胆管内圧測定の問題点

国立栃木病院外科 富 田 壽 児

PROBLEMS IN CHOLANGIOMANOMETRY

Tohji TOMITA

Department of Surgery, National Tochigi Hospital

胆管内圧測定による胆管末端部の研究には古くから多くの報告がみられるが、測定方法がまちまちであるばかりでなく、使用される用語も統一を欠き混乱を招いているのが現状である。これらを整理し、理解を深めるために胆管内圧模型を想定し、これを用いて各種の測定法の意義を検討した。このうち胆管末端部抵抗測定法は外科臨床とくに胆石症の手術中に、胆管末端部の異常の有無を判定し、付加手術の適応の決定に有用であり、さらに普遍性のある数値で表現できるので、施設が異っても測定値の比較検討が可能である。装置は簡便で普及性にも富んでいる。

はじめに

良性胆道疾患の手術成績向上のため、術中に胆管、とくに末端部の精査が必要なことは論をまたない。この手段としてX線造影、内圧測定、内視鏡検査などが行われ成果があがりつつある。胆管内圧は古くから胆汁の十二指腸への流出機序の解明のため測定されてきたが、その主な目的が生理学的実験か、臨床的な手術適応の決定のためかにより測定方法は多岐にわたり、使用される用語も統一を欠く場合が多い。このため学会発表でもしばしば混乱を招き、論争がなかなか噛み合わないきらいがある。

ここでは各種の測定方法の意味の理解の助けとして胆管内圧模型を想定し、これらの比較検討を行い、さらに胆管末端部抵抗測定法^{1)~3)}の外科臨床における利点を述べたい。

I. 胆管内圧模型

図1に示すように2個の水槽と、その間の小孔をもつ上下に動くシャッターから成り立つ。水槽Ⅰは肝内および肝外の胆管を示し、容積は正常では数10mlにみたないが、病的な胆管拡張とくに先天性胆管拡張症では1000ml以上もありうる。水槽Ⅰは上方ほど広がっている。これは胆管系の壁の弾力性を示し、水位が高くなると拡張することを現わしている。圧と拡張の関係は直線ではないと考えられるので傾斜した曲面の壁で示してあ

る。水槽Ⅰには胆汁分泌を示す蛇口Ⅰがあり、通常1日800~1000mlが食事その他の因子で変動はしながらも持続的に注入されている。水槽Ⅰの側壁下部には側孔があり、胆嚢管を示し、ここからカテーテルなどを挿入し測定器具に連結される。胆嚢を省略したのは外科的には殆んど胆嚢が剔出された後に測定を行うためである。

水槽Ⅰと十二指腸を示す水槽Ⅱの間には小孔を持ち上下に動くシャッターがあり、胆管末端部を表している。小孔は直径が小さいほど通過する水の流れに対する抵抗が高い。直径は計算上はシャッターの厚さにもよるが正常で0.5mm程度である。小孔の高さ Pmm はシャ

ッターの上下により変化し、胆管末端部の圧保持力の強弱を表し、通常50～150mm であろう。

水槽Ⅱにも蛇口Ⅱがあり、胃液、腸液の流入を示し、さらに十二指腸運動を表す水門があって、その高さQの変化により水槽Ⅱの水位の最高を規定する。水槽Ⅱにも弾力を表す傾斜した曲面の壁がある。両水槽には水位を示す目盛があり、0点は水槽Ⅱの底で、実際の測定では十二指腸乳頭部の高さとなる。

さてこの内圧模型に蛇口Ⅰから水をゆっくりと注入してみよう。この場合側孔は閉鎖しておく。水槽Ⅰの水位は徐々に上昇して行くが傾斜した曲面の壁のため決して直線的ではない。水位が小孔の高さ Pmm に達すると上昇は止まり、水は小孔を通して水槽Ⅱに流入する。水槽Ⅱの水位は蛇口Ⅱからも水が流入し傾斜した曲面の壁のため非直線的に上昇し水門の高さ Qmm でこれを乗り越えて流出して行く。これが一応胆管末端部の安静空腹時、あるいは全麻下手術時の内圧の定常状態を表していると考えられる。水槽Ⅰの水位はPに、水槽Ⅱの水位はQによりその上限が規定される。QがPより高いと両水槽の水位はPに関係なくQに規定されることも特殊な場合ありうるわけである。

