

《原著》

脾シンチグラム像による推定脾重量算出法の検討*

上田英雄 千葉一夫 木谷健一
長谷方夫 飯尾正宏 亀田治男**

近時、特発性門脈高圧症そのほかの脾腫性疾患に総脾血流量の著明な増加のあることが知られてきた。かかる事実は臨床的に希有ガスクリアランス法による単位重量当りの脾血流量測定が行なわれ、脾実質重量の計測により総脾血流量が算出されて明らかにされたものである。したがって脾実質重量を生体外より推定することが、臨床的にきわめて重要な意義を持つようになってきた。従来から、腹部単純X線の脾臓影を利用して、生体外から脾重量を推定するいろいろな方法が案出されている^{1,2)}。しかしかかる方法には幾多の難点があり、脾シンチグラム法には従来のX線法の欠点を補うる幾つかの長所がある。われわれは脾シンチグラム法を用い、脾シンチグラム像の断面積と摘出脾重量とを対比させて脾実質重量を推定する方法を検討し、その臨床的応用を試みた。

対象および方法

- 対象：特発性門脈高圧症（IPH）8例について、摘脾前に脾シンチスキャニングを施行した。
- 脾シンチグラム法（Table 1）：現在主に2つの方法が用いられており、両方法の優劣に関しては検討、報告した³⁾のでここではふれない。われわれは²⁰³Hg-MHP法による脾シンチスキャニングを実施し、初め患者を仰

Table 1. 脾シンチスキャニング法

- ⁵¹Cr 標識（300～500 μCi）赤血球法
 - 熱処理（49.5°C ± 1°C, 1時間 incubation）
 - NEM（7 μM/ml RBC）処理
- 放射性 MHP 処理法

¹⁹⁷Hg 標識 MHP 50～300 μCi または ²⁰³Hg 標識 MHP 30～100 μCi (MHP 量として 2～3 mg/ml RBC) をヘパリン血に添加とともに静注、90～120分後に脾シンチスキャニング施行

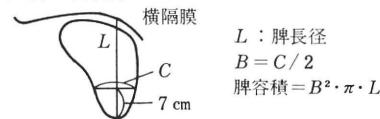
臥位にして前額面スキャン像を、次いで右側臥位にして矢状面スキャン像を作製し、それぞれの面積を計測、記録した。

3) 摘出脾重量の計測：IPH患者の脾臓は外科的操作により摘出後、ただちに脾動脈にカニューレを挿入し、生理的食塩水で灌流する。脾静脈より排出する灌流液に赤血球の混入が消失したことを肉眼的に確認するまで灌流をつづけ、しかるのちに脾臓内の灌流液を完全に排出せしめて水分を除去し、脱血脾臓としてその重量を計測、

