

医療画像検査の基礎である人体臓器空間把握のための立体血管模型作り

ShuzouArakaki@周超音波研究所 新垣 周三

URL <https://shuzouarakaki.jp>

1 初めに

超音波 B-モード検査に必須の人体臓器空間把握を会得する最善、最短な方法は立体血管模型作りであると考えます。血管の走行には多くのバリエーションがあり、こんな難儀な模型作りしても意味がないという方はご遠慮ください。

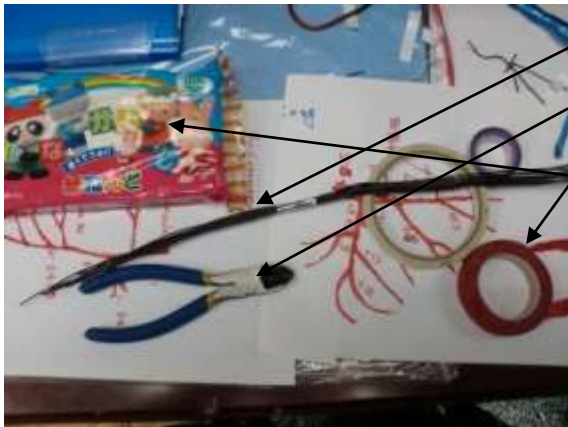
苦勞して作って初めてドアが開きます。そのドアとは神業と言われている領域であり自ずと理解でき、そして勉強の足りなさを実感し必要な情報収集方法が身につきます。

2 血管模型の作り方：心臓血管冠状動脈 (coronary) 作りで説明します

A 準備するもの

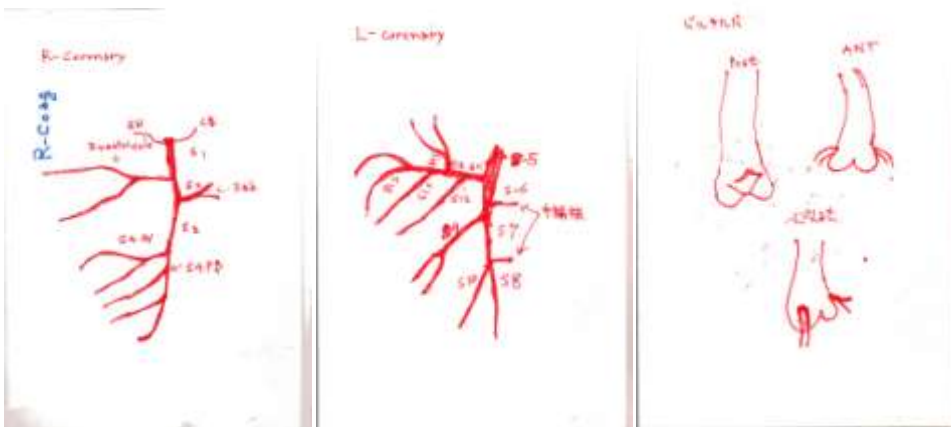
園芸用アルミワイヤー径1mmぐらいのもの50cm12本・ニッパー・紙バン5巻きまたは手工芸造花用テープ1巻き・水性塩化ビニール塗料100cc1缶・紙粘土

すべてホームセンターで購入可能



園芸用アルミワイヤー径1mm
ニッパー
手工芸造花用テープ1巻き
紙粘土：バルサルバを作らないときは不要

B 設計図 (写真3枚)

