

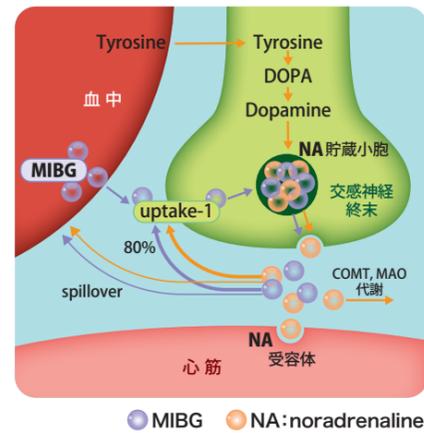
MIBG心筋シンチグラフィの標準化はどのようにすればよいか？

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/29744

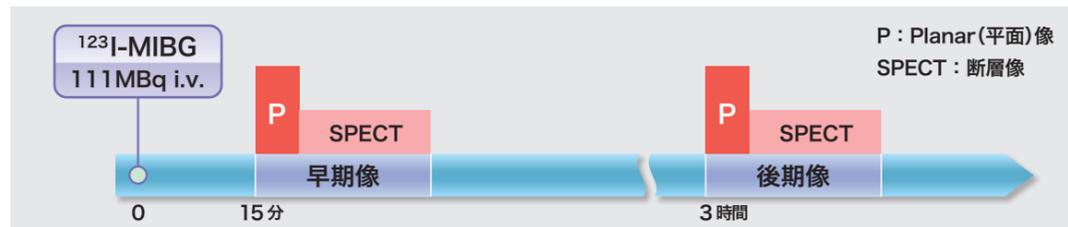
● MIBG心筋シンチグラフィの定量指標

早期像のH/M比	心臓交感神経(分布と密度)を反映
Washout rate	心臓交感神経活性を反映
後期像のH/M比	心臓交感神経の分布・密度および機能(取り込み、保持、活性度)を反映

MIBGの集積機序



● ¹²³I-MIBGイメージングプロトコール例



参考文献

- 1) Nakajima K. Normal values for nuclear cardiology: Japanese databases for myocardial perfusion, fatty acid and sympathetic imaging and left ventricular function. Ann Nucl Med. 2010; 24: 125-135.
- 2) Nakajima K, Matsubara K, Ishikawa T, et al. Correction of iodine-123-labeled meta-iodobenzylguanidine uptake with multi-window methods for standardization of the heart-to-mediastinum ratio. J Nucl Cardiol. 2007; 14: 843-851.
- 3) Nakajima K, Yoshita M, Matsuo S, et al. Iodine-123-MIBG sympathetic imaging in Lewy-body diseases and related movement disorders. Q J Nucl Med Mol Imaging. 2008; 52: 378-387.
- 4) Okuda K, Nakajima K, Hosoya T, et al. Semi-automated algorithm for calculating heart-to-mediastinum ratio in cardiac iodine-123 MIBG imaging. J Nucl Cardiol. 2011; 18: 82-89.
- 5) Nakajima K, Okuda K, Matsuo S, et al. Standardization of metaiodobenzylguanidine heart-to-mediastinum ratio using a calibration phantom: Effects of correction on normal databases and a multi-center study. Eur J Nucl Med Mol Imaging (in press)
- 6) 中嶋憲一. ¹²³I-MIBG心筋シンチグラフィの画像解析. Bio Clinica. 2011; 26: 68-73.
- 7) 利波紀久, 中嶋憲一, 絹谷清剛. 核医学画像診断ハンドブック—良い読影と効果的な利用のために—. エルゼビア・ジャパン, 東京, 2011.