この模型は末端部の状態を理解し易いように、圧保持能力をシャッターの小孔の高さPで、通過の良否（流れに対する抵抗）を小孔の大きさで表現したものである。この模型の水槽Ⅰの側孔からカテーテルを挿入し圧力計に接続し水槽Ⅰの水位を測定することになる。圧力計は単純な直視型の水柱圧力計あるいはストレーンゲージ型電気圧力計およびペンライタ記録器が多く用いられる。この他以下にのべる各種灌流装置を一括して図2に示す。数個の三方活栓により色々と組合せがえられるようになっている。

II. 胆管内圧模型を用いた各種測定法の検討

A) 基礎圧

上記の定常状態にある水槽Ⅰの水位を測るだけのことであるが、側孔を通して圧力計に連なるカテーテルを挿入するときに水が漏れたり、測定器具の死腔に水槽Ⅰの水が流入すると、水槽Ⅰの容積は小さいので水位は低下し誤差を生ずる。これを防ぐための工夫⁴⁾が必要である。また測定中に小孔の高さが急に上昇した場合（括約筋および十二指腸筋の収縮）は蛇口Ⅰからの水量は少ないため水位はすぐに追従して上昇しえず、“おくれ誤差”を生ずる。基礎圧は上記のことに注意すれば小孔の高さPを良く示している。しかし小孔の大きさは測定し

えない。この基礎圧は総胆管内圧⁴⁾、静止圧⁹⁾、前値⁹⁾、初圧^{7)~9)}、などと呼ばれているが、中には前述の注意を払わず、測定の始めの圧を意味していることもあるので測定法をよく確認する必要がある。

B) 通過開始圧

基礎圧で述べた各種の誤差を避けるためにカテーテルを通して外から水を注入し、小孔を通して水槽Ⅱに水が流れ始めたときの水槽Ⅰの圧でPを測る方法である。問題は流出が開始した点を如何にとらえるかであり、造影剤を注入してレントゲン透視下で、それが水槽Ⅱに見えた時の圧を測る方法は、水槽Ⅰの水に造影剤が混じて小孔を通過し水槽Ⅱの水に混入することになるので通過開始点をとらえるのはかなり曖昧になる。また Caroli の器具（図2、a）を用いてバブリングでみる方法でも点をとらえるのは微妙であり、連続的にバブリングを示したときの圧とか、注入を続けて圧の上昇が急に停止する点の測定では後述の灌流圧の測定をしていることになる。このように通過開始圧は点としてとらえることには問題が多い。この圧は開放圧¹⁰⁾、通過圧⁹⁾とも呼ばれている。

C) 残圧

通過開始圧は前述のように点としてとらえ難いので、カテーテルから水を注入し、水槽Ⅰの水位をPより一時上昇させた後、注入を中止し、水が小孔を通して流出しPmm で水位が安定したとき圧力計で読みとる方法である。この測定法では次の点が問題になる。小孔が非常に小さい（末端部の狭窄）とき、水槽Ⅰの容積が大きい（胆管拡張）ときには水位がPmm で静止するまで相当に時間を必要とするので、測定を急ぐとPが高いと誤認する可能性がある。また水槽Ⅱの水位がPより高い場合には水槽Ⅱの水位Qmm（十二指腸内圧）が残圧として測定されてしまう。このことは小孔が大きい場合（乳頭形成術後）はもちろん、小さく（狭窄性閉鎖不全）でも残圧は水槽Ⅱの水位を示すことになる。しかしこの残圧は上記の点に注意すれば一応普遍性のある値で小孔の高さを示すことができ、以下に述べる各種灌流法の測定時に灌流を中止すれば簡単に得られるので、大流量を流した後では末端部は刺戟状態になるという意見¹²⁾はあるが一応 check しておくべきであろう。この残圧を基礎圧¹³⁾と呼ぶこともある。海外では residual pressure が一般的だが、resting pressure¹¹⁾¹⁴⁾、stabilized pressure⁹⁾とも記載されている。

D) 定流灌流法

図2 各種の測定、灌流装置の組合せ

小孔の高さ P の変動を連続的に測るためにはカテーテルから水槽Ⅰに少量の水を連続的に注入して圧を測ればよいという着想から、簡単には点滴ビン（図2，c）を用いて灌流することが多いが、この際点滴ビンの水面は水槽Ⅰの水位変化が無視しう程高くしておき、クレンメで流量を調節しないと灌流量が不安定になる¹²⁾。正確には灌流ポンプ（図2，e）を用うべきであろう。