Table 2. 脾重量算出法

1) 腹部X線による測定法

- a) 脾を円筒形と考える

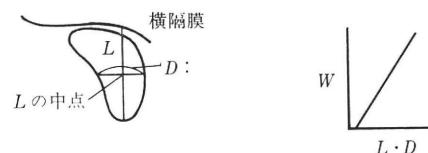


$$L : \text{脾長径}$$

$$B = C/2$$

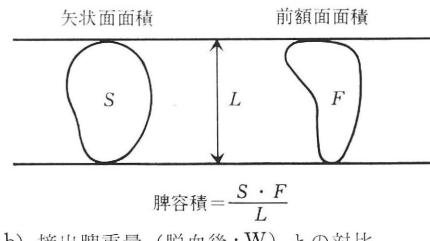
$$\text{脾容積} = B^2 \cdot \pi \cdot L$$

b) 剖検脾重量 (W) との対比



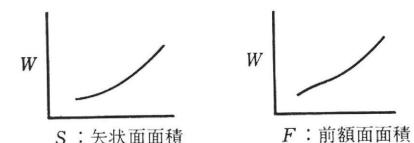
2) 脾シンチグラムによる測定法

- a) 脾を長方形と考える



$$\text{脾容積} = \frac{S \cdot F}{L}$$

b) 摘出脾重量 (脱血後: W) との対比



*本論文の概要は第191回日本内科学会地方会で発表した。

**H. Ueda (教授), K. Chiba, K. Kitani, M. Nagatani, M. Iio, H. Kameda: 東京大学上田内科。

記録した。かかる脱血脉重量は脾実質重量とみなしうる。

4) 脾重量の推定算出法 (Table 2) : Table 2は従来用いられたX線像による脾重量推定算出法と、脾シンチグラム像による脾重量推定算出法とを示したもので、このうち2-b) の方法により、矢状面面積および前額面面積と脱血脉重量との関係を求めた。さらに両者の関係を明らかにするため両対数処理を行なって検討した。次いで2-a) の方法についても検討した。なお正常の大きさの脾臓については、手術例がなかったので日本人正常脾重量の平均値⁴⁾と正常大の脾臓のシンチグラム像の矢状面面積および前額面面積のそれぞれの平均値と対比させた。

結 果

1) 摘出脾重量と断面積との関係 (Fig. 1) : 脱血脉重量を縦軸に、対応する脾臓のシンチグラム像より計測し

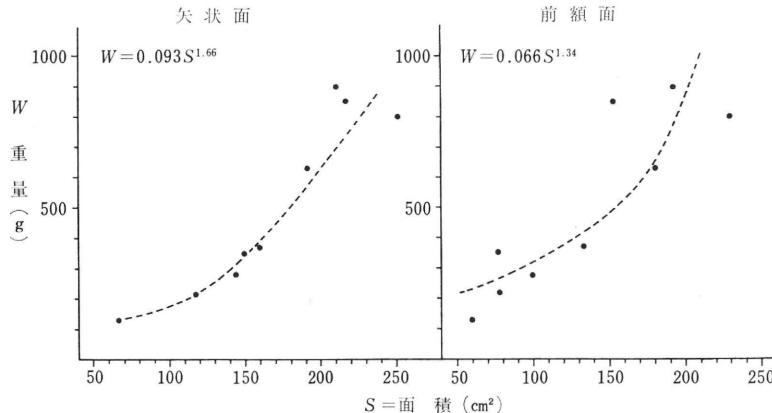


Fig. 1. 摘出脾重量（脱血脉後）と断面積との関係

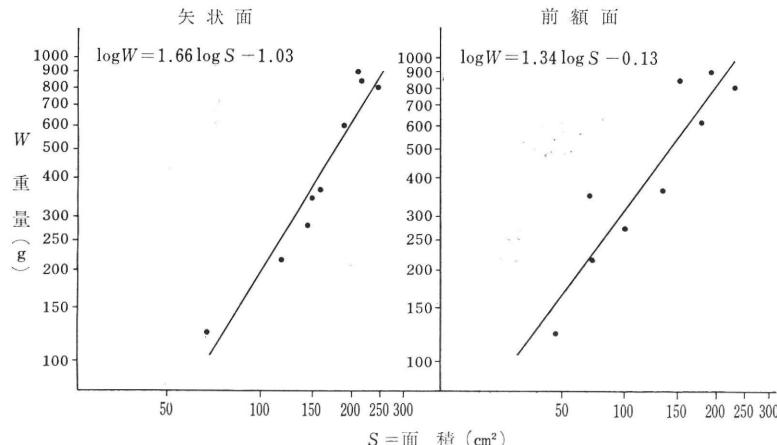


Fig. 2. 摘出脾重量（脱血脉後）と断面積との関係（両対数）

た矢状面面積および前額面面積をそれぞれ横軸にとり対比させると一定の曲線傾向が認められるが、脾重量の増加とともにバラツキが多くなる。脾重量とそれとの断面積との相関係数は、矢状面で0.923、前額面で0.885とともにt検定で5%の危険率で有意の相関を示した。

2) 両対数処理 (Fig. 2) : 1) でえられた結果を分析するため両対数処理法が用いられた。すなわち両対数グラフ上に脱血脉重量を縦軸に、矢状面面積および前額面面積をそれぞれ横軸にとると直線傾向が認められた。最小二乗法により実験式を求めると次のとくである。すなわち