MIBG心筋シンチグラフィの標準化はどのようにすればよいか? 1st step

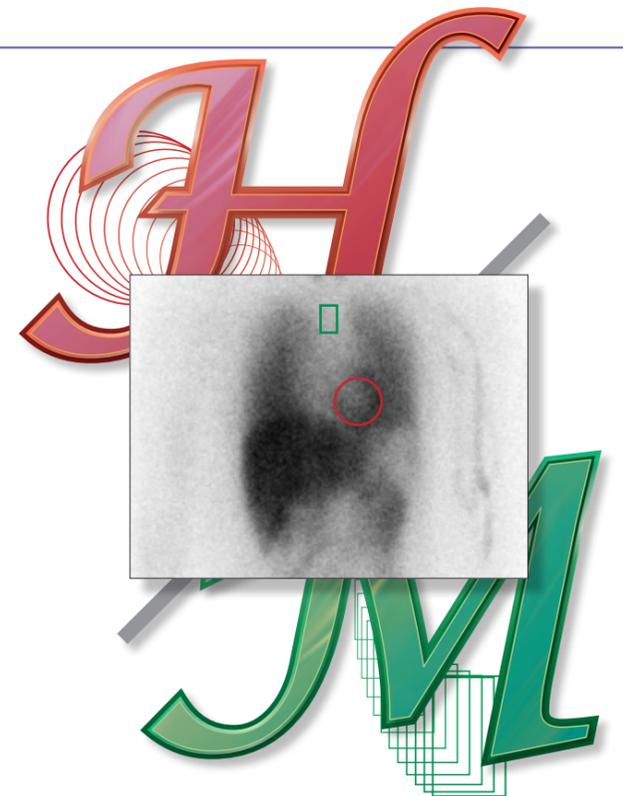
金沢大学附属病院 核医学診療科 臨床教授 中嶋 憲一
金沢大学医薬保健研究域 医学系 核医学 奥田 光一

¹²³I-meta-iodobenzylguanidine(MIBG)心筋シンチグラフィは心臓の交感神経を画像化できるユニークな検査であり、心臓交感神経障害を評価する検査として広く用いられている。一般的な指標としては、プラナー画像(平面像)におけるH/M比(心臓Heart/縦隔Mediastinum比)やWashout rate(洗い出し率)がある。

しかしながら、これらの定量値には施設間差が認められ、その大きな要因となっているのが、(1)関心領域(ROI)の設定法の差異、(2)Washout rateの計算法の差異、(3)コリメータの特性に基づく差異である。

今回は標準化“1st step”として、ソフトウェアを使用したROI設定の標準化手法を紹介し、H/M比、Washout rateの標準値、および計算法の注意点について述べる。

次回は標準化“2nd step”として、カメラ間差を補正する方法を紹介する。



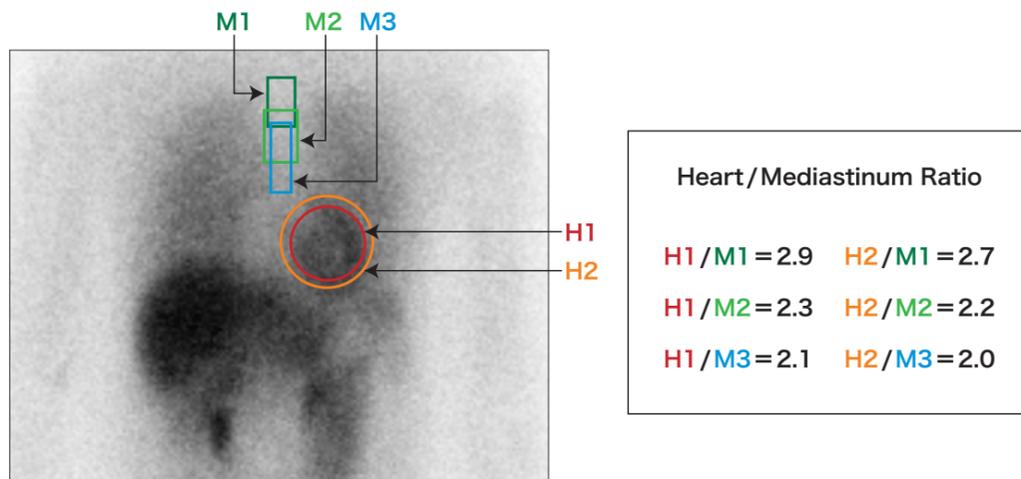
ROI(関心領域)はどのように設定すればよいか？



ROIの設定方法を一定にすることで、再現性のよいH/M比を得ることができる。

ROI設定の違いによって、これだけH/M比は変わる。

図1 心臓および縦隔ROIのサイズ・位置とH/M比

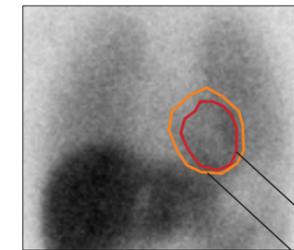


¹²³I-MIBG プラナー像(平面像)の定量解析法は、心臓と縦隔に関心領域(ROI)を設定し、それぞれのカウント値から心臓/縦隔(Heart/Mediastinum、H/M)比や洗い出し率(Washout rate)を算出する方法が一般的である。しかしながら、心臓および縦隔ROIの大きさや位置は標準化されていないため、定量的な指標であるH/M比やWashout rateには術者間差や施設間差が存在する。

