で相関は悪かった.

そこで, 心プール法 EF と核聴診器 EF が一致するように各症例ごとに, 各 stage における至適

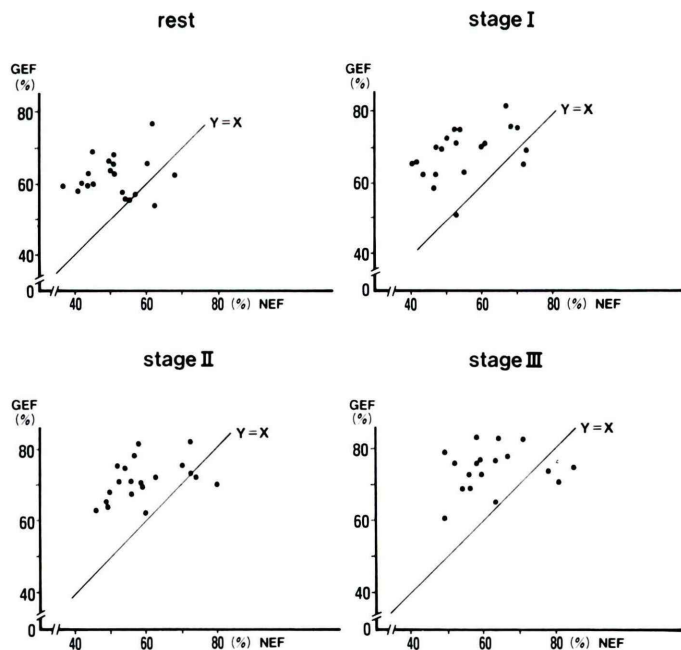


Fig. 1 The relation between ejection fraction (EF) calculated by nuclear stethoscope and gamma camera. GEF: EF calculated by gamma camera, NEF: EF calculated by nuclear stethoscope,

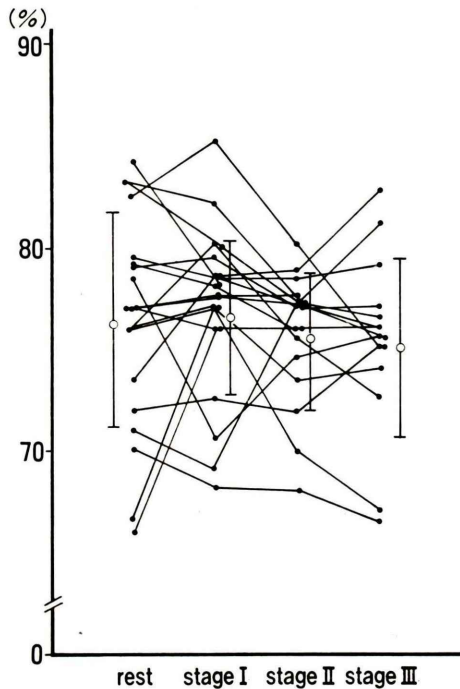


Fig. 2 The suitable %LVEDC for calculation of NEF to be same as the absolute value of GEF.

cut-off level を回帰的に求めると、安静時平均 76.4%, stage I 76.4%, stage II 75.6%, stage III 75.2% で、症例による変動が大きく規則性を認めなかった (Fig. 2).

2. バックグラウンド用検出器の利用 10 症例についてバックグラウンド用検出器の測定カウントを cut-off level として用い、EF 値を算出したが (EF_B), EF 値は安静時 $41.9 \pm 8.3\%$, stage I $47.6 \pm 9.5\%$, stage II $52.8 \pm 7.5\%$, stage III $56.6 \pm 6.7\%$ で心プール法 EF と一致しなかった. しかし各 stage 間の EF 絶対値の変化量 (ΔEF) を心プール法と核聴診器 EF_{70} , および EF_B で比較すると, 心プール法との ΔEF の差は EF_{70} では, 安静時~stage I $4.5 \pm 3.2\%$, stage I~stage II $4.2 \pm 3.1\%$, stage II~stage III $4.9 \pm 3.1\%$ であり, EF_B の ΔEF と心プール法 ΔEF との差は, それぞれ $2.2 \pm 1.4\%$, $3.4 \pm 2.9\%$, $3.7 \pm 4.0\%$ で, 統計学的有意差は認めないが各 stage とともに EF_B の方が小さい傾向を認めた (Fig. 3).