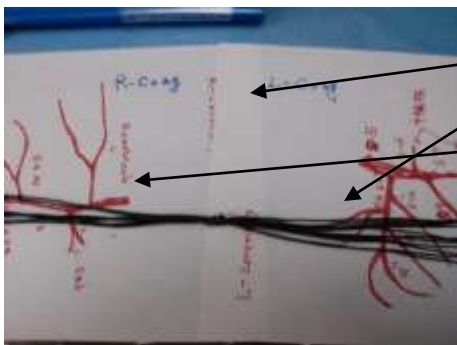


写真を A-4 プリントして設計図を作ります

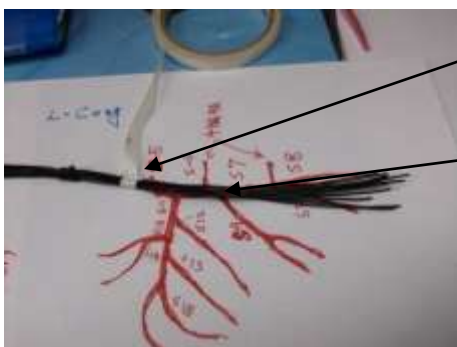
C 設計図に合わせて血管分岐の構築

プリントアウトした設計図 Rcoag と Lcoag を横につながるようにセットします

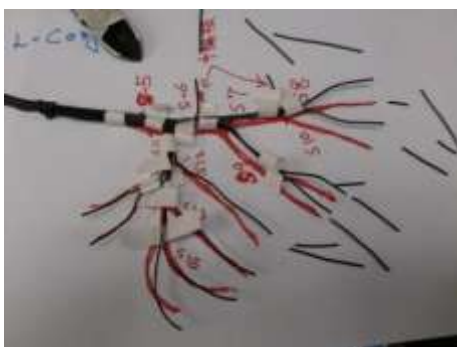
その設計図に合わせて針金を必要分並べます



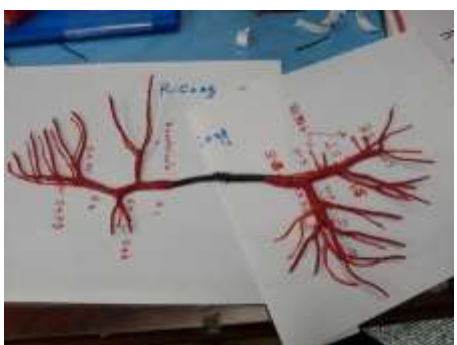
- プリントした設計図を横に並べます
- 左冠状動脈 12 本
- 右冠状動脈 SN と CB を入れて 12 本



- 起始部をマーキングします
- すべての分岐部にマーキングテープを巻きつけます



- 設計図に合わせて血管構築原型を作り長さも設計図に合わせてカットします



- 原型が出来上がったらテープ巻きを行います
血管径を考えながら起始部から巻きつけていきます。

Y-tube で巻き方方法動画配信しています

<https://www.youtube.com/watch?v=PLSGhLxyH7Q>

ここまでできたら次は空間走行構築と最終コーティング仕上げ

D 仕上げ表面ペイント



ペイントの素材は水性の塩化ビニールタイプの塗料をお勧め、今回は家の外壁用で余ったミルクホワイトの水性ウレタンペンキを使用。これはペンキをバケツに入れて模型を数分付けて軽く振って余分なペンキを飛ばして乾燥させた。

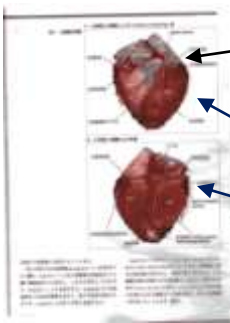
水性ペイントを推奨する理由

油性ペイントと異なり柔軟性および伸縮耐性があり折り曲げ加工や展開して説明等でひび割れが少ない。ひび割れ起こしたら、同じ塗装方法で簡単補修できます。各分枝ごとに色分けしたい場合も同じ製品の色違いを使うと良いです。

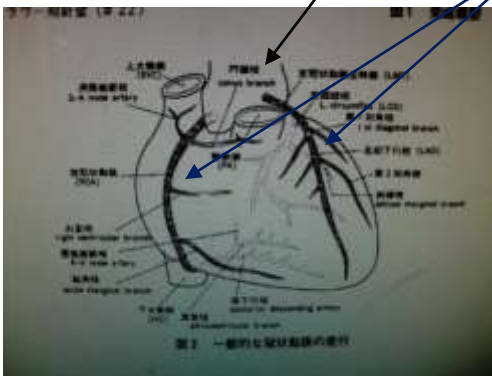


E 血管走行構築

心臓血管は一方通行です。心筋領域に沿って分枝が走行しますので、心房、心室、中隔、肺動脈、肺静脈、上大静脈、下大静脈、大動脈（バルサルバ）の位置関係と血管配置を考慮しながら空間走行を加工していきます