例えば、図1において縦隔ROIを3種類(M1からM3)、心臓ROIを2種類(H1とH2)とすると、H/Mは2.0から2.9まで変動した。従って、ROI設定は施設内および施設間で一定のルールを設けることが望ましい。

ROI設定の注意点(心臓Hおよび縦隔M)

A 心臓ROI(H)の大きさと位置

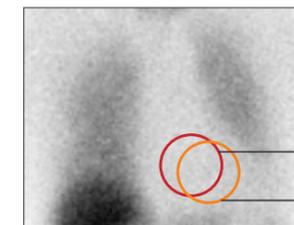


肺や肝の集積が心臓Hの数値に影響を与えるため、心臓ROI内にその集積が入らないようにする。ROIは、心臓を含みながら小さめに設定する。

本事例のように肺や肝の集積があまり高くない症例では、大きめのROIをとると、ピクセル当たりの心臓カウントやH/M比は低くなる。

心臓ROIカウント(小)	117.5 count/pixel	H/M比	2.23
心臓ROIカウント(大)	111.6 count/pixel	H/M比	2.12

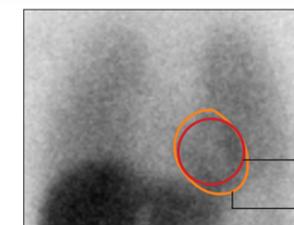
B 無集積の場合の心臓ROI(H)の位置



心臓が無集積の場合、心臓の集積はバックグラウンドと同等になるため、ROIの形状や位置が心臓カウントやH/M比に及ぼす影響は小さい。

心臓ROIカウント(中心)	26.1 count/pixel	H/M比	1.10
心臓ROIカウント(偏心)	27.8 count/pixel	H/M比	1.17

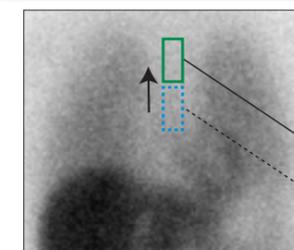
C 心臓ROI(H)の形状



心臓ROIの形状に関しては、円形および多角形でH/M比の差は小さい。これは心臓ROIのカウント値がピクセル当たりの平均カウント値で表されるためである。

心臓ROIカウント(円形)	116.1 count/pixel	H/M比	2.22
心臓ROIカウント(多角形)	118.2 count/pixel	H/M比	2.26

D 縦隔ROI(M)の位置



心臓や肺の集積に近い位置の縦隔にROIを設定すると、両臓器からの影響を顕著に受ける。縦隔のROIはバックグラウンドを意味しているため、可能な限りカウントの少ない上縦隔に設定する。