3. 心プール法安静時 EF 代入 心プール法にて測定した安静時の EF 値を, EF_B 安静時として代入し, stage I, II, III の各 EF を算出すると

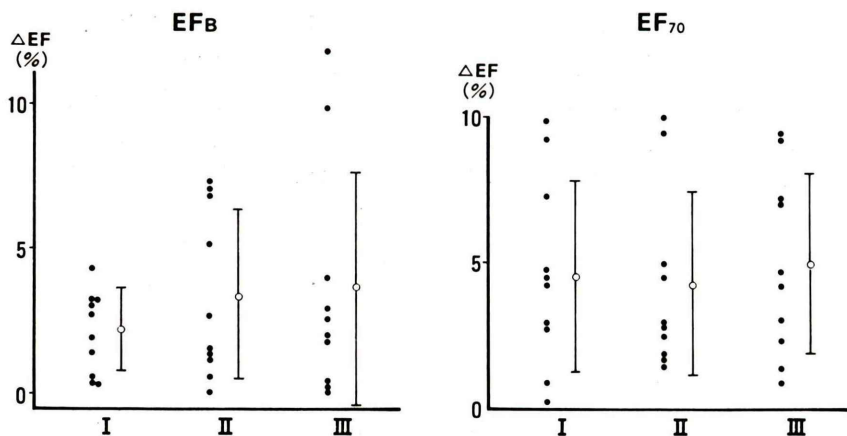


Fig. 3 The comparison of difference of EF changes during exercise. right: difference between the changes of EF_{70} and those of GEF. left: difference between the changes of EF_B and those of GEF. EF_{70} : EF calculated by nuclear stethoscope using 70% of left ventricular end diastolic count (LVEDC) as background. EF_B : EF calculated by nuclear stethoscope using background probe count as background. I: from rest to stage I, II: from stage I to stage II, III: from stage II to stage III.

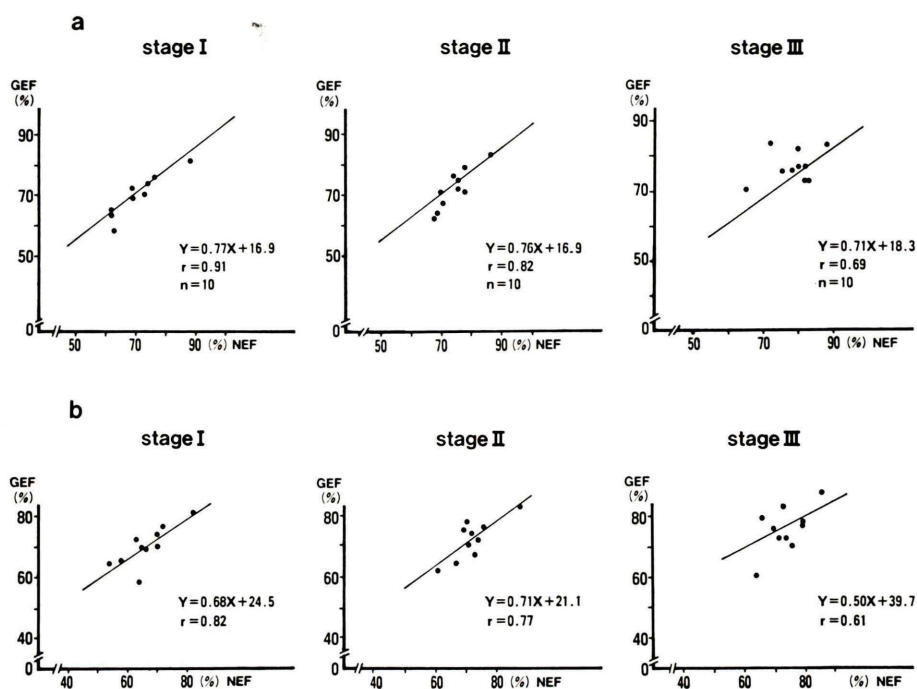


Fig. 4 The relation between EF calculated by nuclear stethoscope correcting with the absolute value of rest GEF and GEF of each exercise steps.

a: the relation between correcting EF_B and GEF. b: the relation between correcting EF₇₀ and GEF.

stage I $69.7 \pm 6.6\%$, stage II $74.9 \pm 5.7\%$, stage III $79.6 \pm 5.3\%$ となり, 心プール法絶対値 EF との相関は stage I $r=0.91$, stage II $r=0.82$, stage III $r=0.69$ であった. EF₇₀ 安静時 EF に心プール法安静時 EF を代入して算出すると stage I $67.9 \pm 7.7\%$, stage II $73.0 \pm 7.0\%$, stage III $72.3 \pm 6.4\%$ となり, 心プール法 EF との相関はそれぞれ $r=0.82$, $r=0.77$, $r=0.61$ となって各 stage とも EF_B の方が高かった (Fig. 4).