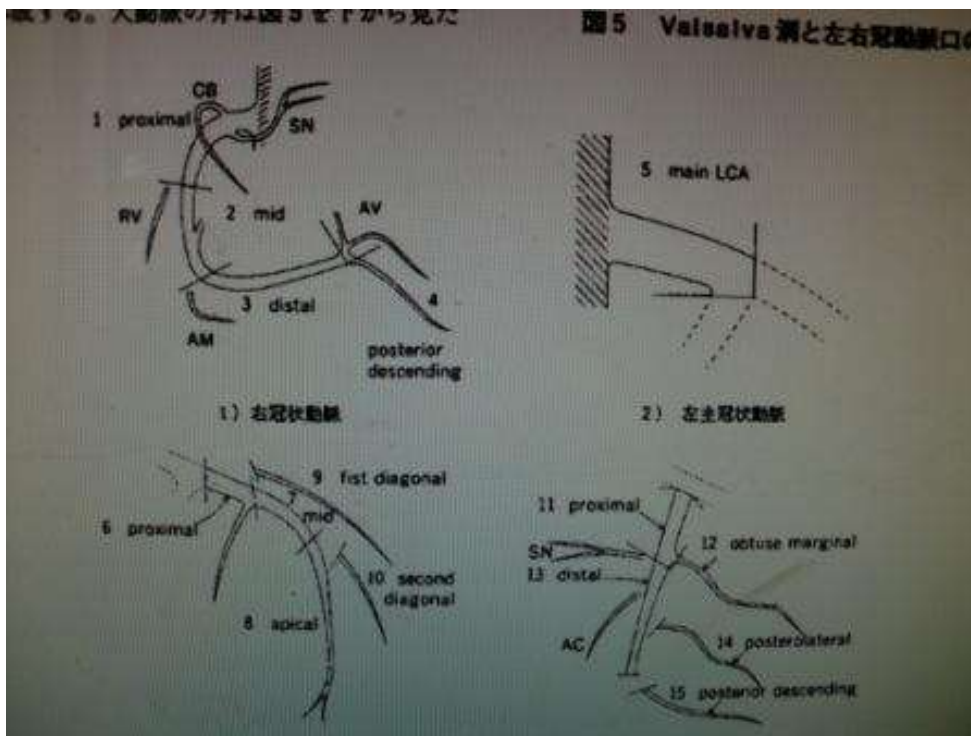


心房、心室、中隔、肺動脈、肺静脈、上大静脈、下大静脈、大動脈（バルサルバ）の位置関係と血管配置を把握しながら血管走行を立体的に組み立てていきます



心臓血管は一方通行です。心筋領域に沿って分枝が走行します。心臓および周囲の血管配置を

一般的な走行図

