

肝鋳型標本とその臨床応用

シリコンゴムを用いた肝鋳型標本の作製法

高知医科大学第一外科教室（主任：緒方卓郎教授）
岡山大学医学部第一外科教室（指導，紹介：折田薫三教授）

高知医科大学第一外科教室

公文正光

（昭和60年9月18日受稿）

Key words: 肝解剖，鋳型標本，肝脈管構造，シリコンゴム

はじめに

肝の立体構造を理解するには肝鋳型標本を詳細に観察することが最良で，かつ実践的と考える。しかし，鋳型標本の作製は一般に特殊技術を要すると考えられ，我々臨床医が鋳型標本に接する機会は少なく，その臨床的有用性が十分認識されるに至っていない。また，従来の肝鋳型標本は可塑性に乏しく，容易に破損するのみならず，観察にあたっては超軟線撮影や透過光等の特殊技術を要した。

著者は新しい試みとして，シリコンゴムを用いた可塑性に富む肝鋳型標本の作製に成功した。シリコンゴムを用いた鋳型標本は柔軟で深部脈管構造の観察が容易である。また，シリコンゴムは硬化時間が長く，注入終了後，肝の変形をゆっくり矯正出来る利点をもつ。本稿では著者の開発したシリコンゴムを用いた肝鋳型標本作製の具体的手技を中心に述べる。

材料，使用器具

剖検摘出肝を使用し，注入材料としてはシリコンゴム(Flexicast, ニッシリ K.K.)を使用する。樹脂の着色は添付の染料を使用し，青(門脈)，赤(肝動脈)，黄(胆管)，黒(肝静脈)に染めわけ。青色は脱色されやすいので不足の場合はアクリル染料(リキテックス，画材店で購入可能)を追加する。使用する器具はFig. 1に示した。

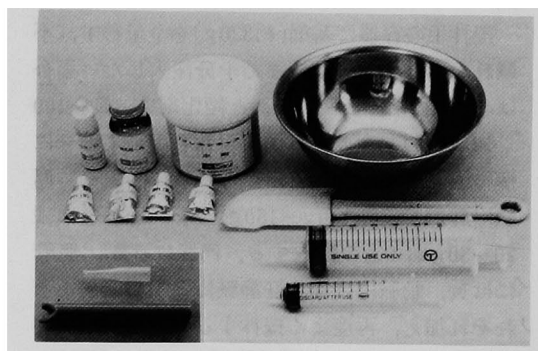


Fig. 1. Instruments and materials required for liver cast preparation.

Insert shows canules.

Fig. 1に示した以外に，樹脂の脱泡を行うためデシケーターを使用する。大型遠沈機を使用してもよい(1,000 rpm, 1分間)。いずれも使用できない場合は浣腸器(注射器)の先端を指でふさぎ，ピストンを手前に引くと大きい気泡は除去出来る。

方 法

(1) 肝の前処置

剖検摘出肝の門脈，肝動脈，胆管，下大静脈に挿管する。下大静脈の心臓側は縫合閉鎖し，尾側の下大静脈に挿管する。カニューレはシリコンゴムの粘度が高いために，内径の大きいもの程よい。我々は通常，門脈，下大静脈にはフ

アイコンチューブ(22~24 Fr.)を使用しているが、脱落を防止するため、1針縫合固定している。胆管、肝動脈には静脈留置針(ハッピーキャスト(14~18 G))を適当な長さに切断し、先端を炎で外翻させると、1回の結紮のみで脱落を防止出来る。通常胆嚢管は結紮しているが胆嚢にも注入したい場合は、一旦、胆嚢管を結紮し、肝内胆管に注入したのち、結紮を解除し、再度注入する。

カニューレおよび各脈管内の空気を出来るだけ除去したのち、生理食塩水で灌流する。灌流時、生理食塩水の漏出部を丁寧に結紮又は縫合閉鎖する。灌流が終了し、漏出部が完全に修復されたなら各カニューレの栓は外し、注入材料の準備が出来るまで、水中に静置しておく。