IV. 考 察

核聴診器は Wagner ら³⁾ によって開発されて以来, 連続的に心機能をモニターすることができる利点を有する装置として, 広くその臨床応用が試みられている. しかし一方で時間分解能や, 固定位置のずれなど問題点も多く指摘されている. なかでもバックグラウンド処理方法は, 最も基本的

かつ重要な問題点と思われる.

大嶽ら⁴⁾, 玉木ら⁵⁾, Breisblatt ら⁶⁾ は, cut-off level を左室拡張末期カウントの 70% に, 今井ら⁷⁾ は 80% に固定, 井出ら⁸⁾, 清野ら⁹⁾ はバックグラウンド用検出器を使用している. その根拠として, 心プール法, 心エコー図, 心臓カテーテル検査で求めた EF と比較し高い相関を得たことを報告しているが, いずれも安静時 EF のみの比較で, 運動中の EF については検討されていない. 玉木ら⁵⁾ は安静時にあらかじめ, 検出器の固定位置を心プール法の測定結果と一致するように調節している. しかし核聴診器の最大の利点は, 大型の γ-カメラ装置を離れて EF の測定が連続的に可能なことであるので, このように測定ごとに心プール法による細かい調節を必要とするのでは, その利用価値が半減する.

今回われわれの検討では, cut-off level を左室

拡張末期)カウントの70%, 75%に固定したところ, 心プール法EFと一致しなかった. 心プール法EFと一致するように回帰的に至適バックグラウンドを求めると, 症例間の差が大きく運動により変化していた. 富谷¹⁰⁾は, 運動中の肺血流は安静時とは異なり, しかも健常人と心疾患患者ではその変化のパターンが異なることを報告している. したがって, cut-off levelは肺血流量の変化によって変化させるべきであり, そのためにはバックグラウンド用検出器による肺野カウント測定が不可欠と思われる.

しかしバックグラウンド検出器のカウント数をそのまま cut-off level としてEFを算出すると, 安静時EFが心プール法EFと大きく異なった. これはバックグラウンド用検出器の位置でカウント数が変化し, その結果EF絶対値も増減するにもかかわらず, 最適な検出器固定位置の指標がないためと考えられた. 大嶽ら⁴⁾, 玉木ら⁵⁾は検出器を右中肺野に固定し, Bergerら¹¹⁾, 清野ら⁹⁾は左室の左側でtime-activity curveが平坦かつ一回拍出量(stroke volume)の変化が最小になる位置を最適としている. われわれは右第4肋骨付近でtime-activity curveが平坦になり, 呼吸性の変動のない所としたが結果的にほとんどの症例でEFが心プール法より過小評価された. この方法で, EFの絶対値を心プール法EFと一致させるのは現時点では困難であると思われる. しかし核聴診器は, 本来変化量を連続的に評価することが使用目的なので, EFの絶対値よりも変化量が最も心プール法とよく一致する, バックグラウンド用検出器を用いた算出方法が最適であると思われた. また今回の検討では, 運動量が増すにつれ心プール法との相関がしだいに低くなっており, 肺血流量の変化を正確に評価できる検出器の固定位置や, 運動による体位のずれによって生じる誤差の可能性について今後検討が必要と思われた.

V. 結 語

核聴診器を用いてEFを測定する場合, cut-off levelを一定にするのではなく, バックグラウン

ド用検出器を使用して肺野カウントを測定すべきであると考えられた.

本論文の要旨は第30回日本核医学会総会(東京)にて発表した.