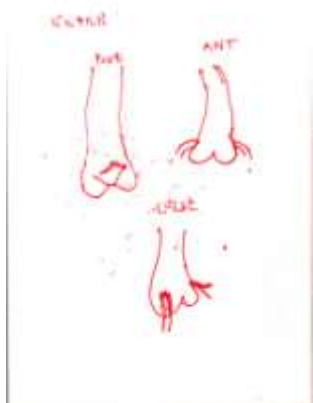


座台は簡単に太いアルミワイヤーで作るのがベスト



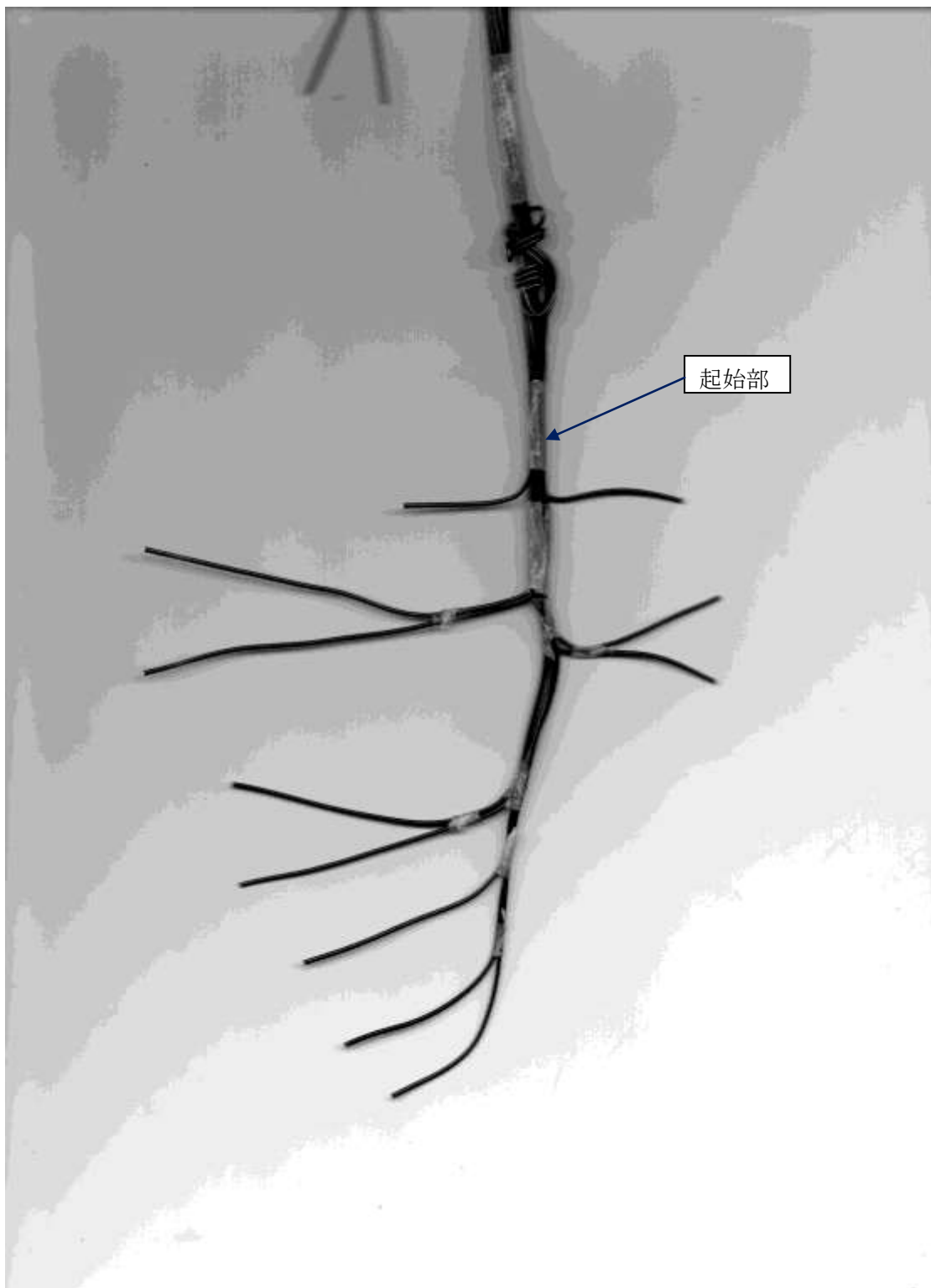
座台は簡単に太いアルミワイヤー
上手に作ると専門医が患者さんへの説明のため借りに来ます。
当然、足りない血管分岐や位置など教えていただけますので、その時追加で血管増設し完成度を高めます。