縦隔ROIカウント(上)	51.3 count/pixel	H/M比	2.28
縦隔ROIカウント(下)	68.6 count/pixel	H/M比	1.70

術者間差や施設間差を小さくするためには？



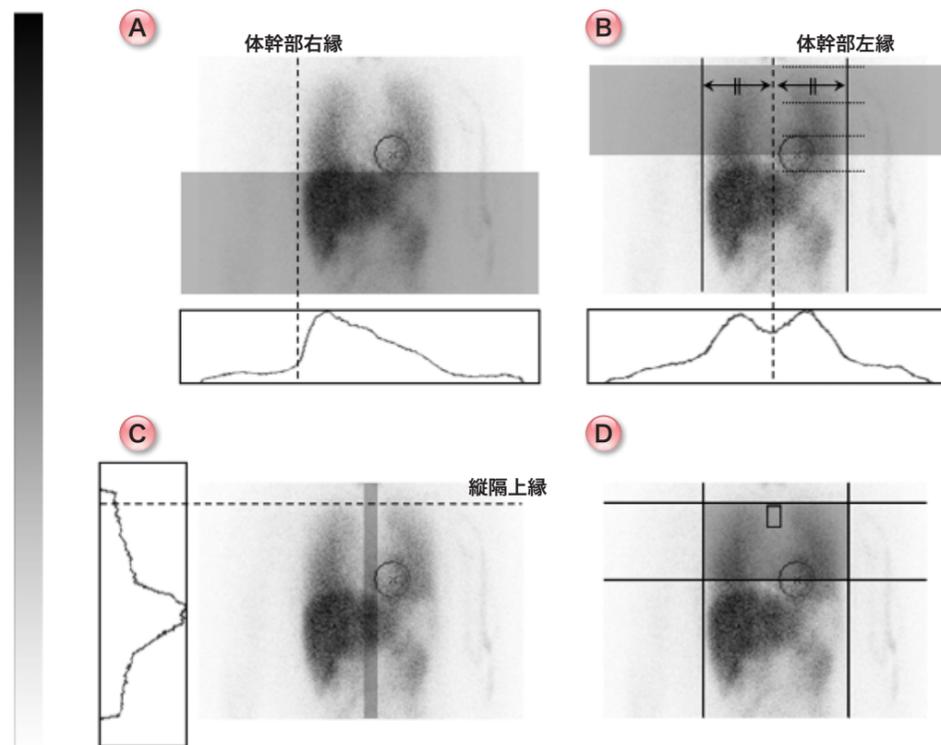
半自動的にROI設定できるソフトウェア“smartMIBG”を利用する。

smartMIBG

Standardized Method for Automatic ROI setting in MIBG study (smartMIBG) は、心臓と縦隔のROIを半自動的に設定し、H/M比と洗い出し率を自動で算出するソフトウェアである。

smartMIBG アルゴリズムの解説

図2 smartMIBG の縦隔自動設定アルゴリズム



smartMIBGは4つの境界線で胸部領域を規定することで、縦隔ROIのサイズと位置を決定する。

A 体幹部右縁の規定	心臓ROIを手動で決定した後に、ROI下部のカウントプロファイルカーブから肝の右縁を決定し、この位置を体幹部の右縁とする。
B 体幹部左縁の規定	心臓ROIのサイズより胸部領域の推定をすることで胸部のカウントプロファイルカーブを作成し、中央部の最小点を検出する。この点と体幹部右縁との距離を折り返し、左縁を規定する。
C 縦隔上縁の決定	縦隔領域のカウントプロファイルカーブを作成し、上縦隔での最小値を検出することで縦隔上縁とする。 ※最小値が検出不可能な場合は心臓ROIサイズより推定する。
D 縦隔ROIサイズ・位置の決定	A、B、Cと心臓ROIの中心を水平に通る4本の境界線で囲まれた部分を胸部領域とする。胸部領域の水平方向10%、垂直方向30%の大きさの矩形を縦隔ROIとし胸部領域の上縁に設定する。

