

Title	99mTc-GSA を用いた肝シンチグラフィの臨床的検討
Author(s)	石井, 勝己; 西山, 正吾; 西巻, 博 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(6), p. 818-829
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14869
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

^{99m}Tc-GSA を用いた肝シンチグラフィの臨床的検討

北里大学放射線科，*同 内科

石井 勝己 西山 正吾 西巻 博 田所 克巳
池田 俊明 松林 隆 石井 公道*

（平成3年7月1日受付）

（平成3年10月22日最終原稿受付）

Clinical Evaluation of Hepatic Scintigraphy Using ^{99m}Tc-GSA

Katsumi Ishii, Shogo Nishiyama, Hiroshi Nishimaki, Katsumi Tadokoro,
Toshiaki Ikeda, Takashi Matsubayashi and Kodo Ishii*

Department of Radiology, School of Medicine, Kitasato University

*Department of Internal Medicine, Kitasato University

Research Code No. : 701, 705, 725.2

Key Words : ^{99m}Tc-DTPA-galactosyl human serum albumin
(^{99m}Tc-GSA), Asialoglycoprotein,
Liver scintigraphy

Functional hepatic imaging was performed using ^{99m}Tc-DTPA-galactosyl human serum albumin (^{99m}Tc-GSA), a radiolabeled ligand that reacts specifically to the asialoglycoprotein receptor that resides at the plasma membrane of hepatocytes, in 21 patients: five with chronic active hepatitis (CAH), 14 with compensative liver cirrhosis (LC), one with chronic inactive hepatitis and one with acute hepatitis. The former two diseases were mainly investigated. Serial liver images were acquired at the rates of 10 sec/frame for 0—5 min and 2 min/frame for 6—30 min after the injection of ^{99m}Tc-GSA, and the images were compared with ^{99m}Tc-phytate images in 2 patients with CAH and 11 with LC, and those with portal scintigrams using ¹²³I-iodoamphetamine (IMP) in 3 patients with LC. The images using ^{99m}Tc-GSA were in better agreement with hepatic function than those using ^{99m}Tc-phytate, and with the findings of portal scintigraphy using ¹²³I-IMP. LHL15 (liver/liver and heart radioactivities at 15 min after the injection of ^{99m}Tc-GSA) correlated with the hepaplastin test ($r=0.978$ in CAH, and $r=0.544$ in LC), indicators of hepatic reserve. These results suggest that liver scintigraphy using ^{99m}Tc-GSA might be a useful method for evaluating liver function.

はじめに

従来、核医学 in vivo 検査で行われてきた肝臓に対する検査方法には肝の細網内皮系細胞の機能を画像化したコロイド肝シンチグラフィと肝細胞の摂取排泄能を経時的画像として描出する肝・胆道シンチグラフィがあり、それぞれ形態的、機能的情報を知る上での有用性が認められてきたが、肝機能、肝疾患の重症度、肝予備能の判定には必

ずしも満足できるものとはいえない。

一方、肝細胞膜表面にはアシアロ糖蛋白 (Asialoglycoprotein : ASGP) 受容体が存在し¹⁾、種々の血中糖蛋白の糖鎖非還元末端の脱シアル化によって露出したガラクトース残基を特異的に認識して結合することが証明されており²⁾³⁾、ASGPはこの受容体を介して肝臓に特異的に取り込まれることが報告されている⁴⁾⁵⁾。また、このASGP受

容体は肝疾患の病態により減少することも報告されている⁶⁾。更に、Leeらは血清アルブミンと糖を結合させたネオ糖蛋白⁷⁾を合成し、これがASGPと等価に肝細胞膜の受容体に取り込まれることを証明した⁸⁾。Veraらはネオ糖蛋白を用いた肝シンチグラフィの検討を行い、ネオ糖蛋白は特異的な受容体を介して肝に取り込まれるために定量的な解析が可能であり、肝細胞数を直接反映する結果が得られたことを報告している⁹⁾。

今回、われわれはヒト血清アルブミンにガラクトースを結合させたネオ糖蛋白であるガラクトシルヒト血清アルブミンにジエチレントリアミン五酢酸(DTPA)を介して^{99m}Tcを標識したガラクトシルヒト血清アルブミンジエチレントリアミン五酢酸テクネチウム(^{99m}Tc)注射液(^{99m}Tc-GSA, 日本メジフィジックス社製)を用いて肝疾患患者に肝イメージングを行いその有用性について検討したので報告する。

対象及び方法

1) 対象

平成2年9月から10月に当院に来院した肝疾患患者21例を対象とした。Table 1にその内訳を示した。診断は、急性肝炎の1例は臨床所見並びに臨床検査値、16例はそれに加え肝生検及び腹腔鏡、残りの4例は臨床所見及び臨床検査値並びに血管造影及び超音波検査により行った。年齢は24歳から61歳、男11例、女10例であった。このうち^{99m}Tc-フチン酸による肝シンチグラフィを施行したものは慢性肝炎2例、肝硬変11例、計13例であった。肝硬変は全例、臨床症状を認めない代償性肝硬変であった。

更に、肝硬変3例については¹²³I-イソプロピル

ヨードアンフェタミン(¹²³I-IMP)による門脈シンチグラフィも施行した。

なお、本剤を用いるに先立ち院内の治験委員会において治験実施の承認を得た。

2) 方法

使用した^{99m}Tc-GSAは1バイアル(1ml)中に^{99m}Tc 185MBq〔検定日時において〕をGSA 3mgに標識した水性の注射剤である。

検査方法は検査前食を禁食とした被験者を仰臥位にし、あらかじめシンチカメラ(GE社製400AC/T)検出器を胸腹部前面に当て、^{99m}Tc-GSA 185MBqを肘静脈より急速注入した。静注直後より10秒毎に5分間、続いて2分毎に30~40分間連続画像を得た。同時にオンラインで接続したコンピュータ(Starcam)にデータを収集した。なお、

Table 2 Represent of liver and spleen early after injection of ^{99m}Tc-GSA

Intensity of represent	###	##	+	-
Chronic active hepatitis	—	—	2	3
Compensative liver cirrhosis	8	4	1	1
Chronic inactive hepatitis	—	—	—	1
Acute hepatitis	—	—	—	1