矢状面については

$$\log W = 1.66 \log S - 1.03 \text{ or } W = 0.093 S^{1.66} \quad (\text{I})$$

前額面については

$$\log W = 1.34 \log S - 0.18 \text{ or } W = 0.066 S^{1.34} \quad (\text{II})$$

(W : 脾重量(g), S : 断面積(cm^2), \log は常用対数, 脾臓の比重を1.0と仮定)であった。

3) 摘出脾重量と $\frac{S \cdot F}{L}$ との関係 (Fig. 3): 摘出脾重量を縦軸に、脇坂の方法より算出のた脾容積 $\frac{S \cdot F}{L}$ を横軸にとり対比させると直線傾向がみられる。両者間の相関係数は0.925でt検定で5%の危険率で有意の相関が認められた。以上の直線関係を最小二乗法で処理すると次の実験式がえられた。

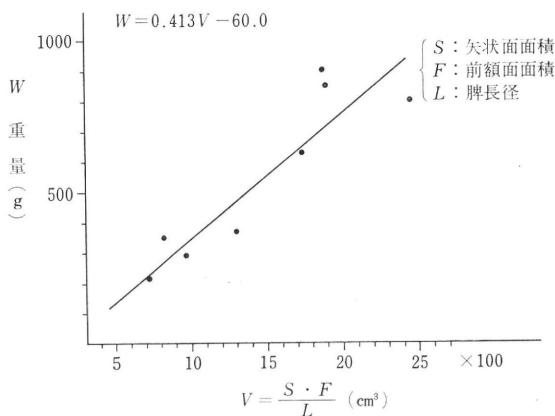


Fig. 3. 摘出脾重量(脱血後)と $\frac{S \cdot F}{L}$ との関係

すなわち

$$W = 0.413 V - 60.0 \quad (\text{III})$$

(W : 脾重量, V : 脾容積, S : 矢状面面積, F : 前額面面積, L : 脾長径, $V = \frac{S \cdot F}{L}$)

4) 脱血脾重量と実験式(I), (II), (III)より算出せる推定脾重量との相関 (Table 3): 実験式(I), (II), (III)より算出せる推定脾重量と対応する脾臓の脱血重量との相関係数は(I)式では0.934, (II)式では0.879, (III)式では0.925となり、それぞれt検定で5%の危険率で有意の相関を示した。次に各式から算出された推定脾重量の脱血脾重量に対する不偏分散推定量を比較するとF検定で各式の分散間には明らかな差がない、分散は等しいとみなしてよいことがわかった。したがって以上の3つの実験式のいづれを用いても分散に関しては大差がないといえる。

5) 実験式(I)より算出せる各種疾患における推定脾重量 (Fig. 4): 各種疾患の脾シンチグラムを作製し、その矢状面面積を計測し実験式(I)より推定脾重量を算出し比較したのがFig. 4である。肝硬変症では120ないし

Table 3. 摘出脾重量(脱血後)と推定脾重量との関係

症例 No.	摘出脾 重量	推定脾重量		
		(I)式より	(II)式より	(III)式より
1	125	101	158	—
2	215	257	227	232
3	280	357	316	334
4	350	382	223	279
5	370	425	463	477
6	630	570	695	657
7	800	898	965	940
8	850	706	559	723
9	900	673	758	756
相関係数(r)		0.934	0.879	0.925

280gと潜在性脾腫の存在を示している。一方特発性門脈高圧症では215ないし900gとその重量の巾が大きい。脾臓の血行動態が特発性門脈高圧症と同じような所見を呈する巨脾性肝硬変症やWilson氏病では脾重量のかなりの増加が認められた。また肝のう胞では200gと中等度の脾腫を呈した。