文 献

- 1) Koike A, Itoh H, Taniguchi K, Hiroe M: Detecting abnormalities in left ventricular function during exercise by respiratory measurement. *Circulation* 80: 1737-1746, 1989
- 2) Koike A, Itoh H, Doi M, Taniguchi K, Marumo F, Uehara I, et al: Effects of isosorbide dinitrate on exercise capacity in cardiac patients—Relationship between oxygen uptake response and hemodynamic effects—. *Jpn Cir J* 54: 1535-1545, 1990
- 3) Tarkowska A, Adam WE, Bitter F: Assessment of the left ventricular function with the nuclear stethoscope. *Eur J Nucl Med* 5: 333-338, 1980
- 4) 大嶽 達, 渡辺俊明, 小坂 昇, 百瀬敏光, 西川潤一, 飯尾正宏, 他: 携帯用 RI 心機能モニター (VEST) の基礎的検討——バックグラウンドを中心に——. *核医学* 25: 775-787, 1988
- 5) 玉木長良, Strauss HW: 携帯用 RI 心機能モニター (VEST) による心機能評価——(第1報) 基礎検討——. *核医学* 24: 289-296, 1987
- 6) Breisblatt MJ, Weiland FL, McLain JR, Tomlinson GC, Burns MJ, Spaccavento LJ: Usefulness of ambulatory radionuclide monitoring of left ventricular function early after acute myocardial infarction for predicting residual myocardial ischemia. *Am J Cardiol* 62: 1005-1010, 1988
- 7) 今井嘉門, 荒木康史, 西尾由香里, 斎藤 顕, 小沢友紀雄, 波多野道信, 他: 虚血性心疾患患者における, 運動負荷終了後の回復早期の心駆出率のオーバーシュート現象の特徴に関して. *核医学* 26: 1429-1437, 1989
- 8) 井出 満, 兼本成斌, 五島雄一郎, 鈴木 豊: テルル化カドミウムを用いたシングルプローブによる左室機能の計測. *核医学* 23: 1675-1682, 1986
- 9) 清野精彦, 鄭 広模, 宗像純司, 川越 栄, 今泉孝敬, 植田俊郎, 他: 心臓プローベ法による左室収縮・拡張動態の分析と早期心機能障害の検索. *呼吸と循環* 36: 57-63, 1988
- 10) 富谷久雄: 運動負荷時肺血流量よりみた冠動脈の心機能評価. *核医学* 26: 385-398, 1989
- 11) Berger HJ, Davies RA, Batsford WP, Hoffer PB, Gottschalk A, Zaret B: Beat-to-beat left ventricular performance assessed from the equilibrium cardiac blood pool using a computerized nuclear probe. *Circulation* 63: 133-142, 1981

Summary

Assessment of the Background Count to Measure the Left Ventricular Ejection Fraction with a Nuclear Stethoscope

Mayumi DOI*, Haruki ITOH**, Michiaki HIROE*,
Koichi TANIGUCHI*** and Fumiaki MARUMO*

**Second Department of Internal Medicine, Tokyo Medical and Dental University*

***Internal Medicine, The Cardiovascular Institute*

****Internal Medicine, Gunma Maebashi Hospital*

The nuclear stethoscope is a newly developed device for monitoring left ventricular ejection fraction (EF) with a pair of cadmium telluride detector for both left ventricular count (first channel) and background count (second channel). Although it is useful for evaluating the cardiac function during exercise, the methodology of the calculation for distinguishing the net ventricular blood count from the background count has not been established yet.

In order to establish a reasonable method to calculate EF, we measured EF using a nuclear stethoscope and conventional gated blood pool scintigraphy in 20 healthy volunteers. All subjects underwent two supine ergometer exercise tests consisting of the 3 stages for the nuclear stethoscope and blood pool scintigraphy. The EF was determined with the following three method for the nuclear stethoscope; 1) Cut-off level was fixed at 70% of first channel, 2) Cut-off level at 75%, 3) Cut-off level was determined by the background count obtained from second channel.

There was a poor relationship between the EFs obtained from gated blood scintigraphy and the EFs from the nuclear stethoscope calculated by any of these method. Regarding the EF calculated using the background count, however, the delta values of EF between rest and any of the 3 stages during exercise correlated closely to those EF from blood scintigraphy. When we apply the EF-at-rest value obtained from blood pool scintigraphy to analysis with the nuclear stethoscope, the EFs of 3 stages indicated good correlation (Stage I $r=0.91$, Stage II $r=0.82$, Stage III $r=0.69$).

These results suggest that detecting the background count is useful in order to measure the left ventricular EF with the nuclear stethoscope. Since the absolute value of EF doesn't necessarily correlate to that from blood pool scintigraphy in this method, it is recommended to evaluate only the changing values of the EF.

Key words: Nuclear stethoscope, Blood pool study, Left ventricular ejection fraction, Background.