バルサルバを作りたい場合

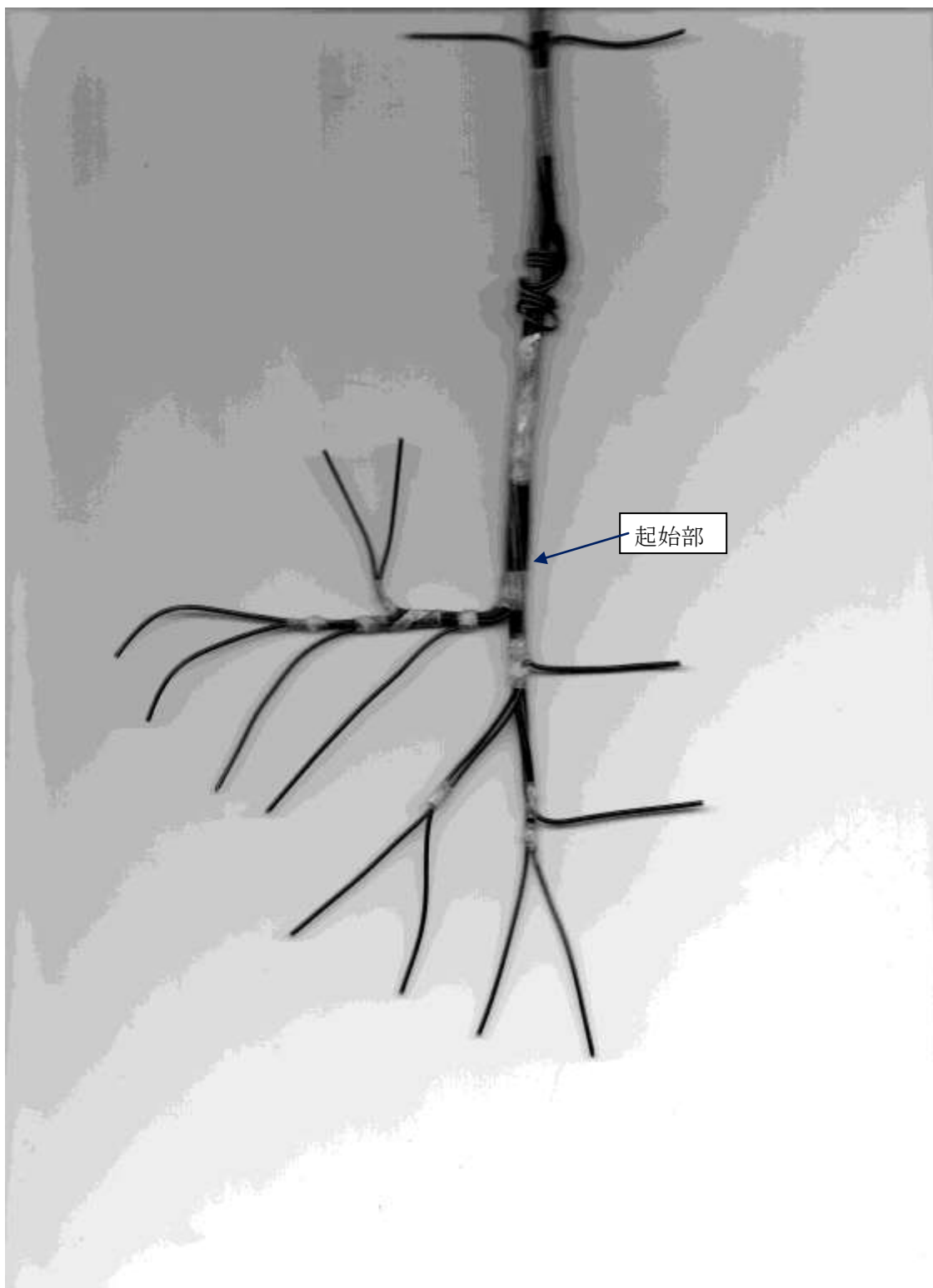


バルサルバの作成は左の図を参考にご自身で勉強して作ってください。
私はバルサルバがなぜこのような形状なのか、なぜ3尖弁なのか、その生理機能に対しての知識不足です
バルサルバを作るときは心臓血管外科の専門医のアドバイスを受けて仕上げてください。

右コロナリー設計図：これを A-4 プリントして利用ください

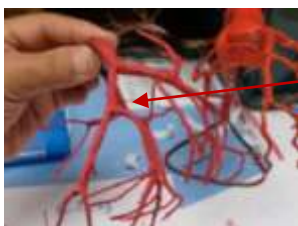
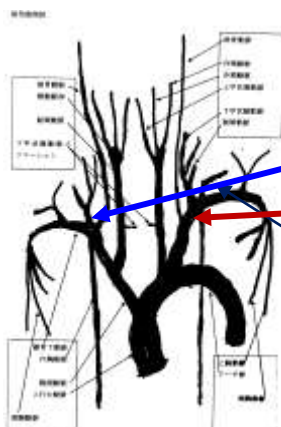