Table 3 Correlation coefficients of HH15 and LHL15 with liver function test

Total (n=21)				
	T-prot ¹⁾	Albumin	T-bil ²⁾	HPT ³⁾
HH15	-0.076	-0.786**	0.507*	-0.676**
LHL15	0.169	0.865**	-0.653**	0.680**
Chronic active hepatitis (n=5)				
	T-prot ¹⁾	Albumin	T-bil ²⁾	HPT ³⁾
HH15	-0.474	-0.059	0.172	-0.547
LHL15	0.121	0.383	-0.565	0.978*
Compensative liver cirrhosis (n=14)				
	T-prot ¹⁾	Albumin	T-bil ²⁾	HPT ³⁾
HH15	-0.355	-0.795**	0.308	-0.631*
LHL15	0.204	0.886**	-0.541*	0.554*

1) T-prot: Total protein, 2) T-bil: Total bilirubin

3) HPT: Hepaplastin test

*: p<0.05, **: p<0.001

Table 1 Patients studied

Disease	No. of patients
Chronic active hepatitis	5
Compensative liver cirrhosis	14
Chronic inactive hepatitis	1
Acute hepatitis	1
Total	21

コリメータは低エネルギー用汎用型を用いた。

心及び肝それぞれに関心領域 (ROI) を設定し、① ^{99m}Tc -GSA の血中消失速度を示す指標として本剤投与後3分の心における放射能に対する15分の放射能の比(15分後の心放射能/3分後の心放射能: HH15) 及び、② ^{99m}Tc -GSA の肝集積率を示す指標として本剤投与後15分における肝及び心の放射能に対する肝の放射能比〔肝/(肝+心): LHL15〕を求めた。

HH15及びLHL15の解析をイメージ的に関連づける方法として、連続イメージの検討を行った。連続イメージの判定基準として、肝よりも脾が明瞭に描出されたものを卍、脾と肝がほぼ同程度に描出されたものを卍、脾よりも肝が明瞭に描出さ

れているが、脾が僅かに描出されたものを+、肝のみで脾が全く描出されないものを-とした。

他検査との対比として取り上げたもののうち、 ^{99m}Tc -GSA による検査と ^{99m}Tc -フチン酸による肝シンチグラフィの施行間隔は48日~1年4カ月であった。また、3例の肝硬変に対して ^{123}I -IMPによる門脈シンチグラフィを行っている。方法は、 ^{123}I -IMP 111MBqを直腸に投与し、直後から胸腹部を5分毎に1時間連続撮像した。 ^{99m}Tc -GSAによる検査と ^{123}I -IMPによる門脈シンチグラフィの検査間隔は1年2カ月~2年9カ月であった。

肝機能障害に伴う肝の予備能の変化を示す検査として血漿蛋白、アルブミン、ヘパラスチンテ

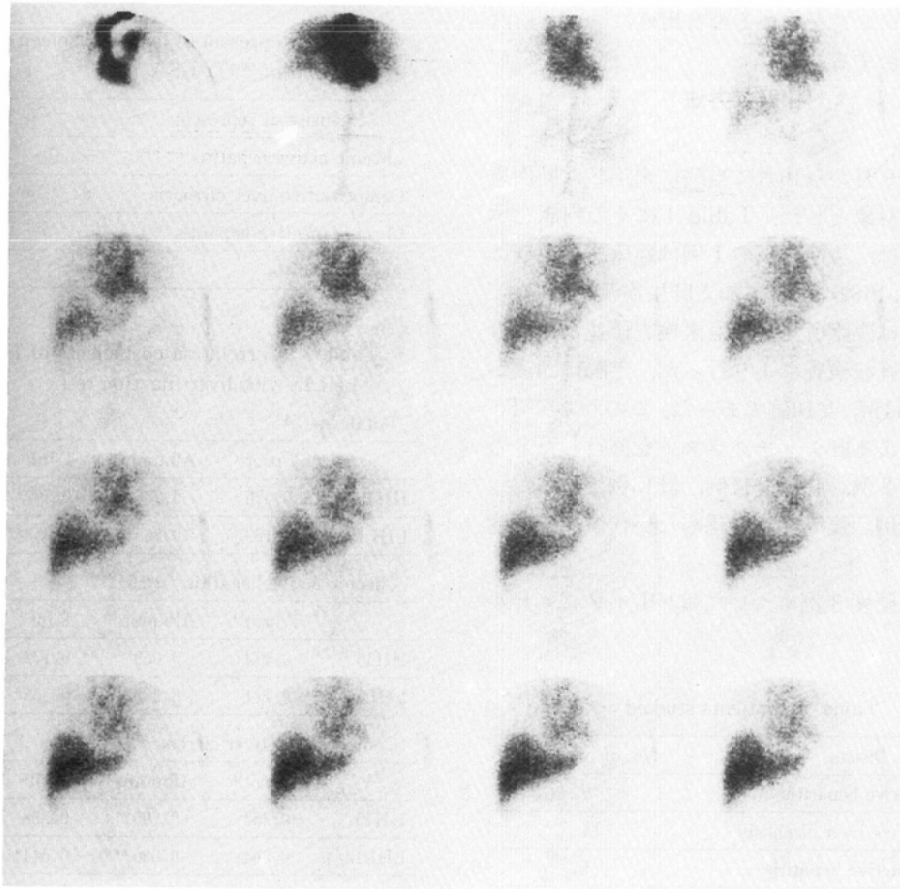


Fig. 1 Dynamic images of the early phase after injection of ^{99m}Tc -GSA (10sec/frame, Case 1).

スト (HPT) を、更に、肝細胞の摂取排泄機能を示すものとして血清ビリルビンを採り上げ、この4者とHH15及びLHL15との関係をみた。

結 果

1) HH15

慢性活動性肝炎では 0.642 ± 0.06 、代償性肝硬変では 0.767 ± 0.065 と有意差はないものの代償性肝硬変の方が高値を示し、血中残存率が高いことを示していた。

2) LHL15

慢性活動性肝炎では 0.912 ± 0.013 であるのに対して代償性肝硬変では 0.799 ± 0.077 と低値を示した (有意差なし)。

3) ^{99m}Tc -GSA 静注後5分までの連続イメージ

腹部大動脈描出後、肝よりも脾が明瞭に描出されたものを \equiv 、脾と肝がほぼ同程度に描出されたものを \equiv 、脾よりも肝が明瞭に描出されているが、脾が僅かに描出されたものを $+$ 、肝のみで脾が全く描出されないものを $-$ とした場合の結果をTable 2に示す。

代償性肝硬変では \equiv が8例、 \equiv が4例、 $+$ 及び $-$ がそれぞれ1例であった。慢性活動性肝炎では $+$ が2例、 $-$ が3例であり、慢性非活動性肝炎及び急性肝炎ではどちらも $-$ であった。