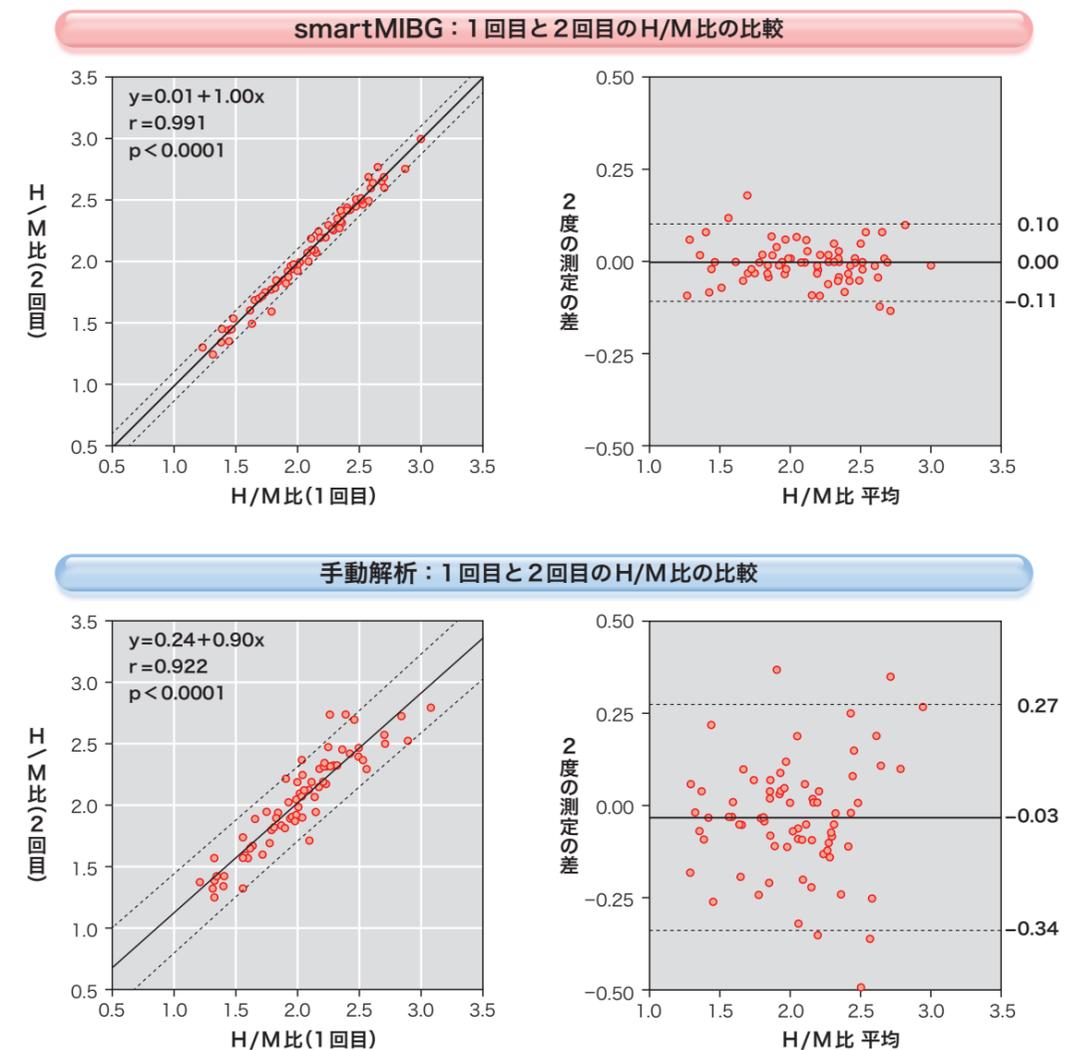
smartMIBGで算出されたH/M比の再現性は、手動解析よりも良好である。

手動によるROI設定とsmartMIBGで、H/M比の再現性を比較した。

37症例(男性18例・女性19例、年齢53±20歳)を対象とし、その内訳は循環器疾患13例(36%)、神経疾患12例(32%)、健常例12例(32%)である。術者内評価で、3ヵ月後に2回目の計測を行った。

その結果(図3)、smartMIBGによるH/M比は手動によるROI設定に比べて測定値のバラツキが少ない傾向にあり、再現性が良好であった。

図3 smartMIBGと手動解析の術者内評価結果

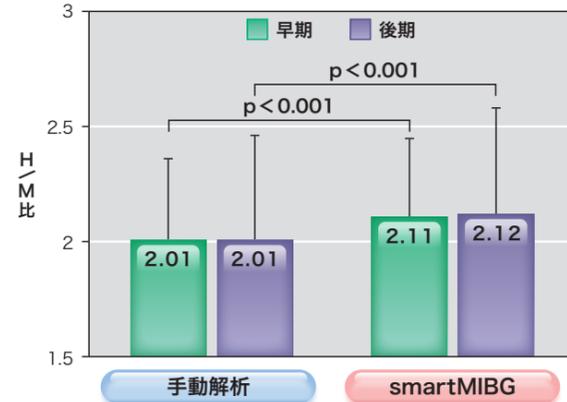


smartMIBG と手動解析の比較検討結果

smartMIBG は H/M 比が少し高く計測される。

smartMIBG では、縦隔 ROI は縦隔領域の最小カウントを検出するため、従来の手動解析より H/M 比は少し高く計測される。

図4 smartMIBG と手動解析により算出した H/M 比の比較 (術者内評価)



smartMIBG を用いると術者内も術者間も再現性が良くなる。

smartMIBG と手動解析の比較 (A vs B)

smartMIBG による術者内評価は、手動解析法よりも、一致率が良好であった。

術者内と術者間の評価 (A vs C)

smartMIBG を使用すると、術者間評価においても、術者内評価に匹敵する再現性を得ることができる。

H/M 比

この検討では、下表の H/M の数値に基づいて、正常、軽度異常、高度異常に分類した。

	早期像	後期像
正常	1.97 以上	1.99 以上
軽度異常	1.55~1.96	1.49~1.98
高度異常	1.54 以下	1.48 以下

A smartMIBG による術者内評価 ($\kappa = 0.922$)