左コロナリー設計図：これを A-4 プリントして利用ください



3 上胸部から頸部血管模型作り

A 設計図



アルミワイヤー29本を14本と15本に分けます
14本は設計図に合わせて大動脈下行部から右半身の血管に配置します

15本は設計図に合わせて上行大動脈から左半身の血管に配置します

この血管は不要です外傷でできた側副血行路とのことでした

各分岐ごとにテープを巻きます

余分な部分はカットして、肉付けテープ巻きをします。ペイントは心臓血管のように展開したり走行調整等しないので、油性コーティングでよい

太さを気にする人は外科手術解剖の本で詳細の血管径を参考ください

水性の塗料でコーティングすると、折り曲げ加工時にひび割れは軽微です

白を基本として、各分岐ごとに色分け（マッキーペン等良い）することで美しく、それらしくなります
余分な血管はカットしたりして除去ください

足りない分はアルミワイヤーを継ぎ足してテープ巻きし固定後塗料でコーティングして分枝を補充し完璧を目指してください。

園芸用のアルミワイヤーは柔軟なので思い通りの走行や展開して心筋マッピングなどに活用できます

4 上腹部 4 管複合立体模型作り



上腹部動脈、静脈、門脈、胆道立体模型の作り方

<http://www.shuzou-arakaki.info/>

動脈系：下行大動脈・腹腔動脈：脾動脈、右肝動脈・上腸間膜動脈・腎動脈

静脈系：下大静脈・肝静脈・腎静脈

門脈系：脾静脈・左胃静脈・下腸間膜静脈・上腸間膜動脈腎動脈

胆道系：総胆管・胆嚢および胆嚢管・左肝管・右肝管

4 管複合立体血管模型の作成は分岐の位置や管径の製作に精密さを必要とします。

模型作りのセンスと高度な解剖学的知識が必要です。

そして熱意が必要

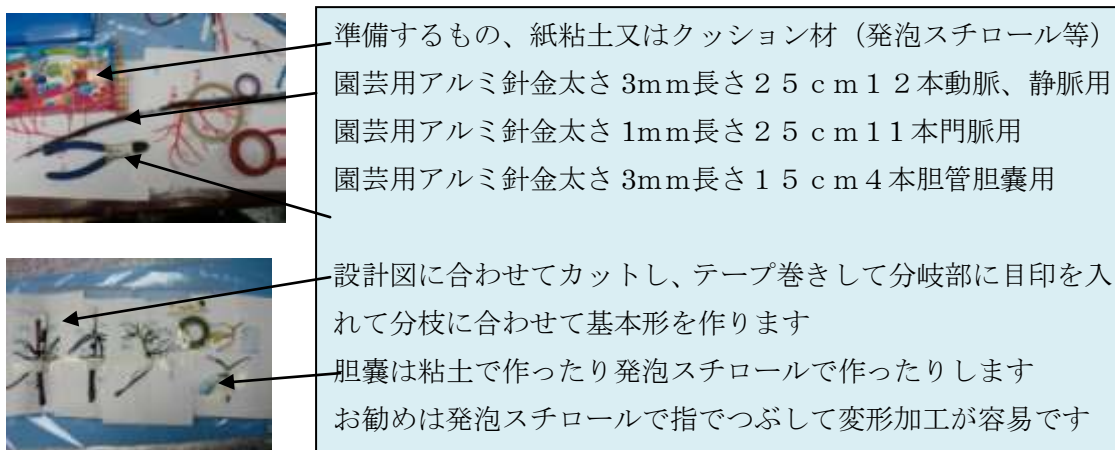
実際に各パーツ作り直しを 50 回以上繰り返して出来上がったのが、写真の模型でありその展開図を設計図として利用していますので大きな間違いはないと思います

最も気を遣う血管分岐位置は腎静脈と肝静脈です。その他の血管は簡単に位置合わせできます

これを作ることができたら、師範級の実力を身に着けたでしょう。

更に精進して、自信ある検査報告書を精度よくして信頼を得てください

準備するもの



準備するもの、紙粘土又はクッション材（発泡スチロール等）
園芸用アルミ針金太さ 3mm 長さ 25 cm 12 本動脈、静脈用
園芸用アルミ針金太さ 1mm 長さ 25 cm 11 本門脈用
園芸用アルミ針金太さ 3mm 長さ 15 cm 4 本胆管胆嚢用

