

## 核医学担当業務に必要な知識と技術 —消化管シンチ—

岡山済生会総合病院 画像診断科  
県立広島大学大学院 総合学術研究科  
長谷川大輔

### 1. はじめに

消化管シンチの種類は、肝アジアロシンチ、肝胆道シンチ、消化管出血シンチおよびタンパク漏出シンチなど多岐にわたっているため、今回は肝アジアロシンチを中心に述べる。

### 2. 肝臓の基礎知識

図 1 から 7 に、肝臓の基礎的な知識を示す。肝切除の基準、肝予備能および肝切除後肝不全の考え方は、肝アジアロシンチを用いて術後残肝機能を測定する際に必須の知識であるため、専門書を参考にして学習する必要がある。肝切除後肝不全は、2010 年に International Study Group of Liver Surgery (ISGLS) によって「術後 5 日目以降の総ビリルビン上昇・プロトロンビン時間延長」と定義され、その重症度を Grade A から C に分類された。この基準は新たな国際基準として今後広く用いられる可能性がある。

### 3. アシアロシンチの運用方法

図 8 から 24 に、アシアロシンチの基礎と当院の運用方法を示す。収集方法は、ダイナミック収集および SPECT 撮像が広く行われている。薬剤投与 30 分を過ぎると、肝機能が良好な症例では胆道排泄が始まるため、検査は可能な限り 30 分以内に終わらせる必要がある。また、ダイナミック収集の収集開始時間が、薬剤投与

前、薬剤投与直後、鎖骨下静脈に到達したタイミングなど、施設で統一する必要がある。これは、ヘパトグラム立ち上がり時間が変動することにより、定量指標に影響を及ぼすためである。得られたプラナー画像に対する心臓と肝臓の ROI の囲み方も施設で統一する必要がある。図 11, 12 に示すように、ROI の囲み方は多数の報告があるため、参考にさせていただきたい。図 13, 14 に、SPECT 収集方法および画像再構成条件を示しているが、それぞれ最適な方法に関する報告はなく、装置毎に検討する必要がある。ただし、 $\gamma$ 線の物理現象に対する補正（散乱・減弱）およびコリメータ開口補正は、画像の定量性を向上するため必須であると考えられる。

### 4. まとめ

図 26 に示すように、アシアロシンチの技術報告は非常に少ない。アシアロシンチは欧米で行われていないため、日本からエビデンスを更に発信していく必要がある。そのためにも今後、定量評価の標準化に向けた多施設による取り組みが必須と考える。

### 本日の内容

- 肝臓の基礎知識
- アジアロシンチの当院の運用方法
- アジアロシンチの課題と将来展望

岡山済生会総合病院

図 1

### 肝切除の基準

- 幕内基準は安全
  - 手術関連死亡率 0%, 合併症率 26.2%  
Torzilli G, et al. Arch Surg 1999;134:984-992
- ICGは黄疸に修飾される
  - 肝門部胆管癌の多くは閉塞性黄疸を伴っている  
前田敦行, 他. 胆道 2008; 22(4):500-506
  - アジアロシンチは黄疸に修飾されない  
呉 勤, 他. 核医学 1996; 33:161-168  
Mimura T, et al. Hepato-Gastroenterology 2001; 48:777-782

岡山済生会総合病院

図 4

### 肝臓がんの治療法

Liver damage	A, B			C	
	1	2, 3	4 ≤	1~3	4 ≤
Number of tumor	1	2, 3	4 ≤	1~3	4 ≤
Tumor size		3 cm ≥ 3 cm <		3 cm ≥	
Treatment	肝切除 RFA	肝切除 RFA	肝切除 TACE	肝移植	緩和ケア

肝癌診療ガイドライン2013  
岡山済生会総合病院

図 2

### 肝予備能

- 正常な肝臓は30%しか機能していない
- 残りの70%は潜在的な機能(予備能)である

岡山済生会総合病院

図 5

### 肝切除の基準

胆水	血清総ビリルビン値			
なし	あり			
	1.0mg/dl以下	1.1~1.5mg/dl	1.6~1.9mg/dl	2.0mg/dl以上
	ICGR15分値	部分切除	核出術	非手術
	10%未満	10~19%	20~29%	30%以上
	2区域以上 2/3切除	区域切除 1/3切除	亜区域切除 1/6切除	部分切除