(2) シリコンゴム(フレキシキャスト)の準備

攪拌用の容器に基剤(約330g)を全量移す。(不馴れな場合や、末梢枝まで十分注入したい場合は400g程用意する。)基剤と硬化剤A・Bを100:10:1の割合で、ゴムベラ等を用いて十分に攪拌したのち、各脈管用に分ける。つまり、門脈、肝静脈には150g~160g、胆管、肝動脈には20~30gのおおの採取する。門脈には青、胆管には黄、動脈には赤、肝静脈には黒の染料をそれぞれ加え、再度よく攪拌する。染料が不足の場合はリキテックスを追加する。

デシケーター内に着色されたシリコンゴムを留置し、真空ポンプにて陰圧とし、約5分間攪拌時に混入した気泡を除去する。この際、シリコンゴムは大きく膨張するので、シリコンゴムを入れる容器は3~4倍の容量のものを使用する。通常著者は透視用バリウムコップと採尿コップを使用している。なお、デシケーターが入手出来ない場合は注射器の先端を指でふさぎ、ピストンを手前に引くことにより、大きい気泡は除去出来る。

(3) シリコンゴムの注入

さきに準備した肝を水中から取り出す際、各カニューレや脈管内に空気が流入するのを防止するため、各カニューレは閉鎖しておく。

門脈、肝静脈の注入には disposable 浣腸器(50 ml)を、胆管、肝動脈には disposable 注射器(10ml)を使用する。内筒を取り、先端を指で

ふさぎ、空気の混入を防止するため斜めにした状態でシリコンゴムを流し込む。シリコンゴムと内筒の間に気泡が出来ないように注射筒一杯にシリコンゴムをみだし、外れない程度に内筒を押し込んでおく。同様の操作を各脈管用シリコンゴムにつき繰り返す。通常、胆管、動脈、門脈、肝静脈の順に注入する。注入はゆっくり、時々休みながら用手的に行う。注入むらをなくするため、肝の上下方向を適宜変更する。また、各脈管を時々、触知しながら注入すると、過大な注入圧を避けることが出来、特に胆管、動脈の肝内での破裂を防止出来る。

注入量は胆道、肝動脈共に8~9 mlである。(ただし、胆嚢には注入しないものとして。)門脈には80~90 mlを一応の目安とするが、多少の増減は問題でない。なぜならば、シリコンゴムは末梢に向ってよく浸透し、注入量が多ければ末梢まで十分に注入され、少なければ少ないなりに末梢枝の乏しい標本が作製される。

(5) 肝の変形の矯正

適当な支持糸を肝にかけ、水中で肝の変形を可及的に生体内にあったと同じように矯正する。そののち、24時間放置する。

(6) 肝実質の溶解

注入したシリコンゴムが硬化していることを確認する。肝実質の溶解は20~25%水酸化カリウム(KOH)溶液(常温)に浸漬する。浸漬する前に、左、中、右肝静脈の根部で、注入したシリコンゴムが1~2 cm露出する程度、静脈壁に切開を加える。また、肝門部でも門脈主幹に切開を加えておく。さらに、エラストー針を用いて、KOH溶液を肝実質内に注入する。肝門部、下大静脈腹側には特に丁寧に注入する(目の保護を忘れずに)。その後KOH溶液に浸漬するが、金網等を用いて(平板は不適當)、全肝が溶液中に没するよう配慮する。

浸漬後、12時間程度経過してから、肝実質の溶解の進行具合を観察し、溶解の不十分な部位にはKOH溶液を再度注入する。上下逆にし、再度、完全に溶液中に浸漬する。更に12~24時間経過してから、標本をKOH溶液からとり出し、流水中で十分洗浄したのち、空気中で乾燥する。

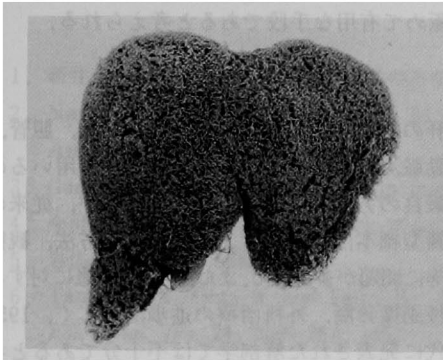


Fig. 2. Completed silicone rubber cast. Viewed from the ventral side.