灌流量は少なければ少ない程、 P の高さを正確に圧力計に示すが、 P が急に高くなつた場合、基礎圧の項で述べた“おくれ誤差”を生ずる。しかしこれを防ぐために灌流量を多くすると小孔の大きさにもよるが、水槽Ⅰの水位は P mm よりも高い所で平衡状態になり P を正確に示さなくなる。さらに流量が増加すれば使用したカテーテルの流れに対する抵抗も無視できなくなり、水槽Ⅰの水位より圧力計の示す圧は高くなり、小孔の高さ P の測定誤差は倍増する。このカテーテルによる誤差を省くために2重カテーテルを用い、圧測定と灌流を分ける方法¹⁰⁾¹⁶⁾も行われている。春山ら¹⁷⁾は灌流量が1時間50ml 以下なら殆んど残圧に近いが、それ以上では流量に比例して圧は上昇すると報告している。実際の報告では1分間1ml~3mlが多いが、とくに流量を多くして昇圧試験⁹⁾と称することがある。また残圧の項で述べたように水槽Ⅱの水位が P より高いと測定値は P mm でなく Q mm を示すことになる。定流灌流法は上記のことに留意すれば小孔の高さ P の変化を連続的に測定記録しうる利点がある。定流灌流法で示される圧を初圧¹⁷⁾、灌流圧¹⁸⁾、注入圧¹⁸⁾、通過圧¹²⁾、括約筋抵抗⁹⁾、末端部

抵抗¹³⁾と記載されることがあるので注意を要する。正確には yml/min の定流灌流時の圧が xmmH_2O と記載すべきであろう。

E) 内圧上昇曲線、上昇時間

水槽Ⅰに水を注入したときの水位の上昇変化をみる方法で、水位が P mm に達するまではその上昇変化は水槽Ⅰが大きければ遅く、注入量が多ければ早く上昇するのは当然であるが、水槽Ⅰの傾斜した曲面の壁のため直線的には上昇しないであろう。水位が小孔に達するとその後は前項の定流灌流法に近い状態になるので注入量により P mm あるいはそれより高い値で平衡状態になり水位の上昇は止む。注入量が多いと小孔の抵抗が効いてきて、水が水槽Ⅱに流出し始めても、なお水槽Ⅰの水位は上昇を続ける排出遅延現象¹⁰⁾を呈する。このように内圧上昇曲線、時間は末端部以外の因子が大きく作用することがわかる。著者は上昇曲線の傾斜によって胆管系の容積が測定できるのではないかと興味をもっている。

F) 内圧下降曲線、下降時間

水槽Ⅰにカテーテルを通して水を注入し、それを中止した直後から水位が下降して残圧に落ち着くまでの圧の変化曲線と時間を測るもので、理論的には水位は指数函数曲線を書いて低下する筈であり、下降時間は始めの水位が高く、小孔の直径が小さく、 P が小さく、水槽Ⅰの容積が大きい程延長するが、これに水槽Ⅰの傾斜した曲面の壁、圧力計の死腔などが複雑に影響するので解析には慎重を要する。即ちこの方法は P の測定のほか、小孔の大きさも推定しうるが、他の因子による誤差を忘れては

ならない。下降時間は復元時間¹⁹⁾、安定所要時間⁹⁾とも記載されている。

G) 定圧灌流法

水槽 I にカテーテルを通して一定の圧で水を注入し、流れが一定になった所での 1 分間当りの流量で小孔の大きさを表現する方法である。使用される圧は 300mmH₂O が多く、(図 2, b) の装置が標準的なものであるが、特殊な流量コック²⁰⁾、フロートフローメーター²¹⁾、その他^{14) 22)}、流量測定に工夫が凝らされている。この場合水槽 I の水位が 300mm に保たれるならば話は簡単であるが、水槽 I の水位は使用されるカテーテルの流れに対する抵抗により低下し、300mm と Pmm の間になるので、流量は小孔の大きさのみでなく、高さ P とカテーテルの抵抗が影響することがわかる。カテーテルの抵抗による誤差は 2 本のカテーテルを挿入し、各々を水槽 I の圧測定専用と灌流専用を使い、リザーバーを上下して水槽 I の水位を 300mm に保つようにすれば避けられるが、小孔の高さ P の流量への影響は除けない。極端に言えば小孔が大きくても P が 300mm では流量は 0 になる。この方法はカテーテルを含めた測定器具の free flow¹²⁾(開放時の 1 分間の流量) が同じものを使用し、小孔の高さ P の誤差を無視すれば他施設の測定値と一応比較することができる。さらに free flow 量が判明し、小孔の高さ P を別に測定すれば、後に述べる末端部抵抗値 R を計算しうる。