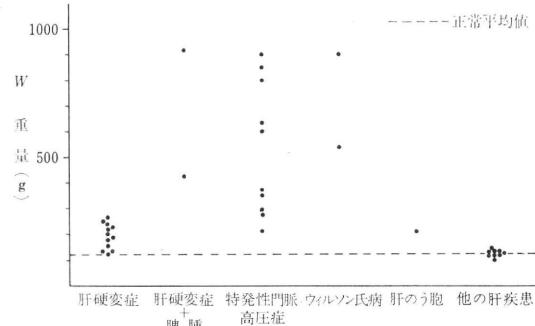


Fig. 4. 各種疾患の推定脾重量

考案

腹部内実質臓器の大きさを知るには腹部単純X線、人工氣腹法、大動脈撮影法さらに最近ではRIによるシンチグラム法が用いられる。脾臓に関しても、かかる諸種の方法が用いられて脾腫診断法の一助となっている。脾臓の大きさの比較には相対的比較^{5~9}の他に絶対的比較^{1,2)}が試みられてきた。従来の絶対的比較の方法は腹部単純X線像について行なわれたものである。しかし腹部単純X線法では前額面像のみしかえられないと、および脾臓の輪郭が不鮮明であることの2つの欠点があつ

た。すなわち腹部単純X線像では、脾臓の上極は不鮮明で横隔膜をもって代用し、脾臓の内側は腸内ガスおよび胃泡にさまたげられてその輪郭が不明である。ことに正常の大きさの脾臓ではその下極の輪郭さえはっきりしないことが多い。これに反し脾シンチグラム像では脾臓の輪郭が鮮明であるために脾断面積の計測において腹部単純X線法に比して、はるかに正確であるばかりでなく、前額面像とともに矢状面像をもえることができる。さて脾臓の形態は比較的単純なために、このような腹部単純X線像や脾シンチグラム像から、いろいろな仮定をもうけて脾容積を推定する方法が考案された^{1,2,9)}。脾臓の比重は1.06である¹⁰⁾と考えられているからほぼ1.0に等しく、脾容積の推定はすなわち脾重量の推定を意味する。RiemenschneiderらはTable 2, 1-a)のごとく脾臓を円筒形と考え脾容積推定法を考案した¹⁾、またWitleyらはTable 2, 1-b)のごとく脾臓の長径とその巾との積等の経験式を作製して剖検脾重量と対比し両者間に直線傾向を認め、かつ相関係数より表記の経験式がもっとも適合すると考えた²⁾。以上の方法について検討すると、Riemenschneiderらの仮定には無理があり、推定脾重量と対応せる剖検脾重量とのあいだにはかなりの懸隔がみられる症例がある。またWitleyらの方法では単なる経験式で理論的根拠にとぼしい。脇坂らは脾シンチグラム像についてTable 2, 2-a)の方法を案出した⁹⁾。すなわち脾臓を長方形と仮定し、矢状面積と前額面積との積を両面の共通軸である脾長径で割って脾容積すなわち脾重量を算出した。しかしこの方法により算出された脾重量は実際の摘出脾重量のほぼ3倍の値を示し、大きさの相対的比較の指標とはなっても実際の脾重量を示していない。また矢状面像の脾長径と、前額面像の脾長径とは必ずしも一致しないことが多く、しばしば両者の脾長径間にははなはだしい懸隔がみられた。このような不一致は矢状面スキャン像の作製のさいに、患者を右側臥位にするため、脾臓はその長軸のまわりに内側へ回転し、重量が増加するにつれてその回転が大となるためと考えられる。したがって患者を仰臥位のままで矢状面および前額面のスキャンが可能な装置が望ましい。そこでわれわれは前述せるごとく、矢状面面積および前額面面積と対応せる摘出脾臓の脱血後の重量とを対比させ、両対数処理法により、それぞれの実験式(I)および(II)を導きだした。

一方Spencer¹¹⁾は脾シンチグラム像からえた断面積(S)と脾容積(V)との関係について、dimensionの考察から次のような理論式を導きだした。

$$\begin{aligned} \text{すなわち } V &= kS^{3/2} \\ \log V &= \frac{3}{2} \log S + \log k \\ \log V &= 1.5 \log S + q \quad \text{比重を1.0とすれば } V = W(\text{脾重量}) \\ &\quad \text{ゆえに } \log W = 1.5 \log S + q \end{aligned}$$