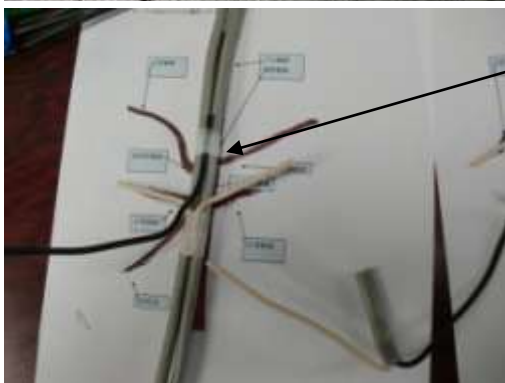
設計図に合わせてカットし、テープ巻きして分岐部に目印を入れて分岐に合わせて基本形を作ります
胆嚢は粘土で作ったり発泡スチロールで作ったりします
お勧めは発泡スチロールで指でつぶして変形加工が容易です

各パーツの作り方と組み合わせ

3 パーツごとの作り方



設計図に合わせて針金を血管分枝に合わせてカットして並べます



分岐部に合わせてテープでマーキングを入れます



マーキングしたら肉付けテープ巻きを行い血管に類似する表面の形状に仕上げていきます。

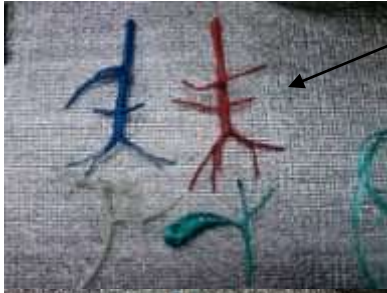
テープの素材は造花のフローラテープを使うと簡単です。

フローラテープの代わりに病院や薬局で販売している紙バンでもよい

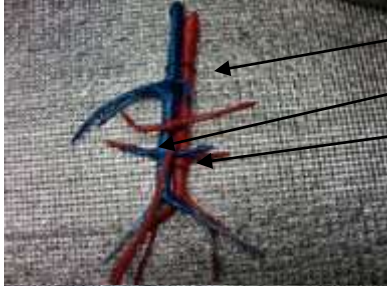
テープ巻きが完了したら表面に水性透明ニス塗ってコーティングします。

油性のニスやラッカーペイントは柔軟性がないので折り曲げ加工の時割れてはがれます。

4 組み合わせ



各パーツのテープ巻きが完了しました

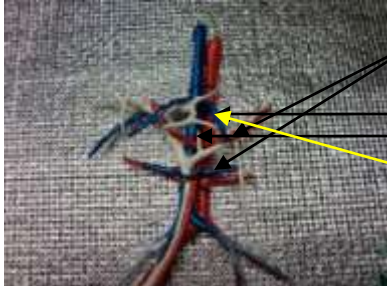


動脈と静脈を合わせます

ポイントは腎臓血管を合わせます

左腎静脈は上腸間膜動脈と下大動脈の間を走行します

右腎動脈は下大静脈の背側を走行します



門脈を合わせます。上腸間膜動脈と脾動脈に合わせます。

門脈の走行と肝静脈との位置関係を考慮して、分岐の走行を調整します。S2 と S3 の位置関係が間違っていますので正しく治します



3管合流部を基本に胆道を合わせます

総胆管は逆くの字走行です

胆嚢管は総胆管右背側より分岐していることが多い

胆嚢は中肝静脈に沿って配置します



組み終わったら CT,や MRI の画像を参考に微調整して出来上がりです
模型の大きさは成人男性の0.8倍の拡大率で各パーツ75%程度の走行です。

参考にする解剖の書物は消化器外科手術アトラスを参考ください。

5 走行説明図



- 右肝静脈
- 中肝静脈
- 左肝静脈
- 門脈外側後上枝
- 左肝静脈
- 門脈外側前下枝
- ウンビリカルポーション (臍静脈)
- 腹腔動脈
- 総胆管
- 脾動脈
- 門脈本管
- 左胃静脈
- 脾静脈
- 下腸管膜静脈