4) ^{99m}Tc -GSA 静注後5~40分までの連続イメージ

^{99m}Tc -GSA 静注後15分のイメージでは肝硬変においても \equiv に相当するものは存在せず、 \equiv が2例、 $+$ が10例となっており、慢性肝炎にあっては全例 $-$ であった。

5) HH15, LHL15と他の肝機能指標との関係
各肝疾患におけるHH15, LHL15と各肝機能指標の相関係数をTable 3に示す。

慢性活動性肝炎及び代償性肝硬変共にLHL15とHPTの間に相関が認められた。

6) 症例呈示

^{99m}Tc -GSAによる肝イメージングにおいてそれぞれやや異なった画像を示した慢性活動性肝炎2例及び代償性肝硬変3例を呈示する。

症例1. 慢性活動性肝炎, 50歳, 女。

3年前に健康診断でB型肝炎を指摘され、倦怠

感を伴っていた。肝生検にてbridging fibrosisが認められ、超音波検査所見は反射波はやや粗で肝障害が示唆された。血液・生化学検査成績は血清総蛋白7.2g/dl, アルブミン3.7g/dl, HPT 120.4%, GOT 107IU/l, GPT 122IU/l, LDH 317IU/l, Al-P 236IU/l, γ -GTP 18IU/l, 総ビリルビン0.5mg/dlであった。

^{99m}Tc -GSAによる肝イメージングでは静注直後より10秒毎の連続イメージでは腹部大動脈描出10秒後に肝が描出され始め、それ以後肝は明瞭となり脾は全く描出されない (Fig. 1)。5分以降の連続イメージでは最初肝内の放射能分布は不均一であるが次第に均一となり、脾の描出はみられない (Fig. 2)。HH15は0.669, LHL15は0.907であった (Fig. 3)。

^{99m}Tc -フチン酸による肝シンチグラフィでは肝左葉が軽度腫大しており、肝内の分布はほぼ均一

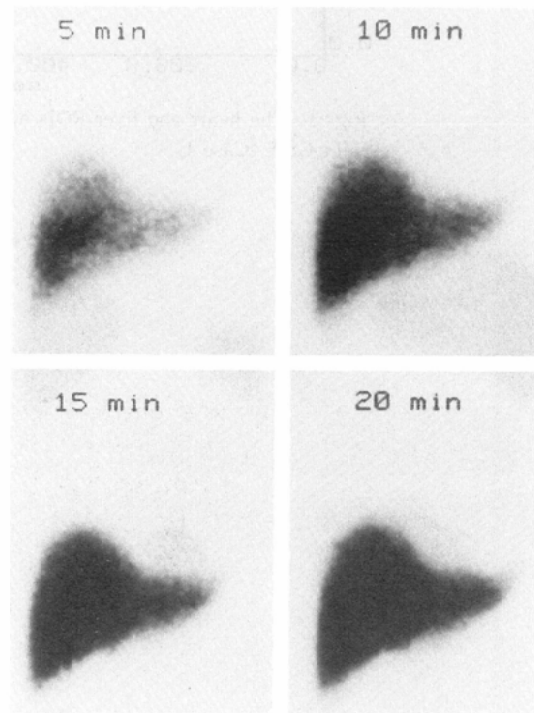


Fig. 2 Serial images at 5 min (top left), 10 min (top right), 15 min (bottom left) and 20 min (bottom right) after injection of ^{99m}Tc -GSA (Case 1).

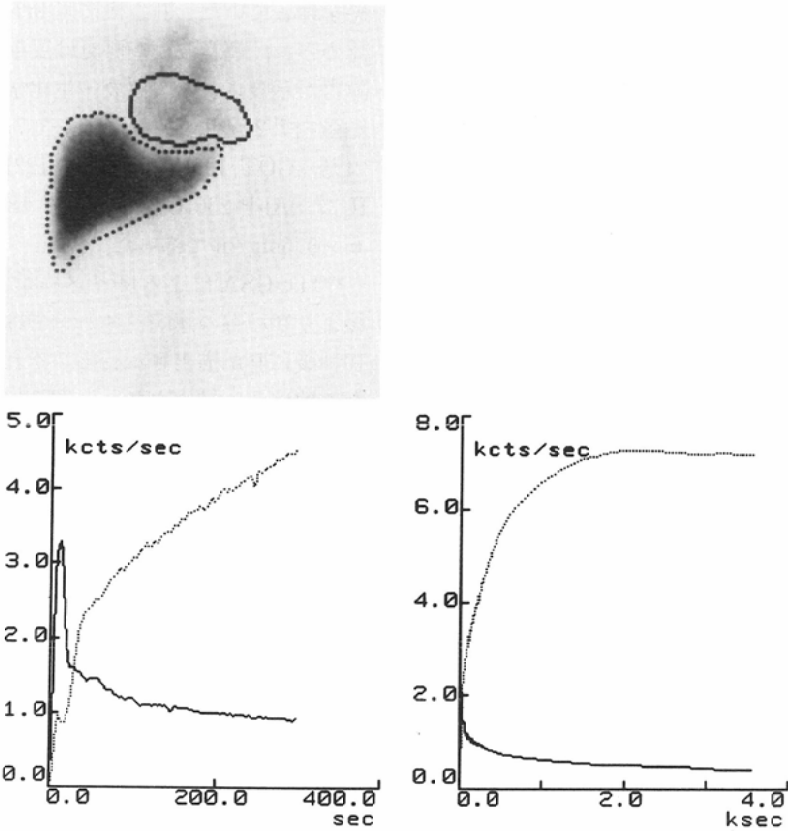


Fig. 3 The heart and liver ROIs and time-activity curves after injection of ^{99m}Tc -GSA (Case 1).

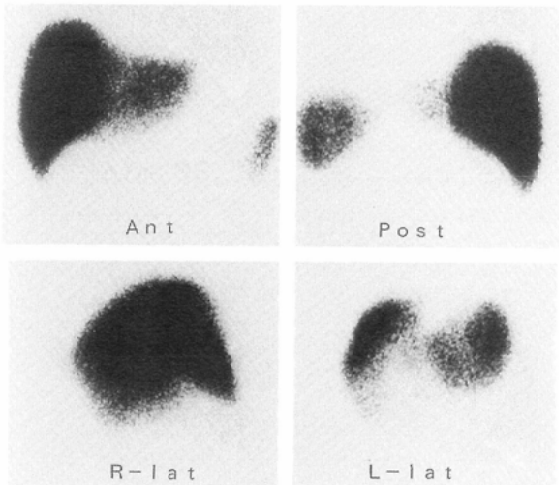


Fig. 4 Liver images using ^{99m}Tc -phytate (Case 1).