		1 回目		
		正常	軽度異常	高度異常
2 回目	正常	46	1	0
	軽度異常	1	17	1
	高度異常	0	0	8

B 手動解析による術者内評価 ($\kappa = 0.789$)

		1 回目		
		正常	軽度異常	高度異常
2 回目	正常	38	4	0
	軽度異常	2	19	0
	高度異常	0	3	8

C smartMIBG による術者間評価 ($\kappa = 0.866$)

		術者 1		
		正常	軽度異常	高度異常
術者 2	正常	47	0	0
	軽度異常	3	15	1
	高度異常	0	1	7

H/M 比および Washout rate (洗い出し率) の正常値

	コリメータ	平均* ($\pm 2SD$)	
H/M 比	LE	早期像	2.4 (2.0~2.8)
		後期像	2.5 (2.0~3.0)
	LME または ME	早期像	2.8 (2.1~3.4)
		後期像	3.0 (2.3~3.7)
Washout rate (%)	時間減衰補正のみ	16 (9~23)	
	時間減衰・バックグラウンド補正	13 (3~22)	

[日本核医学会ワーキンググループ・ノーマルデータベースより]

* Washout rate は中央値

LE: 低エネルギー用、LME: 低・中エネルギー用、ME: 中エネルギー用

Washout rate の計算式とその注意点

Washout rate の計算式を右に示す。

Washout rate の評価における注意点は、時間減衰の補正を行わない場合があること、さらに後期像の撮像時期が施設によって異なることである。

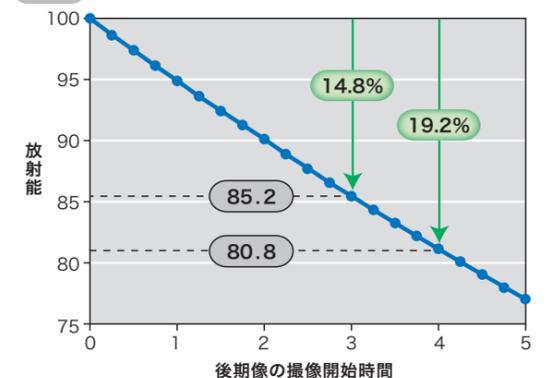
まず、時間減衰が未補正の場合、(初期の放射能を 100 とすると) 3、4 時間後の放射能はそれぞれ 85.2、80.8 となるため、適切な時間減衰補正をした場合よりも Washout rate は 14.8%、19.2% の過大評価となる。また、後期像の撮像時期 (3 時間と 4 時間) の差によって洗い出しに 4.4% の差が生じる。

他施設の Washout rate と比較する場合は、時間減衰補正をするか、後期像の撮像時間を合わせる必要がある。

$$\text{Washout rate} = \frac{(\text{He} - \text{Me}) - (\text{Hd} - \text{Md}) / k}{(\text{He} - \text{Me})}$$

He: 早期像における心臓 ROI 内のカウント
 Hd: 後期像における心臓 ROI 内のカウント
 Me: 早期像における縦隔のカウント
 Md: 後期像における縦隔のカウント
 k: 時間減衰係数 [$k = 0.5^{t/13}$, t: 経過時間 (時間)]

図5 ^{123}I -MIBG の時間減衰曲線



金沢大学での収集条件

シーメンス SymbiaT6
コリメータ: LMEGP

	Planar	SPECT
マトリクス	256 × 256	64 × 64
拡大率	1.0	1.45
ピクセルサイズ	2.4 mm	6.6 mm
エネルギーウィンドウ	159 ± 10% KeV	
収集時間	180 秒	一方向 30 秒、step and shoot 360 度収集、6 度ステップ

プロトコール

^{123}I -MIBG
111 MBq