幕内雅敏, 外科診療 1987; 29: 1530-1536  
岡山済生会総合病院

図 3

### 肝切除後肝不全

- いったん発症すると致命的となり得る最も重篤な合併症の一つ
- 生体肝移植以外に有効な治療法がない

術前に肝切除後の予備能評価を行うことは肝不全のリスクを下げるためにも重要。

岡山済生会総合病院

図 6

### 肝予備能測定方法

- Child-Pugh分類  
採血結果と臨床症状より肝予備能を分類
- ICG負荷試験  
色素を体内に入れることで肝予備能を測定
- アシアロシンチグラフィ  
放射線医薬品を用いて肝予備能を画像化

}

全体的

全体的  
&  
局所的

岡山済生会総合病院

図 7

### ヘパトグラム

- 心臓と肝臓にROIを設定

岡山済生会総合病院

図 10

### 内容

- 肝臓の基礎知識
- アシアロシンチの当院の運用方法
- アシアロシンチの課題と将来展望

岡山済生会総合病院

図 8

### ROIの囲み方

- 心臓ROIは両心室(右室, 左室)を囲む。  
高橋良昌, 他. 日放技学誌 2014; 70(8):799-804
- 心臓ROI内に肝臓を含まないように, そして再現性を担保するために, Lowerの閾値を高めを設定する。  
Koizumi M, et al. Ann Nucl Med 1992; 6(2):83-87

岡山済生会総合病院

図 11

### 撮像方法

- ダイナミック収集
  - 撮像機器: e-cam signature model (SIEMENS)
  - 使用薬剤: <sup>99m</sup>Tc-GSA
  - 撮像時間: 18分 (30秒間隔)
  - 正面像によるダイナミック収集

岡山済生会総合病院

図 9

### ROIの囲み方

- 再現性が正方形ROIを用いることで改善  
Ogasawara G, et al. Ann Nucl Med 2013; 27:487-491
- 肝臓ROIのみを使用した新たな定量指標  
Miki K, et al. World J Gastroenterol 2013; 19(1):92-96

$$IOC = \frac{L(15) \times 2 - L(3) - L(27)}{L(27) - L(3)}$$

岡山済生会総合病院

図 12

### 撮像方法

- SPECT収集(薬剤投与20分後)
  - コリメータ：低エネルギー高分解能型 (LEHR)
  - マトリクスサイズ：128×128
  - ピクセルサイズ：3.3 mm
  - サンプルング角度：3度
  - 収集時間：12分 (2分×6回転)
  - 自動近接撮像
  - 自由呼吸下

岡山済生会総合病院

図 13

### 再構成条件

- 定量性が重要

再構成条件	Quantitative value (Bq/ml)
RR	0.0613
RR+AC	0.0727
RR+AC+SC	0.0816
True value	0.1004

岡山済生会総合病院

図 16

### 再構成条件

- 分解能補正組み込み逐次近似再構成法
  - Flash 3D
  - Subsets : 6 Iterations : 15
  - Gaussian filter : FWHM = 6.6 mm
  - 減弱補正法 : CT減弱補正
  - 散乱線補正 : MEW法

岡山済生会総合病院

図 14

### 定量指標

- HH15, LHL15, ICG(GSA)を算出
  - 血中消失率  $HH15 = \frac{H(15)}{H(3)}$
  - 肝集積率  $LHL15 = \frac{L(15)}{L(15)+H(15)}$
  - $ICG(GSA) = 175 \times LHL15 - 172.55$

岡山済生会総合病院

図 17

### 減弱補正法

- Chang法の特徴
 

\* 唐敷中央病院 松友先生より提供
- 最適な減弱補正法の選択

岡山済生会総合病院

図 15

### 定量指標

- ICG(GSA)の換算式は施設間で異なる
  - $ICG(GSA) = 105 - LHL15 \times 101$   
Tomiyasu S. et al. JJGS 2000; 33: 579-583
  - $ICG(GSA) = 119.6 - LHL15 \times 117.2$   
Shima Y. et al. JJGS 2012
  - $ICG(GSA) = 114 - LHL15 \times 108$  (liver damage A)
  - $ICG(GSA) = -41 + HH15 \times 103$  (liver damage B)  
Kawamura H. et al. JJGS 2004; 37: 14-20