であるが脾の描出があり、慢性肝炎のイメージを示している (Fig. 4).

症例 2. 慢性活動性肝炎, 24歳, 女.

4年前に献血の際に HBs 抗原の陽性を指摘された。HBe 抗原も陽性であった。その後、本院へ通院、肝生検により慢性肝炎と診断された。血液・生化学検査成績は血清総蛋白 7.4g/dl, アルブミン 4.0g/dl, HPT 91.7%, GOT 48IU/l, GPT 84 IU/l, LDH 248IU/l, Al-P 187IU/l, γ -GTP 25 IU/l, 総ビリルビン 0.6mg/dl であった。 ^{99m}Tc -GSA 静注直後より 5 分までの 10 秒毎の連続イメージでは腹部大動脈描出後、肝と脾がほぼ同時に描出されるが脾のイメージは淡い (Fig. 5)。それ以降の連続イメージでは肝左葉の軽度の腫大があり、肝内の ^{99m}Tc -GSA 分布はやや不均一であるが、脾の描出はみられない (Fig. 6)。HH15は

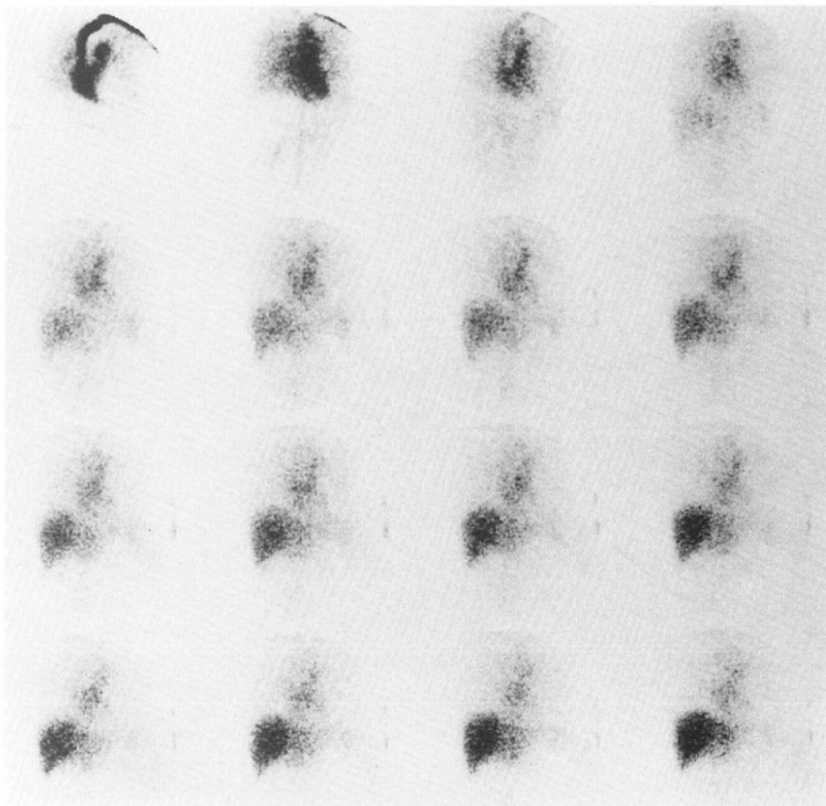
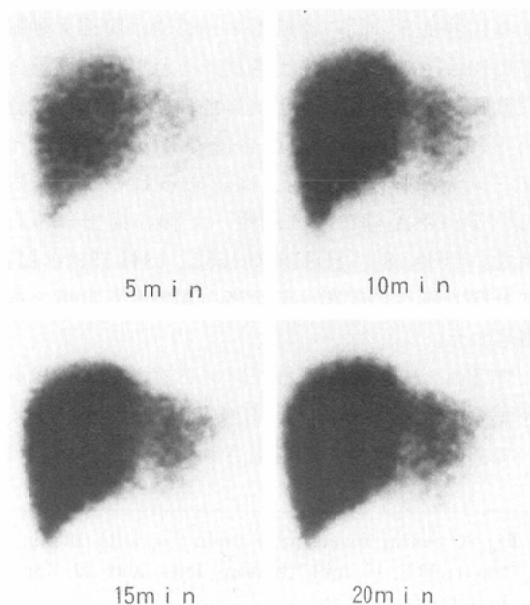


Fig. 5 Dynamic images of the early phase after injection of ^{99m}Tc -GSA (10sec/frame, Case 2).



0.596, LHL15は0.922で肝機能障害の程度は症例1と似た程度と類推された。

症例3, 代償性肝硬変, 39歳, 男。

9年前に胆石症の手術を受け, その際, 輸血を受けた。それ以降肝障害に罹患し, 通院加療, 肝生検にて chronic active viral hepatitis with cirrhotic change との結果を得た。血液・生化学検査成績は血清総蛋白7.7g/dl, アルブミン4.1g/dl, HPT 125.0%, GOT 32IU/l, GPT 52IU/l, LDH 300IU/l, Al-P 182IU/l, γ -GTP 28IU/l, 総ビリルビン0.6mg/dlであった。 ^{99m}Tc -GSA 静注直後

Fig. 6 Serial images at 5 min (top left), 10 min (top right), 15 min (bottom left) and 20 min (bottom right) after injection of ^{99m}Tc -GSA (Case 2).