(7) 標本の保管

下大静脈に細い銅線を束ね、支台を作成すると、標本の角度が自由にかえられ、種々の方向から観察出来る。平板上に長時間放置すると、標本が変形するので注意を要する。また、支台を作成した場合でも、末梢枝の切断は出来るだけ少ない方がよい。(Fig. 2)。

考 案

新井¹¹⁾によると、鑄型標本の歴史は古く文芸復興時代にさかのぼり、脳室と心臓の鑄型作成に wax が使用された。その他の古典的な注入材料としては、celloidine, fusible metal があげられる。これらの注入材料は強度が不十分で、凝固時の収縮率が大きい等の欠点があり、時代の変遷と共に使用されなくなった。

近代的な注入法が確立された Narat(1940)²⁾の時代になると主な注入材料として、celluloid acetone, latex ゴム, 合成樹脂が使用されている。

Celluloid acetone について Narat²⁾ は、1. 注入に長時間を要すること、2. 完成した標本が脆いこと、3. 着色が困難なことを欠点としてあげている。新井¹¹⁾ は celluloid acetone の一大欠点は凝固時の収縮率が大きいことであると指摘し、この欠点を補うため、3～4日間かけて、徐々に濃い celluloid acetone 液を注入する方法を述べている。

latex ゴムは市販の加硫 latex ゴム液を水³⁾またはアンモニア水⁴⁾で希望の粘度に薄め注入し、酸溶液中で硬化させる。今川¹⁰⁾は latex ゴムの

利点として、注入操作が容易であること、細部まで注入可能であること、弾性があること、収縮が少ないことを挙げている。岩佐⁵⁾によると latex ゴムは酸溶液中で硬化させただけでは多量の水分を含有するため脆く、ゴム弾性を得るには乾燥する必要がある、その際収縮が大きいと言う。

注入用合成樹脂は高分子化学の進歩により、種々のすぐれた材料が入手出来るようになった。vinyl resin は Narat²⁾ により報告された。硬化時の収縮率が大きいのが欠点であるが、弾性に富む利点がある⁶⁾。その後、収縮を防止するため、Liebow⁷⁾ が充填剤 (filler) を加える方法を報告した。

acrylic resin は Swinyard⁸⁾、長田⁹⁾ 等により報告されたが、歯科用樹脂をそのまま使用したため、polymer の粒子が大きく、capillary まで注入されないのが欠点とされていた。この点を Taniguchi⁶⁾ は polymer を微粒子とし、可塑剤として dibutyl phthalate を加えることにより改良した。この方法は、非常に秀れた方法であると考えられるが、予め半重合体を作成しておくことが必要で、若干の熟練を要する。この点市販の Technovit, Mercox 等は主剤と触媒を混合するだけで、注入可能で、非常に便利であるが、可塑性に乏しい欠点をもつ。

著者は、肝鑄型標本の作成を手がけた当時、簡便さから Mercox を使用した。ところが、Mercox は本来、微細血管鑄型の作成を目的としており、sinusoid まで容易に注入され、注入量が多いと標本があたかも石のごとくなり、内部構造の観察が困難であった。また、凝固時間が6～10分と短いため、注入終了後、肝の変形を矯正する時間がなかった。さらに、完成した標本は脆く、容易に破損する欠点があった。