岡山済生会総合病院

図 18

**臨床例**

- 70歳代 女性
- 主訴は検診時の腹部超音波検査で肝内胆管の拡張を指摘された
- 閉塞性黄疸の疑いで精査

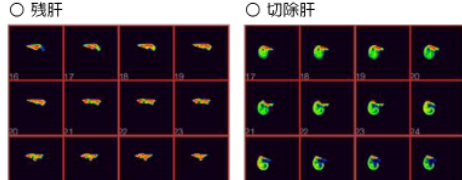
岡山済生会総合病院

図 19

**臨床例**

- アシアロシンチ

○ 残肝                      ○ 切除肝



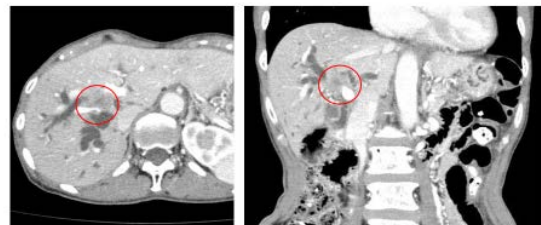
拡大右葉切除後の残肝推定ICG (GSA) = 28.8%

岡山済生会総合病院

図 22

**臨床例**

- CT画像



肝門部胆管癌疑い

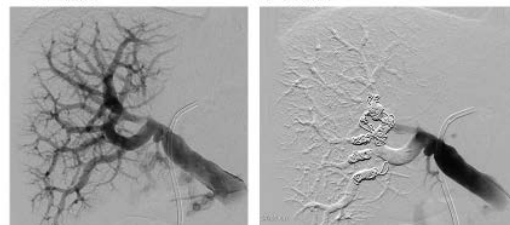
岡山済生会総合病院

図 20

**臨床例**

- 門脈塞栓術

○ 塞栓前                      ○ 塞栓後

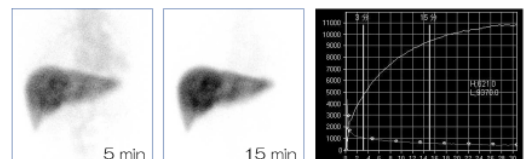


岡山済生会総合病院

図 23

**臨床例**

- アシアロシンチ



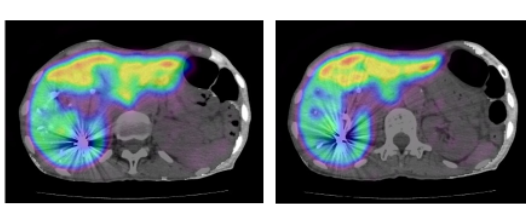
HH15 = 0.578    LHL15 = 0.938    ICG(GSA) = 8.4%  
\*ICG R15 = 18.8%

岡山済生会総合病院

図 21

**臨床例**

- アシアロシンチ(門脈塞栓後)



拡大右葉切除後の残肝推定ICG (GSA) = 18.3%

岡山済生会総合病院

図 24

### 本日の内容

- 肝臓の基礎知識
- アシアロシンチの当院の運用方法
- アシアロシンチの課題と将来展望

岡山済生会総合病院

図 25

### 定量指標の問題

- 標準化に向けた取り組みが必要
  - 肝癌診療ガイドライン2013年版
    - ・ 一般肝機能検査とICG負荷試験(grade B)
    - ・ アシアロシンチは組織学的肝障害度分類に優れている
    - ・ 血液所見や画像所見など総合的な判断が必要

定量指標の標準化に向けた取り組みを行い多施設による前向き検討が望まれる。

岡山済生会総合病院

図 28

### 技術的な問題

- 技術的な報告が少ない (64本中3本)

Category	Percentage
clinical	92%
technical	5%
others	3%

\*キーワード: GSA, 2006-2014年 PubMed使用

岡山済生会総合病院

図 26

### 将来展望

- 三次元画像から定量指標の算出

- 二次元画像では過大評価または過小評価される
- SPECT画像を利用した定量指標(LUV<sub>(BSA)</sub>など)

Yilei M. et al. Ann Surg Oncol 2015; 22(4):1301-1307  
Yoshida M. et al. Jpn J Radiol 2012; 30:255-262

岡山済生会総合病院

図 29

### 定量指標の問題

- 施設間で用いる定量指標が異なる
  - コンパートメントモデル解析を利用
 

秀毛範至, 他. 臨床核医学 2006; 39(4): 56-58  
Shunda D. et al. Nucl Med Commun 2013; 34(9): 893-899
  - 肝集積率の評価
 

Koizumi K. et al. Ann Nucl Med 1992; 6(2):83-87  
Yoshida M. et al. Jpn J Radiol 2012; 30:435-441
  - 時間放射能曲線から算出
 

Miki K. et al. World J Gastroenterol 2013; 19(1):92-96

岡山済生会総合病院

図 27

### まとめ

- 肝臓に関する臨床知識
- アシアロシンチの定量指標
- ROIの囲み方に注意
- SPECT撮像および再構成条件の最適化
- 今後標準化に向けた取り組みが必要

岡山済生会総合病院

図 30