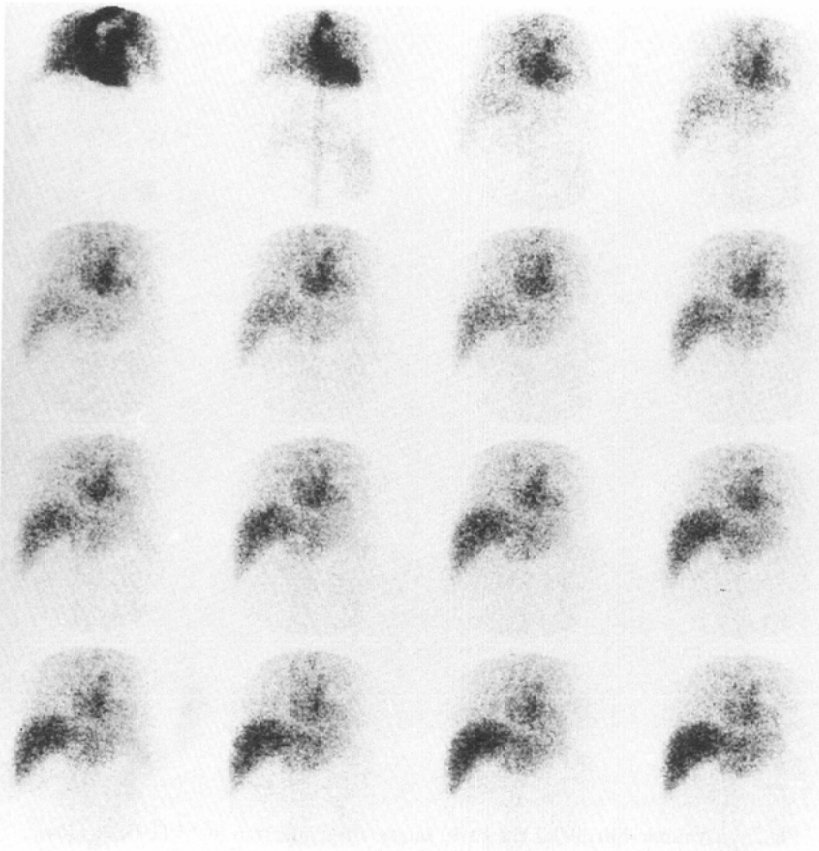
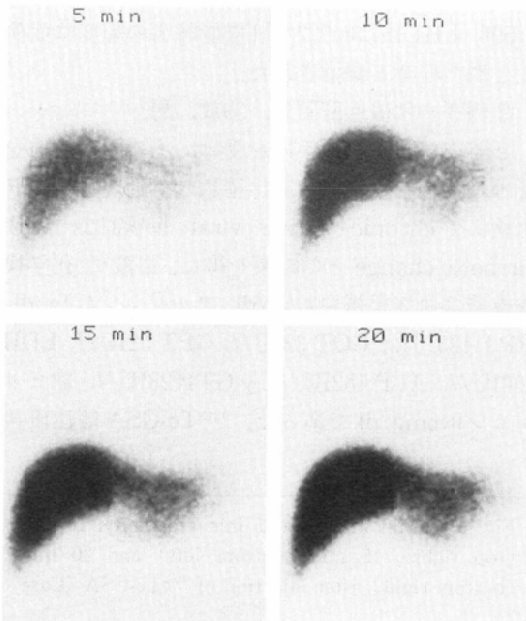


Fig. 7 Dynamic images of the early phase after injection of ^{99m}Tc -GSA (10sec/frame, Case 3).



より10秒毎5分間の連続イメージでは腹部大動脈描出10秒後には肝が描出され、それ以降は明瞭となり肝左葉の腫大がみられるも脾の描出は全く認められない (Fig. 7). 引き続き5分毎の連続イメージでは肝左葉の腫大は認められるが、肝内の ^{99m}Tc -GSA分布はほぼ均一で脾の描出はみられない (Fig. 8). HH15は0.662, LHL15は0.917で肝機能障害の程度は前2者と類似した程度と推測された。

^{99m}Tc -フチン酸による肝シンチグラフィでは肝左葉の腫大がみられ、肝内のRI分布はやや不均一であり、脾は僅かに描出されているが、脾腫は

Fig. 8 Serial images after 5 min (top left), 10 min (top right), 15 min (bottom left) and 20 min (bottom right) (Case 3).

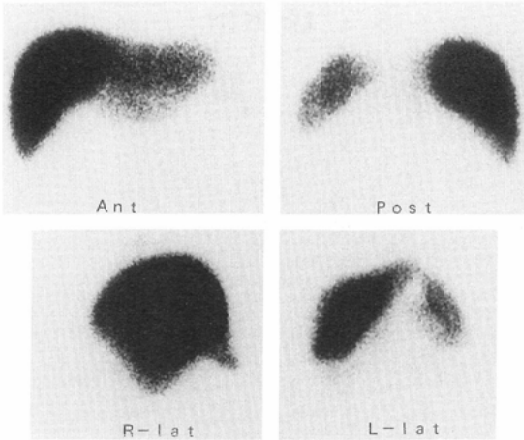
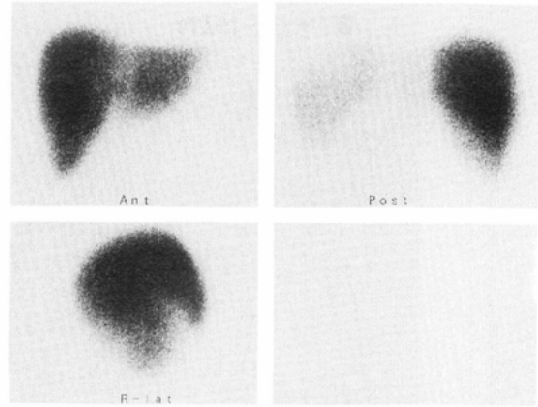
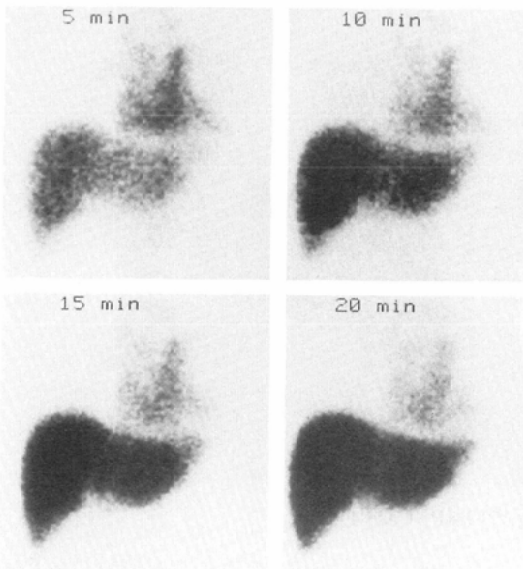
Fig. 9 Liver images using ^{99m}Tc -phytate (Case 3).Fig. 11 Liver images using ^{99m}Tc -phytate (Case 4).

Fig. 10 Serial images after 5 min (top left), 10 min (top right), 15 min (bottom left) and 20 min (bottom right) (Case 4).