H) 可変灌流法

カテーテルを通して水槽 I を灌流する流量あるいは圧を変化させたときの圧と流量の関係をパターンとしてとらえ、小孔の大きさを表現しようとするもので、可変流²³⁾、または可変圧灌流^{14) 24)}ともいえる。小孔を通過する流量を相当に多くしないと定流あるいは定圧灌流法の項で述べたように、小孔の大きさより高さ P の方が測定値に影響して誤差が多くなるので、小孔が大きくなる程(乳頭形成術後)、高流量が必要となる。即ち Newman ら²³⁾のいう staircase phenomenon を示す流量域である。この方法は図 3 のように灌流量と灌流圧は直線関係になる筈であるが、模型でなく実際の測定では^{22) 24)}は低流量域で点線のように曲りがみられるが、これについては後述する。この直線の傾斜が小孔の大きさを表現しているが²²⁾、これには使用したカテーテルの流れに対する抵抗が加っていることを忘れてはならない。これを避けるため前述のように圧測定と灌流を 2 本のカテーテルの使用により分離させればよい。

図 3 灌流量と灌流圧の関係

I) 末端部抵抗測定注

小孔の大きさを流れに対する抵抗としてとらえ、普遍性のある数値で示し、同時に得られる P の値とで末端部の状態を表現するものである^{1)~3)}。前項の可変灌流法と同様にカテーテルを通して灌流し、その流量と圧の関係が流量 0 のとき Pmm を通る直線関係になる(図 3)ことから、この直線の傾斜をオームの法則と同様に圧の変化を流量の変化で除して抵抗値として算出する。しかしこの場合の抵抗は小孔のみでなくカテーテルの抵抗が直列に加わっているので、前もって測定してあるカテーテルの抵抗値を差引かねばならない。しかし P の値は変化しない。即ち小孔の抵抗値 R は次の式で示される。

$$R = \frac{\text{灌流圧の変化 (mmH}_2\text{O)}}{\text{灌流量の変化 (ml/min)}} - \text{カテーテルの抵抗値}$$

著者は R (Pmm) のように直線の傾斜と位置、即ち小孔の流れに対する抵抗と高さを記載している。カテーテルの抵抗値を差引く手間を省くためには前項に述べたように、カテーテルを 2 本挿入し各々を圧測定、灌流専用にいればよい。圧と流量の直線関係は流量を変えて圧を読んでも、圧を変化させて流量を測っても同一の結果が得られる。この測定法では 0 点の誤差は P の値のみそのまま誤差となるが、R の値には影響しない。

生体における実際の測定では灌流量の少ない部分で前述の通り(図 3)の点線で示すように圧と流量の関係が曲る部分があり、実測の残圧 P' と図表上の P が一致し

ないことが多いが、これについては後で考察する。抵抗と記載して定流灌流法による圧を示している報告²⁵⁾があるので注意が必要であり、著者も初期²⁶⁾には同様の表現を用いていた。

J) 圧力計の 0 点の校正その他

0 点の位置には総胆管の高さ、乳頭部、前腹壁、体厚の 1/2 の点など色々あるが、前述のように十二指腸内圧の胆管内圧におよぼす影響が大きいため十二指腸乳頭部の高さが理論的に正しいと思う。実際の開腹手術時では誤差 10mm 以内に設定しうる。圧力計の校正法は機械的水準器を用いるもの⁶⁾¹¹⁾、J 字管⁴⁾、U 字管³⁾の原理、自動レベル²⁷⁾など数多い。末端部抵抗測定法では 0 点の誤差は R の値に関係ないことはすでに述べた。圧の読みとりは呼吸性変動のうち安静呼吸の吸気直前、術中では筋弛緩剤で呼吸を停止させ、麻酔器のバッグに圧のかかっていない状態が正しい値である。