肝鑄型標本について、その注入材料を検討すると、欧米では Elias¹⁰⁾、Healey & Schroy¹¹⁾、Goldsmith¹²⁾ は vinyl resin, Gupta¹³⁾ は butyl resin を使用している。本邦における肝鑄型標本は田中¹⁴⁾、大東¹⁵⁾、細川¹⁶⁾、豊島¹⁷⁾、岡田¹⁸⁾、三宅¹⁹⁾、奥平²⁰⁾、新井¹¹⁾ 等によってなされており、その注入材料には celluloid acetone, acrylic resin, latex ゴムが使用されている。これらの

注入材料を用いた肝鑄型標本は latex ゴムを除けば、可塑性に乏しく、内部脈管構造を観察するには超軟線撮影法や透過光を用いるなど特殊な方法が必要で、直接肉眼で多方向から観察することは不可能であったと考えられる。

つまり、従来の注入材料を用いた肝鑄型標本は可塑性に乏しく、内部脈管構造が十分には観察出来なかった。また、今日の発達した各種画像診断、肝胆道外科の立場からみると、1950年代に報告された肝局所解剖学では種々の問題点ないし、不都合な点がある。著者はこの点を考慮し、深部脈管構造がより詳細に観察出来る肝鑄型標本作製のため、注入材料の検討を行ってきた。最近、シリコンゴムを用い、深部脈管構造が容易に観察出来る、柔軟な鑄型標本の作成に成功した。著者の新しく開発したシリコンゴムを用いた肝鑄型標本の特徴をまとめると以下の如くである。

〈長所〉

1. 主剤と触媒を混合するだけで注入可能である。
2. 着色が容易である。
3. 硬化時間が長いので、注入がゆっくり出来、注入終了後、肝の変形を矯正出来る。
4. 完成した標本は柔軟性に富み、末梢枝を指でよけ、深部構造を直接肉眼で観察出来る。

〈短所〉

1. 強アルカリ、強酸で比較的容易に変性する性質がある。そのため、肝実質の溶解には特別の配慮を要する。
2. 長期間放置すると外力により変形する。
3. 柔軟性に富むため、門脈と肝静脈の相互関係、いわゆる inter digitation が不明確になりやすい。

シリコンゴムは -Si-O- 結合が、基本構造で、強アルカリ、強酸でその連鎖が切断される。そのため、肝実質の溶解に際し末梢の小枝が若干変性することは避けられない。しかしこの点を除けば、シリコンゴムを用いた肝鑄型標本は作製が容易で、凝固時の収縮が少なく、完成した標本は柔軟で深部構造の観察が容易であるという他の注入材料では得られない利点がある。従って、今日の進歩した肝胆道外科に即応出来る肝局所解剖を容易にかつ詳細に検討するために

は極めて有用な手段であると考えられる。

ま と め

肝の局所解剖学を検討するには門脈、胆管、肝動脈、肝静脈よりなる肝鑄型標本を用いるのが最良の方法と考えられる。ところが、従来の肝鑄型標本は可塑性に乏しく、保存方法、観察法等に問題が多かった。また近年、肝疾患に対する各種画像診断、外科治療の進歩は著しく、1950年代に発表された解剖学では不十分であると考えられる。この点を考慮し、注入材料の検討を行ってきたが、シリコンゴムを用い、柔軟な鑄型標本の作成に成功した。

シリコンゴムを用いた鑄型標本は肝実質の溶解が困難である点を除けば、柔軟で深部構造が詳細に観察出来るという他の注入材料では得られない長所をもつ。本稿ではシリコンゴムを用いた鑄型標本の作製方法を中心にのべ、従来の注入材料について文献的考察を加えた。その具体的な臨床応用については別の機会に発表する。

御指導、御稿閲を載しました高知医科大学第一外科教室、緒方卓郎教授ならびに岡山大学医学部第一外科教室、折田薫三教授に深謝致します。また、高知医科大学法医学教室、石津日出雄教授をはじめ、資料の提供に御協力載しました諸先生方に深謝致します。