みられていない。肝硬変を考えさせるイメージであった (Fig. 9)。

症例4, 代償性肝硬変, 43歳, 男。

12年前に近医で偶然トランスアミナーゼ値の上昇を指摘され, その2年後に同医で肝生検を受け, 慢性肝炎と診断され加療していた。5年前に本院を受診し, 腹腔鏡で両葉にび慢性偽小結節を認め, 肝生検にて肝硬変と診断され, 現在, 通院加療中

である。Varixは認められない。血液・生化学検査成績は血清総蛋白7.1g/dl, アルブミン3.6g/dl, HPT 49.7%, GOT 129IU/l, GPT 145IU/l, LDH 271IU/l, Al-P 448IU/l, γ -GTP 391IU/l, 総ビリルビン1.1mg/dlであった。 ^{99m}Tc -GSA静注直後より10秒毎5分間の連続イメージでは腹部大動脈描出10秒後に肝と脾が僅かに描出され, 20秒後にはほぼ同程度描出された。また, 心腔内の ^{99m}Tc -GSA残留が著明であった。それ以降の連続イメージでは最初肝内の ^{99m}Tc -GSA分布は不均一であったが, 集積の増加とともに, 均一化している。しかし, 20分後のイメージでも脾影は淡く認められている (Fig. 10)。HH15は0.818, LHL15は0.785で肝機能障害の程度の高いことを示していた。

^{99m}Tc -フチン酸による肝シンチグラフィでは肝内のRI分布は僅かに不均一であり, 脾, 骨髄への取り込みは僅かにみられる程度で肝硬変が疑われる程度のイメージであった (Fig. 11)。 ^{123}I -イソプロピルヨードアンフェタミン(^{123}I -IMP)の経直腸投与による門脈シンチグラフィでは ^{123}I -IMPは肝と肺にほぼ同時に同程度流入し, 肝硬変に伴う門脈側副血行路の開存が認められた (Fig. 12)。

症例5, 代償性肝硬変, 61歳, 男。

10年前に肝障害を指摘され, 約8年前から通院加療。超音波検査で反射が粗で, 両葉共萎縮傾向がみられ, 辺縁不整な肝硬変との診断を受けてい

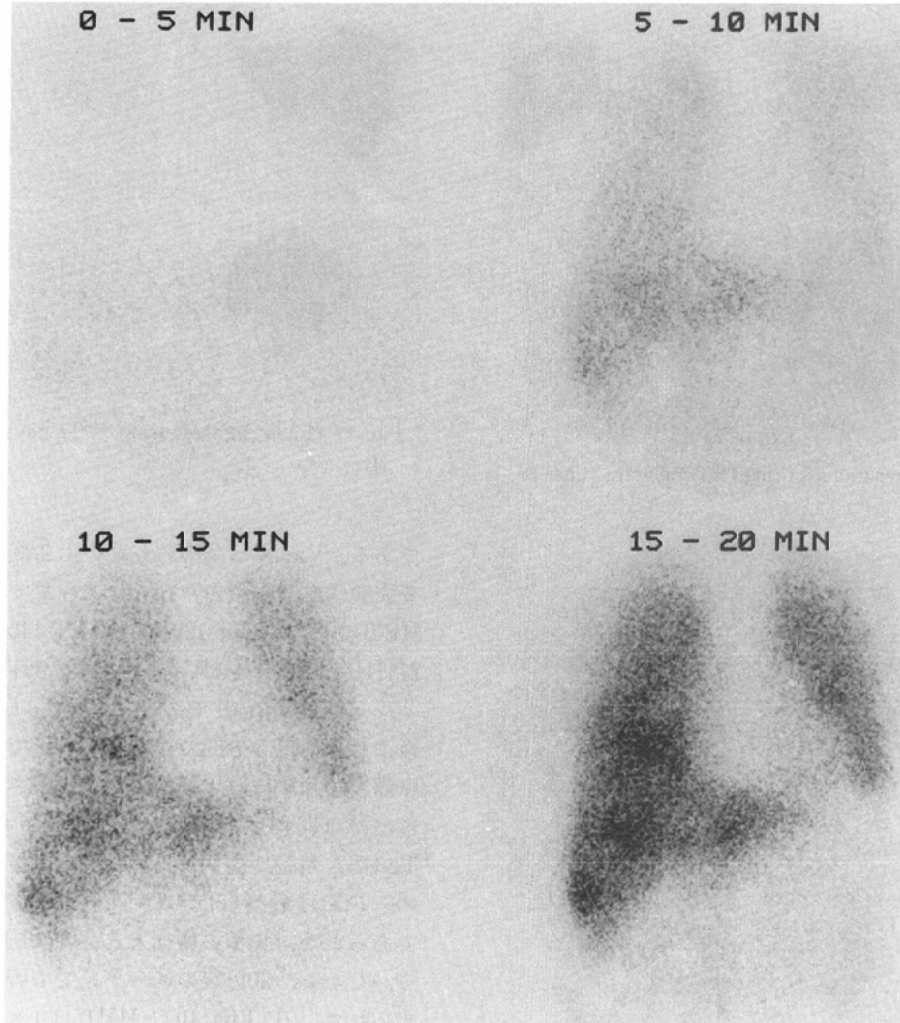


Fig. 12 Portal images using ^{123}I -IMP (Case 4).

る。食道内視鏡で varix が認められている。血液・生化学検査は血清総蛋白6.7g/dl, アルブミン3.3g/dl, HPT 85.4%, GOT 17IU/l, GPT 19IU/l, LDH 371IU/l, Al-P 155IU/l, γ -GTP 28IU/l, 総ビリルビン2.2mg/dlであった。 ^{99m}Tc -GSA 静注直後より10秒毎5分間の連続イメージでは腹部大動脈描出10秒後にまず脾が描出され、遅れて肝が描出されてくる。 ^{99m}Tc -GSA の分布は初期には脾が強いが次第に肝の方が増加してくる (Fig. 13)。6分以降の2分毎の連続イメージでは肝内の ^{99m}Tc -GSA 分布は不均一であるが次第に増加している。脾影は次第に淡くなっていくが37分後

でも脾影が認められる (Fig. 14)。HH15は0.737, LHL15は0.772で強い肝障害が疑われた。

^{99m}Tc -フチン酸による肝シンチグラフィでは肝内の分布は不均一で、脾の描出が強く、脾腫を伴っており、肝硬変を示す像であった (Fig. 15)。 ^{123}I -IMP の経直腸投与による門脈シンチグラフィでは ^{123}I -IMP は肝のごく一部と肺に流入し、その後大部分は肺に流入する。注腸後60分でも肝よりも肺内の ^{123}I -IMP 分布が強く、肝硬変に伴う門脈側副血行路の開存が示されている (Fig. 16)。