III. 考 察

以上胆汁流出における胆管末端部の状態を理解し易いように、圧保持能力と通過の良否に分け、それぞれ小孔の高さ、大きさで表した胆管内圧模型によって各種の測定方法を検討し、さらに各人各様に使用されている用語を一応分類してみた。

小孔の高さを目標にしている測定法は通過開始圧、残圧で基礎圧および低流量の定流灌流法も前述の誤差に注意すれば一応これに属し、内圧模型の測定ではすべて Pmm を示すべきであるが(誤差が出て小孔の直径まで)、生体における測定では相違がみられるのは、圧の上下に対する末端部の弾力および括約筋の収縮力の影響であろうと推測され興味があるが、ここでは触れない。

小孔の大きさを主目標にしている測定法は高流量の定流灌流法、定圧灌流法、可変灌流法および末端部抵抗測定法である。内圧下降曲線、下降時間は小孔の大きさ、高さが同時に示されるが、胆管の容積、弾力が関与し、その分析には注意を要する。内圧上昇曲線、上昇時間にはさらに灌流量の多少が測定に影響することを忘れてはならない。これらの灌流による圧の変動をパターンとしてとらえ、末端部の異常の判定も試みられている²⁾¹⁶⁾。

さてここで日常の胆道系の手術、とくに胆石症の手術中に付加手術(総胆管切開、乳頭形成、胆管消化管吻合など)の適応を決めるのは生理実験と異なり、末端部の通過の良否の判定が第一であろう。内圧模型でいえば小孔の大きさである。直径 3mm のブジーの通過の有無で乳頭部狭窄を診断した時代もあったことを思い出す。外科

臨床では pressure study より flow study の方がよいとの報告¹¹⁾¹²⁾もあり、また残圧が低くても通過障害をみた例も証明され¹²⁾¹⁹⁾¹⁹⁾、圧のみでは臨床に役立たないことが判明した。このため胆管末端部をおしひろげて測ることが必要で、高流量の定流灌流法、定圧灌流法、可変灌流法、末端部抵抗測定法が妥当なことがわかる。前二者は小孔の大きさをよく表現するが、高さ P の影響が避けられないこと、カテーテルの抵抗のため他施設との測定値の比較が困難なことが欠点として挙げられよう。従って定圧灌流法では装置の free flow の値が発表されているが、これを同一値に揃えることは必ずしも容易ではない。しかしこの値が判ればカテーテルを含めた装置の抵抗値は容易に算出しうる。即ち free flow 値が 75ml/min であれば、定圧 300mm を 75 で除して抵抗は 4 ということになり、この装置で内圧模型を測定し、20ml/min の流量が得られたとすると、P が 100mm と仮定して小孔の抵抗値は $(300 - 100/20) - 4 = 6$ ということになる。このように定圧灌流法は free flow と残圧の二つの値から末端部の状態を表現し、抵抗値も算出し得る。Brücke²⁰⁾²⁸⁾は抵抗値という概念は導入していないが、定圧灌流法の流量と残圧の値で末端部の状態を座標上に示している。可変灌流法は灌流量と灌流圧の関係が直線になり、その傾斜から小孔の大きさを比較するもので末端部抵抗測定法の前段階に位置する。

ここで著者の末端部抵抗測定法の発展経過と今後の問題について述べてみたい。というのは臨床成績も判明し^{29)~31)}、他施設による追試も行われ¹⁸⁾³²⁾、この方法に対する疑問、改良などが発表されているからである。

昭和 35 年に発表した十二指腸内胆汁流出機序に関する実験的研究²⁶⁾に端を発し、Boulter²⁴⁾の報告に影響を受け、末端部機構の動的観察から抵抗値算出法¹⁾に発展し、第一報を昭和 40 年、日本消化器病学会に発表³³⁾した。これでカテーテルの抵抗を除外した普遍性のある値として末端部の状態を記載し、他施設と比較が容易という目的は達したが、当時の装置に使用した電気圧力計およびペンライター記録器、電気滴数計は測定前のセットアップ、校正に手間がかかり、測定時の 0 点の不安定さ、ペンライターのサチュレーション、スケールアウトの問題、測定後の流量計算の煩雑さ、装置が高価で移動し難い点など、普及に問題があると悟ったので、その後 Holter ポンプを用いた簡便法²⁾に発展した。灌流ポンプは流量が 10 倍以上変化し、最高 20ml/min まで注入しうれば型式は問わないが、大きさ、取付けの簡単さから