したがって、われわれのdataから最小二乗法によって導きだした実験式についてみると、 $\log S$ の係数が(I)式では1.66、(II)式では1.34とSpencerの理論式の $\log S$ の係数1.5とほぼ一致し、このような実験式は以上の理論的根拠を裏づけるものと考えられる。このような実験式から推定した脾重量と摘出脾重量とのあいだには高い相関があり、またおのおのの実験式の分散間に大差がないことは前述したとおりである。われわれは相関係数の高い点と、今迄の考察により(I)式を用いて各種疾患の推定脾重量を算出した。

脾重量に関しては今迄病死後剖検、事故死体検案にさりしての脾重量計測値が報告されており、^{12~15)}またP.P.T. Wuは摘出脾臓の灌流中の最大脾重量をもって変動の少ない脾重量としている¹⁶⁾。しかし以上の脾重量は脾内血液量または脾内灌流液量に影響される点で変動の少ない脾重量とはいがたい。また実際生体内における脾容積は脾実質の他に循環血液、脾内停滞血液を含み、ある種のうっ血性脾腫性疾患ではうっ血による脾内停滞血液により脾容積が増している場合がある。しかもこのような脾内血液量の正確な測定は現在のところ不可能である。したがってこの点から脾実質重量が最も変動の少ない脾重量といえよう。われわれは⁸⁵Kr法により単位重量当りの脾血流量を測定し、この値から総脾血流量を算出することを第一の目的にしている。したがってこの算出に必要な脾重量とは脾実質重量のことであって、これをうるためにには理想に近い形で脱血された脾重量の計測が望ましい。しかしいずれの方法を用いるにせよ、えられる脾重量は概算値にすぎないが、臨床的目的のためには脾腫大の大略を知れば十分であるから、このような概算値でも十分役だつ。たとえば脾シンチグラム像の断面積計測値を以上の実験式に代入し脾実質重量の概算値が計算されれば、術前に総脾血流量を算出することが可能となり、短絡量測定と併用することにより総脾血流量の増加せる門脈高圧症の摘脾の適応を定める上に重要な意義をもたらすと考えられる。

また本研究では同一疾患(IPH)の脾重量のみについて検討したため、両対数処理で良好な直線性がえられたが、これらのdataから導きだされた実験式を他の脾腫性疾患およびその他の疾患に当てはめるには、その脾臓

の状態差を考慮に入れるべきである^{12,13)}。したがって今回の臨床応用では、脾の組織像や脾の血行動態がIPHに類似している巨脾性肝硬変症やWilson氏病などに応用したが、IPHとは異なる脾の血行動態を示す疾患では別の実験式を採用する必要があろう。この点は今後の検討を要する。

なお、数学的処理法に関して御助言をいただいた、東芝中研高柳誠一氏に謝意を表します。

文献 1) Riemenshneider, P. A. & Whalen, J. P.: The relative accuracy of estimation of enlargement of the liver and spleen by radiologic and clinical methods, Amer. J. Roentgen. 94: 462~468, 1965. 2) Whitley, J. E., Maynard, C. D. & Rhyne, A. L.: A computer approach to the prediction of spleen weight from routine films, Radiology 86: 73~76, 1966. 3) 上田英雄, 千葉一夫, 三浦一也, 高瀬修, 山田英夫, 飯尾正宏: 脾シンチグラム法, ¹⁹⁷Hg 標識 MHP の試作とその検討, 内科 17: 154~158, 1966. 4) 篠島高編: 日本人人体正常数値表, pp. 342~343, 1967. 5) Tartaroglu, N., Frey, K. W., Tsirimbas, A. & Stich, W.: Die Isotopen-Splenographie. Eine neue Methode zur Funktionsanalyse der Milz, ihre klinische Anwendung und Ergebnisse, Klin. Wschr. 43: 857~863, 1965. 6) Holzbach, P. T., Clark, R. E., Shipley, R. A., Kent, W. B. III & Lindsay, G. E.: Evaluation of spleen size by radioactive scanning, J. Lab. & Clin. Med. 60: 902