なお、今回 ^{99m}Tc -GSA が投与された21例全例において副作用は全く認めなかった。

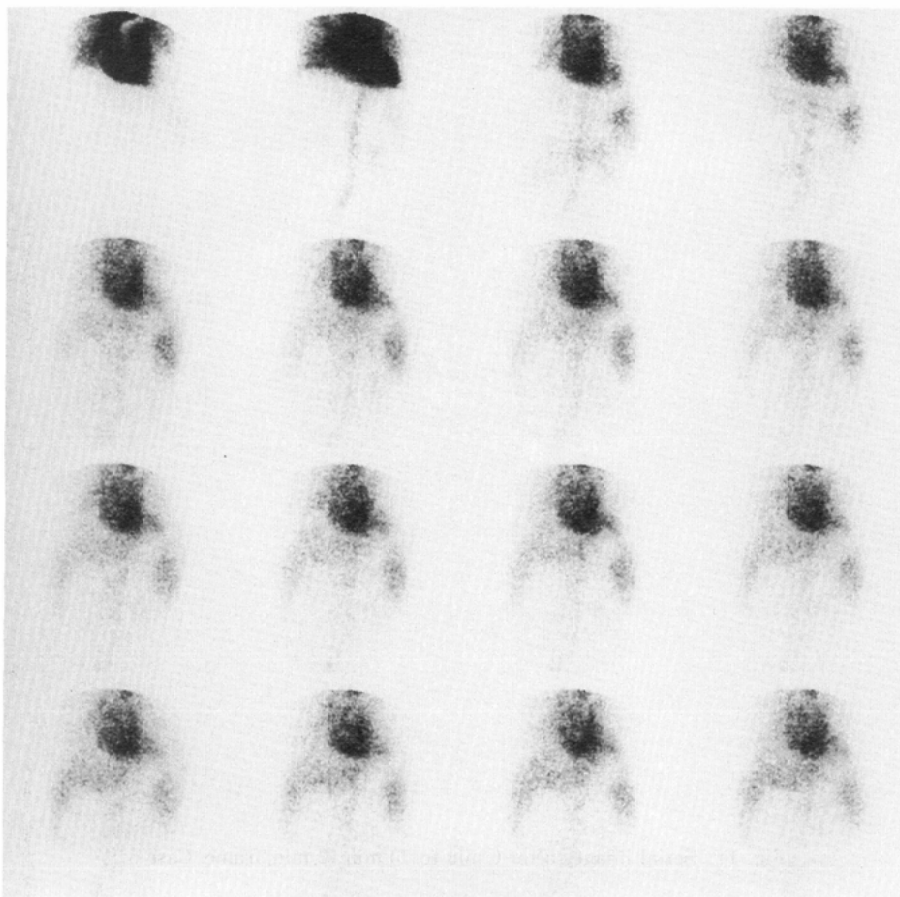


Fig. 13 Dynamic images of the early phase after injection of ^{99m}Tc -GSA (10sec/frame, Case 5).

考 察

肝に対する核医学 in vivo 検査には肝の網内系機能を反映したコロイド肝シンチグラフィと肝細胞機能を示す肝・胆道シンチグラフィがあり、各種肝疾患に対し、その有用性が認められてきたが、肝の予備能を知ることは難しい。一方、肝の予備能を示すものとして肝における蛋白合成能と消費の関与の把握が取り上げられ、肝疾患に対する血液凝固因子検索の意義が言われている¹⁰⁾。

血漿蛋白は100種以上存在するが、アルブミン以外は糖タンパクである。これら糖蛋白の糖鎖非還元末端が脱シアル化されるとガラクトース残基が露出し、アシアロ糖蛋白(ASGP)と呼ばれるものになる²⁾。この ASGP を特異的に認識し結合する

ASGP 受容体が肝細胞膜面に存在することを利用して ASGP に代わるネオ糖蛋白に放射性物質を標識し、肝シンチグラフィを行い、肝疾患の診断における有用性が報告されている⁹⁾¹¹⁾¹²⁾。今回、我々が用いた化合物は生体内での安定性を増すためにガラクトシルヒト血清アルブミンを二官能キレート剤、ジエチレントリアミン五酢酸(DTPA)を介して ^{99m}Tc で標識したものである。

^{99m}Tc -GSA 投与直後の連続イメージで脾の描出がみられたのは、症例 4, 5 の ^{123}I -IMP による門脈シンチグラフィで見られるとおりの門脈側副血行とも関連していると思われるが、これは単に門脈副血行路の開存によるものではなく、脾の血流の増加及び放射能の血中残存の程度を示すものと

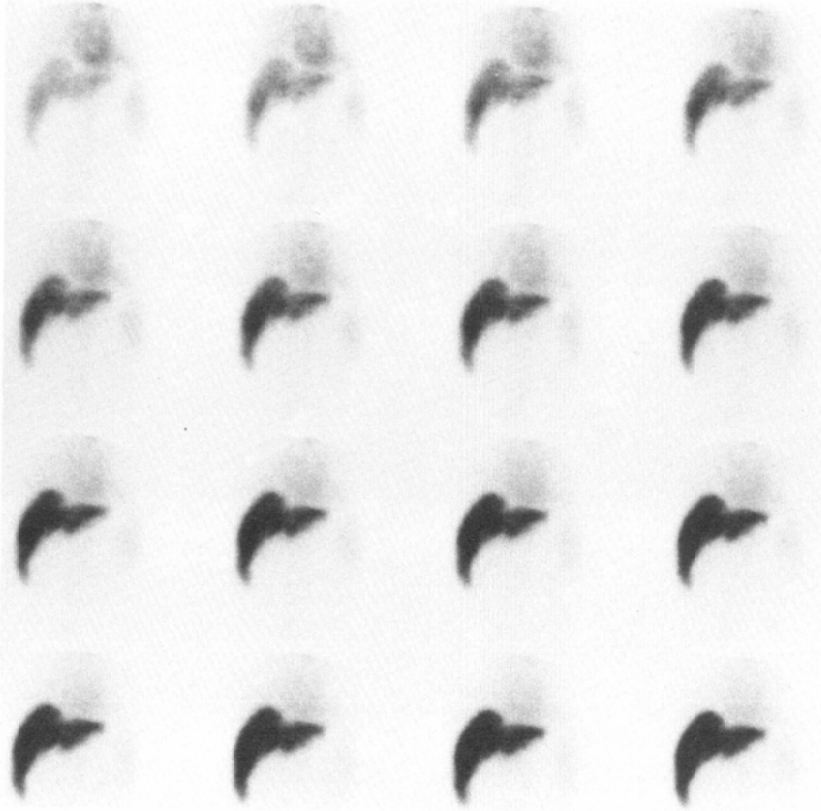


Fig. 14 Serial images after 6 min to 40 min (2 min/frame, Case 5).