Holter 型を選んだ。チャンバーが対称的なので並列に接続すれば流れは滑らかである。コンプライアンスの小さい接続管と電気圧力計を用いると宮崎³²⁾らの報告するようなパルス性変動がとらえられるが、圧を水柱圧力計で測れば、これが途中で挿入された積分回路 (mean) として働き測定には差支えない。また Holter ポンプは流量がつまみで連続的に変化し、目盛から量を知ることが簡単なので、流量と圧の直線関係を数点の測定で確認するのが容易である。高流量域で直線にならないときは、測定中に小孔の大きさあるいは高さが急に変動したことを意味し、胆管内の結石が乳頭部に移動した場合、小結石が十二指腸に圧出されたとき、さらに十二指腸に運動が起ったと考えられ、測定を繰返す必要がある。また小孔が非常に小さく通過の悪い場合、高流量では圧が高くなりすぎるので低流量域のみで測定せざるを得ず誤差は当然大きくなるが流量の調節は容易である。このポンプの使用で測定装置はすべて点滴台にセットでき、移動も容易で、測定前にすることはU字管の原理で0点を合せることだけである。最近(図4)のように電動により装置を上下して0点較正を行うように改良したので、多少大きくなったが、片手で軽く移動が出来る。

図4 末端部抵抗測定装置

カテーテルの抵抗を除くため、宮崎³²⁾は二重管カテーテルを用いて圧測定と灌流を分離しているが、価格、挿入の難易、さらにTチューブあるいは内視鏡からの測定³⁴⁾に向かないことなど、著者は経験がないが、如何なるものであろうか。臨床的にこの測定法はあまり精密に計算する必要がないので、著者は通常胆嚢管から挿入容易なアトムの臍静脈カテーテルを用いている。

術中における実際の測定に際して1ml/min以下の低流量域で流量と圧の関係が直線にならず(図3)の点線のように曲ることは以前¹⁾にも触れた。胆管内圧模型の測定では理論的に小孔の直径以上の圧の誤差はありえないが、生体ではBoulter²⁴⁾、Scottら²⁵⁾の報告にも表われており、その理由は説明されていないが、著者は次のような因子によると考えている。第一に灌流が微量では末端部は僅かに開いているのみで組織表面の弾力、柔らかさが流れに対して非直線的に作用し、灌流量が多くなると末端部は大きく押し広げられてしまい、表面の性質は無視されて圧と流量は直線関係になる。第二に微量灌流では水は連続して十二指腸に流出しているのではなく⁹⁾、末端部および十二指腸の平滑筋にみられる周期性のtonusの変化により断続して流出し³⁵⁾、測定中の水もれの形になる。この二つの因子が合併して曲線化するのであろう。このため末端部抵抗値Rの計算は上記のことから高流量域の直線部分で行わなければならない。即ち著者の発表したPは生体の測定では計算上の残圧であり、直線の位置を示す値である。低流量域の曲りはR値が非常に高い場合、RとPの値の誤差を増大させる因子であることは否めないが、R値の比較は抵抗値のため対数で行うべきであるので、誤差の問題は軽減されるが、Pの誤差はそのまま誤差として出てくる。このPと実測上の残圧P'の値の差から末端部の弾力、柔らかさ、収縮力を表現し得ないか、また病理組織所見との比較など今後追究されるべきであらう。

末端部抵抗値Rと計算上の残圧Pの値による末端部の状態の表現、理解、さらに付加手術適応の問題について詳細はすでに発表²⁾した。要約すれば、(図5)に示すように縦軸は抵抗値であるから対数でRを、横軸にPをとり座標上の位置で示すと理解し易い。左上の部分は細い注射針を測った場合と同様にRが高くPが低い弾力性のない狭窄性閉鎖不全を示し、右上の部分はR、Pともに高く、弾力性を残した狭窄、痙攣性収縮状態を示し、右下はRが正常でPが高く、末端部の通過性は正常で、弾力が過剰にあるのか、十二指腸内圧が高いかを示し、