文 献

1. 新井正治：鑄型標本の作り方。医学のあゆみ，73，285—288，1970。
2. Narat, J.K., Loef. J.A. and Narat, M.: On the preparation of multicolored corrosion specimens. *Anat Res.* 64, 155—160, 1936.
3. Gamble, D.L.: Liquid latex as an injection mass for blood-vessels. *Science* 90, 520, 1939.
4. 今川与曹，大倉由資：鑄型剤 latex-ゴムに就いて (抄)。岡山医学会誌，64 (別巻)，204，1952。
5. 岩佐信夫：私信，1985。
6. Taniguchi, Y., Ohta, Y. and Tajiri, S.: New improved method for injection of acrylic resin. *Okajimas Fol. Anat. Jpn.* 24, 259—267, 1952.
7. Liebow, A.A., Hales, M.R., Lindskog, G.E. and Bloomer, W.E.: Plastic demonstrations of pulmonary pathology. *J. Tech. Methods* 27, 116—129, 1947.
8. Swinyard, C.A., Dolowitz, D.A., Seliger, W. and Karmrin, B.B.: The use of dental acrylic in the preparation of pressure injection casts of the auditory apparatus and paranasal sinuses. *Anat. Res.* 107, 181—186, 1950.
9. 長田淳一郎：解剖学的研究領域における合成樹脂剤の応用。総合医学，1，30—31，1950。
10. Ellias, H.: Observation on the general and regional anatomy of the human liver. *Anat. Rec.* 117, 377—394, 1953.
11. Healey, J.E. and Schroy, P.C.: Anatomy of the biliary ducts within the human liver. *Arch. Surg.* 66, 599—616, 1953.
12. Goldsmith, N.A. and Woodburne, R.T.: The surgical anatomy pertaining to liver resection. *SGO* 105, 310—318, 1957.
13. Gupta, C.D.: Intrahepatic pattern of the Biliary Ducts and their major variations. *Indian J. Med. Res.* 63, 1130—1137, 1975.
14. 田中千金：部分的胆管結紮肝における血管変化の合成樹脂注入による立体的追求とその標本供覧。日病誌，40，118—119，1951。
15. 大東康幸：合成樹脂注入法による管系統の形態学的研究。(1)鬱積性黄疸，コクチヂウム症，肝吸虫症の際の膽管について。日病会誌，41，465—466，1952。
16. 細川修治：日本住血吸虫症に関する実験的研究 (第1報)。合成樹脂注入による肝血管系の形態学的所見。日病会誌，42，43—45，1953。
17. 豊島博忠：合成樹脂注入法による肝構造の外科的解剖学的研究。日外宝函，23，476—493，1954。
18. 岡田正弘：生理，薬理の研究に使用し得るよう考案したラテックス注入による管腔鑄型法に就いて。お茶の水医学会誌，2，52，1954。
19. 三宅 仁：合成樹脂を用いた肝血管構造の研究。特に肝区域の設定および肝小区域の概念を中心として。日本臨床，19，611—618，1961。
20. 奥平雅彦：肝の血管構造。最新医学，20，254—263，1965。

Flexible Liver Cast prepared with Silicone Rubber**Masamitsu KUMON****First Department of Surgery, Kochi Medical School****(Director: Prof. K. Orita)**

Silicone rubber, Flexicast (Nisshiri Corp., Tokyo) colored with four different dyes (acrylic polymer emulsion) was injected into the bile duct, hepatic artery, portal vein and hepatic vein. The liver parenchyma was corroded with potassium hydroxide solution. Because the liver cast with Flexicast had adequate flexibility, it was possible to observe the inner structure of the liver by separating the hindering small branches with the fingers. The three vascular systems and duct system were clearly distinguished by their different colors. Peripheral branches were easily removed with a scissors, if necessary, to expose the main branches. The details of the method for the corrosion preparation of the liver with Flexicast were described and discussed.