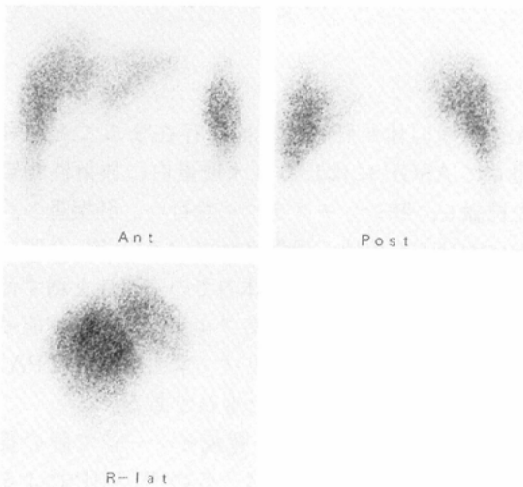


Fig. 15 Liver images using ^{99m}Tc -phytate (Case 5).

考えられ、HH15との関連も推測された。

LHL15は ^{99m}Tc -GSAの肝摂取率を示す指標としたものであるが、既に述べたごとくASGP受容体の量に関連して ^{99m}Tc -GSAの肝への集積量が決まる筈である。LHL15の値は肝の予備能を示すとされているHPTの値と良く相関しており、本検査法が肝障害の程度や予後を知るうえで有用であることを示唆していた。HH15は ^{99m}Tc -GSAの血中からの消失程度をみることで、ある程度のASGP受容体の量を知ろうとするものであり、この値の高いもの程、ASGP受容体の減少がみられることを示しており、肝障害度との関係が認められた。また、症例で示したごとく、コロイド肝シンチグラフィよりも本剤による検査の方が障害度を明瞭に示していた。

結 語

(1) 肝障害患者21例に ^{99m}Tc -GSAを用いた肝

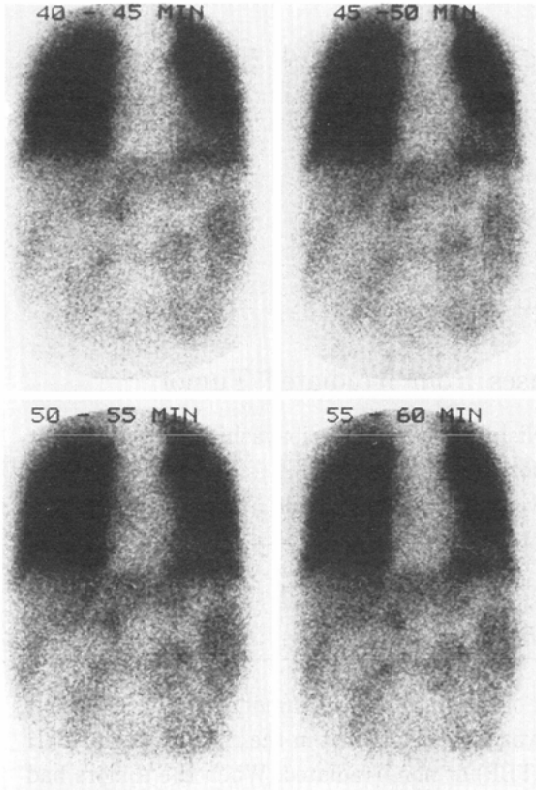


Fig. 16 Portal images using ^{125}I -IMP (Case 5).

イメージングを行い、その有用性を検討した。

(2) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -GSA 投与後早期の脾の描出は脾の血液プールの増加と関係しているものと考えられた。

(3) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -GSA 肝イメージングデータから得た LHL15 は HPT の示す肝障害の程度と良く相関した。

(4) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -GSA は肝障害の程度、肝の予備能を知るうえで有用な肝イメージング剤であると考えられた。

稿を終えるに当たり、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -GSA を提供して頂いた日本メジフィジックス社に謝意を表します。

文 献

1) Morell AG, Iruine RA, Sternlieb I, et al: Phy-

sical and chemical studies on ceruloplasmin in vivo. *J Biol Chem* 243: 155-159, 1968

2) Ashwell G, Steer CJ: Hepatic recognition and catabolism of serum glycoproteins. *JAMA* 246: 2358-2364, 1981

3) Morell AG, Gregoriadis G, Scheinberg IH: The role of sialic acid in determining the survival of glycoprotein in the circulation. *J Biol Chem* 246: 1461-1467, 1971

4) Ashwell G, Morell AG: The role of surface carbohydrates in the rat hepatic recognition and transport of circulating glycoprotein. *Adv Enzymol* 41: 99-128, 1974

5) 田代 裕, 沢村隆也, 中田 博: 肝のアシアロ糖蛋白質の取り込みとその異常, 代謝, 20: 49-60, 1983

6) Sawamura T, Nakada H, Hanazawa H, et al: Hyperasialoglycoproteinemia in patients with chronic liver diseases and/or liver carcinoma. *Gastroenterology* 87: 1217-1221, 1984

7) Stowell CP, Lee YC: Neoglycoproteins: The preparation and application of synthetic glycoproteins. *Adv in Carbohydr Chem Biochem* 37: 225-281, 1980

8) Stowell CP, Lee YC: The binding of D-glycosylneoglycoproteins to the hepatic asialoglycoprotein receptor. *J Biol Chem* 253: 6107-6110, 1978

9) Vera DR, Krohn KA, Stadalnik RC: Tc-99m galactosyl-neoglycoalbumin: In vivo characterization of receptor-mediated binding to hepatocytes. *Radiology* 151: 191-196, 1984

10) 佐藤俊一, 柏原紀文: 肝機能検査: 凝固因子, 肝臓の診断学, 織田敏次 編, p125-134, 中外医学社, 東京, 1990

11) 工藤正俊, 藤堂彰男, 池窪勝治, 他: 肝細胞膜表面 asialoglycoprotein receptor 結合性標識糖タンパクによる肝機能予備力診断能の評価, 肝臓, 28: 1277-1286, 1987

12) 久保田佳嗣, 小島通真, 羽間 弘, 他: アシアロ糖タンパク受容体系を応用した新しい肝機能検査法の開発—第1報, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識ネオ糖タンパクによる肝イメージングの検討—, 核医学, 23: 899-905, 1986