図 5 R (Pmm) による末端部状態の判定

正常域より左下の部分は胆管低圧状態で、乳頭形成後のように圧保持力が無く、通過性は良好で、さらに十二指腸内圧も低いことを示している。

著者は臨床成績から R が 20 以下を正常、100 以上は付加手術の絶対的適応と決め、この間にあるものは術中胆管造影による形態の変化を参考にして適応を決めている。これは胆管の拡張（容積の増大）、上部胆管の狭窄、嚢胞状拡張が問題になること、極端に言えば R が正常でも胆管系の容積が巨大であれば付加手術が必要であると考えているからである³¹⁾。P の値に関しては末端部の機能的な圧保持力あるいは十二指腸内圧を表現すると理解され、0 点校正および低流量域の曲りによる P の誤差を含めて、付加手術の適応について考慮していない。正常域あるいは付加手術の適応に関して追試されている報告^{18) 35)}と多少意見の相違がみられるが、低流量域の曲りによる問題などもあるので、多数症例の長期にわたる follow up 成績から検討されよう。

末端部抵抗測定法の現行の Holter ポンプによる灌流量の変化は 6 点以上連続的であるが、さらに簡便化して簡単な切換つきポンプによる 2 点でも一応測定し得ると考えられる。また、低流量域の曲りによる誤差を無視すれば高流量の定流灌流の 1 点と残圧から前述のように抵抗値は算出し得るし、残圧も無視した超簡便法も最近発表³⁷⁾されている。また定圧灌流法と装置の free flow 量と残圧からの計算でも実用的には充分価値のある数値が

得られ、これらの器具の工夫によりさらに安価になり、普及が進むことを期待している。

おわりに

1) 胆汁流出における胆管末端部の機能を理解し易いように、圧保持能力と通過の良否に分け、これを胆管内圧模型で表現した。

2) 胆管内圧模型により各種の内圧測定法の評価、特長、欠点について検討した。

3) 外科臨床においては末端部抵抗測定法が有用で、普遍性のある値で表現でき、その簡便法はとくに普及性のあることを強調した。

4) この方法はあくまで術中胆管精査法の一つに過ぎず、他の検査法とくに術中胆管造影の併用により手術成績の一層の向上が期待される。

(ご教示を得た恩師、植草 実先生に深く感謝の意を表す)。

文 献

- 1) 富田壽児, 遠藤 巖, 加藤金吾他: 胆道外科における胆管末端部機構の動的観察法と、その臨床応用, 日消誌, 67: 47—55, 1970.
- 2) 富田壽児, 渡辺伸太郎, 植草 実他: 胆管末端部抵抗の簡便な測定法とその臨床的意義, 外科治療, 16: 673—678, 1974.
- 3) Tomita, T. Uekusa, M.: Intraoperative Measurement of the Bile Flow Resistance in the Terminal Portion of the Common Bile Duct and Its Clinical Significance in Biliary Surgery, Gastroent. Jap. 12: 209—217, 1977.
- 4) 三村一夫: 上腹部疾患に於ける開腹時の胆道内圧に関する研究, 日外会誌, 60: 1738—1760, 1960.
- 5) 丹 英太郎: T 字管設置患者における胆道運動生理の観察, 日消外会誌, 11: 81—99, 1978.
- 6) 吉岡 一: ラジオマノメトリーによる胆管圧異常症の診断とその治療法, 手術, 13: 126—142, 1959.
- 7) 本山博信: 胆道外科におけるラジオマノメリーの臨床的研究, 日外会誌, 72: 817—838, 1971.
- 8) 津田勇平: 胆管内圧に関する臨床的ならびに実験的研究, 大阪市医学, 24: 753—781, 1975.
- 9) 草野 佐: 胆管内圧および内圧下降曲線による胆道末端部の機能的な研究, 日消外会誌, 9:

- 14—26, 1976.
- 10) 中村欣正, 尾本良三, 大谷五良他: 術中胆道圧造影同時記録法 (IFM) による総胆管末端部病変の精査, 外科診療, 19: 91—96, 1977.
 - 11) White, T.T., Waisman, H., Hotpon, D. et al.: Radiomanometry, Flow Rates, and Cholangiography in the Evaluation of Common Bile Duct Disease, *Am. J. Surg.* 123: 73—79, 1972.
 - 12) 斉藤英樹: 胆石症における胆道末端部病変の診断法としての流量測定法の意義について, 日外会誌, 77: 1377—1393, 1976.
 - 13) 石井 敏明: 術中胆道造影法の検討並びに術中胆管圧測定の意義, 日消誌, 66: 296—315, 1969.
 - 14) Daniel, O.: A Simple Methode of Measuring Intra-visceral Pressure, of value in Uretero-Colic Anastomosis and Study of Pressure and Flow in the Common Bile Duct, *Ir. J. Med. Sci.* 6: 415—425, 1965.
 - 15) Mallet-Guy, P., Rose, J.D.: Per-operative Manometry and Radiology in Biliary Tract Disorders. *Brit. J. Surg.* 44: 55—68, 1956.
 - 16) 伊藤昭敏, 橋本 俊, 田良二郎他: 術中持続的胆道内圧測定, その波形でみる胆道末端部の機能, 日外会誌, 74: 783—785, 1973.
 - 17) 春山英雄, 田中満善, 横田稔昭他: 総胆管末端部括約筋の動態に関する新知見とその胆道造影への応用, 治療, 57: 2441—2450, 1975.
 - 18) 友田信之: 胆道内圧および胆道末端部抵抗値測定による胆道末端部の機能的研究, 医学研究, 47: 178—193, 1977.
 - 19) 野呂俊夫: 胆道内圧に関する臨床的ならびに実験的研究, 日外会誌, 73: 1640—1655, 1972.
 - 20) Brücke, H.: Physiklische Messmethoden in der Gallenchirurgie, *Langenbecks Arch. Klin. Chir.* 321: 334—348, 1968.
 - 21) Besançon, F., Prionneau, A., Lopes-Macedo, L. et al.: Technique nouvelle et simple d'exploration opératoire du cholédoque. *Arch. Mal. Appar. Dig.* 54: 59—70, 1965.
 - 22) Scott, G.W., Smallwood, R.E., Rowlands, S.: Flow through the Bile Duct after Cholecystectomy. *S.G.O.* 140: 912—918, 1975.
 - 23) Newman, H.F., Northoup J.D.: Hydrodynamics of the Human Common Duct, *S.G.O.* 105: 355—361, 1957.
 - 24) Boulter, P.S.: Flow Studies on the Human Common Duct, *Brit. J. Surg.* 49: 17—21, 1961.
 - 25) Doubilet, H., Colp, R.: Resistance of the Sphincter of ODDI in the Human, *S.G.O.* 64: 622—633, 1937.
 - 26) 富田藩児: 十二指腸内胆汁流出機序, 特に胆道末端部抵抗に関する実験的研究, 日消誌, 57: 1341—1368, 1960.
 - 27) 河野岩造, 谷川 尚, 秋田八年: Caroli 法を応用した胆道ラジオマノメトリー装置の試作, 日消外会誌, 9: 638—643, 1976.
 - 28) Brucke, H.: Eine Methode zur Messung des Abflusses in der Papille (Cholanigometrie). *Langenbecks Arch. Llin. Chir.* 301: 353—360, 1962.
 - 29) 加藤金吾: 胆石症における胆管末端部機能の動的観察, 日外会誌, 73: 629—648, 1972.
 - 30) 佐藤和英, 酒詰文雄, 尾形佳郎: 我々の行っている術中胆道内圧測定法の検討, 胆道疾患研究会ブローディングス, 13: 124, 1977.
 - 31) 富田藩児, 野田辰男, 橋本敏夫: 胆石症手術における付加手術, とくに乳頭形成術の適応について, 外科診療, 19: 961—969, 1977.
 - 32) 宮崎逸夫, 永川宅和: 胆道内圧・流量測定の意義, 外科, 38: 551—557, 1976.
 - 33) 富田藩児, 遠藤 巖, 米山桂八: 灌流圧の変化による胆道末端部機能の動的観察とその臨床応用, 日消誌, 62: 1437—1438, 1965.
 - 34) 船曳孝彦, 菅谷 宏, 吉崎 聰他: 可変定流量的胆管造影と可変定流量下動的胆道鏡観察, 胆道疾患研究会ブローディングス, 13: 54—55, 1977.
 - 35) 柿崎潤三: 内圧・筋電図およびX線映画3現象同時記録法による家兎胆管末端部運動の観察, 日平滑筋誌, 6: 40—49, 1970.
 - 36) 永川宅和, 片山外一, 滝 邦和他: 胆石, 遺残再発の予防と対策, 手術, 32: 77—84, 1978.
 - 37) Salomon, J., Roseman, D.L.: Intraoperative Measurement of Common Duct Resistance, *Arch. Surg.* 113: 650—653, 1978.