~913, 1962. 7) 上田英雄, 千葉一夫, 高瀬修, 三浦一也, 木谷健一, 山田英夫, 飯尾正宏: 肝疾患を中心として, 脾シンチグラム (MHP 法), 日消学誌 63: 1361, 1966. 8) 上田英雄, 千葉一夫, 山田英夫, 木谷健一, 佐々木康人, 飯尾正宏, 鶴田治男: 臓器スキャニング法 (4). 脾スキャニング法, 医学のあゆみ, 62: 160~169, 1967. 9) 脇坂行一: パネル (III). 消化器病からみた腹部臓器スキャニング(2)脾臓, 日消学誌 63: 1084~1086, 1966. 10) Fischer, J. & Wolf, R.: Die quantitative Abschätzung der Milzgröße mit Hilfe der Szintigraphie, Dtsch. Med. Wschr. 88: 1430~1437, 1963. 11) Spencer, R. P.: Relationship of surface area and roentgenograms and radioisotopic scans to organ volumes, J. Nucl. Med. 8: 785~791, 1967. 12) 梶田昭, 生越美蓉子, 顔芳子, 滝沢栄子, 三尾常子, 宮本絢子, 守屋玲: 臓器重量についての若干の考察. とくに心・脾を中心に, 東女医大誌, 34: 626~636, 1964. 13) 佐藤文一: 本邦成人の脾臓重量およびその体重との比について. 附, 濡死, 中毒および失血死等における脾重の変動について, 東医大誌 8: 231~237, 1950. 14) 岡暁: 京大病理学教室剖検材料, 統計的観察. (特)第4篇. 肝臓および脾臓重量, 京都医学雑誌 38: 406~424, 1941. 15) 服部大作: 邦人腹腔臓器, 位置および形態について, 日外会誌 31: 273~352, 1930. 16) P.P.T. Wu: The maximal volume of the human spleen, Surg, Gynecol & Obst. 77: 74~78, 1943.

* * * * *

Summary

An attempt to Estimate the Spleen Weights from the Radioisotope Scans

Hideo Ueda, M. D., Kazuo Chiba, M. D., Kenichi Kitani, M. D.,
Masao Nagatani, M. D., Masahiro Iio, M. D., & Haruo Kameda M. D.

The Second Department of Internal Medicine, University of Tokyo

This study was based on the 8 operated spleens of idiopathic portal hypertension. The scintiscanning was performed by ^{203}Hg -MHP method before splenectomy. The cross-sectional areas of the spleen taken by the scan were measured by planimeter. After the spleen was removed by operation, blood of the spleen was completely washed out by perfusion of saline. The spleen was weighed after saline was removed from the spleen. The spleen weights thus obtained were plotted against the scan "surface areas" of the corresponding spleen on the log-log paper. A linear relationship was found to exist between these values. The straight lines, which were obtained by the method of least squares, were as followed.

$$\log W = 1.66 \log S - 1.03 \text{ or } W = 0.093 S^{1.66} \text{ on the sagittal plane} \quad (\text{I})$$

$$\log W = 1.34 \log S - 0.18 \text{ or } W = 0.066 S^{1.31} \text{ on the frontal plane} \quad (\text{II})$$

(W: the spleen weight S: scan "surface area")

The spleen weights were plotted against the volu-

mes calculated from the equation $S.F/L$ on the section paper and the curve indicated a straight line relationship. This straight line, which was obtained by the method of least squares was as followed:

$$W = 0.413 V - 60.0 \quad (\text{III})$$

(W: the spleen weight, V: the calculated splenic volume, S: scan "surface area" of sagittal plane, F: scan "surface area" of frontal plane, L: vertical height of the spleen)

There is good correlation between the estimated spleen weights derived from the above equation and the operated weights, correlation coefficients of (I), (II) and (III) being 0.934, 0.879 and 0.925, respectively.

Estimation of the spleen weight is necessary to the calculation of the total splenic blood flow based on the radioactive rare gas clearance method, which is one of our important indexes to determine the indication of splenectomy in portal hypertension.

* * * * *