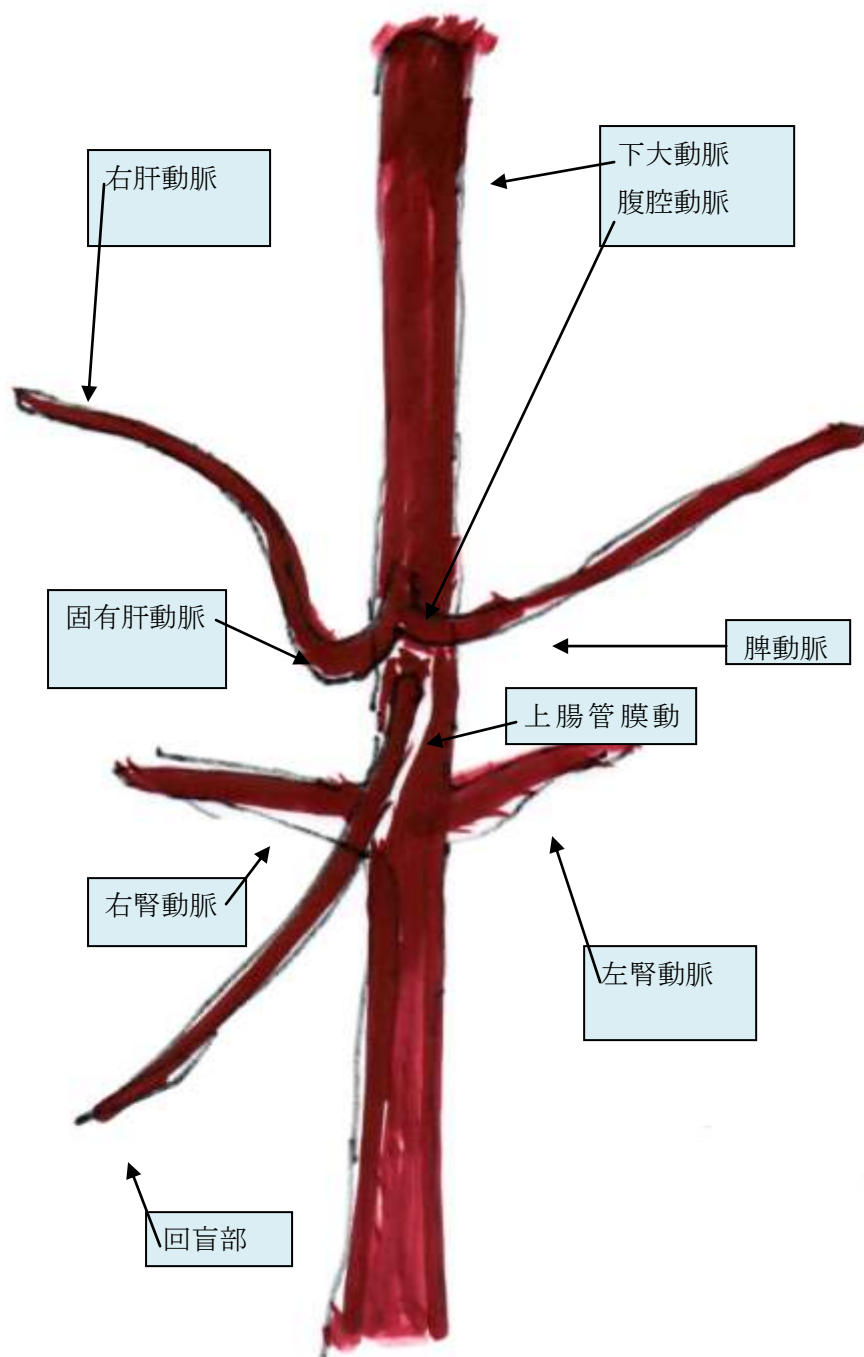


- 門脈右後上区域枝
- 右肝静脈
- 左中肝静脈共通管
- 中肝静脈
- 左肝静脈
- 門脈左外側後上枝
- 3管合流部
- 門脈内側枝
- 門脈左外側前下枝

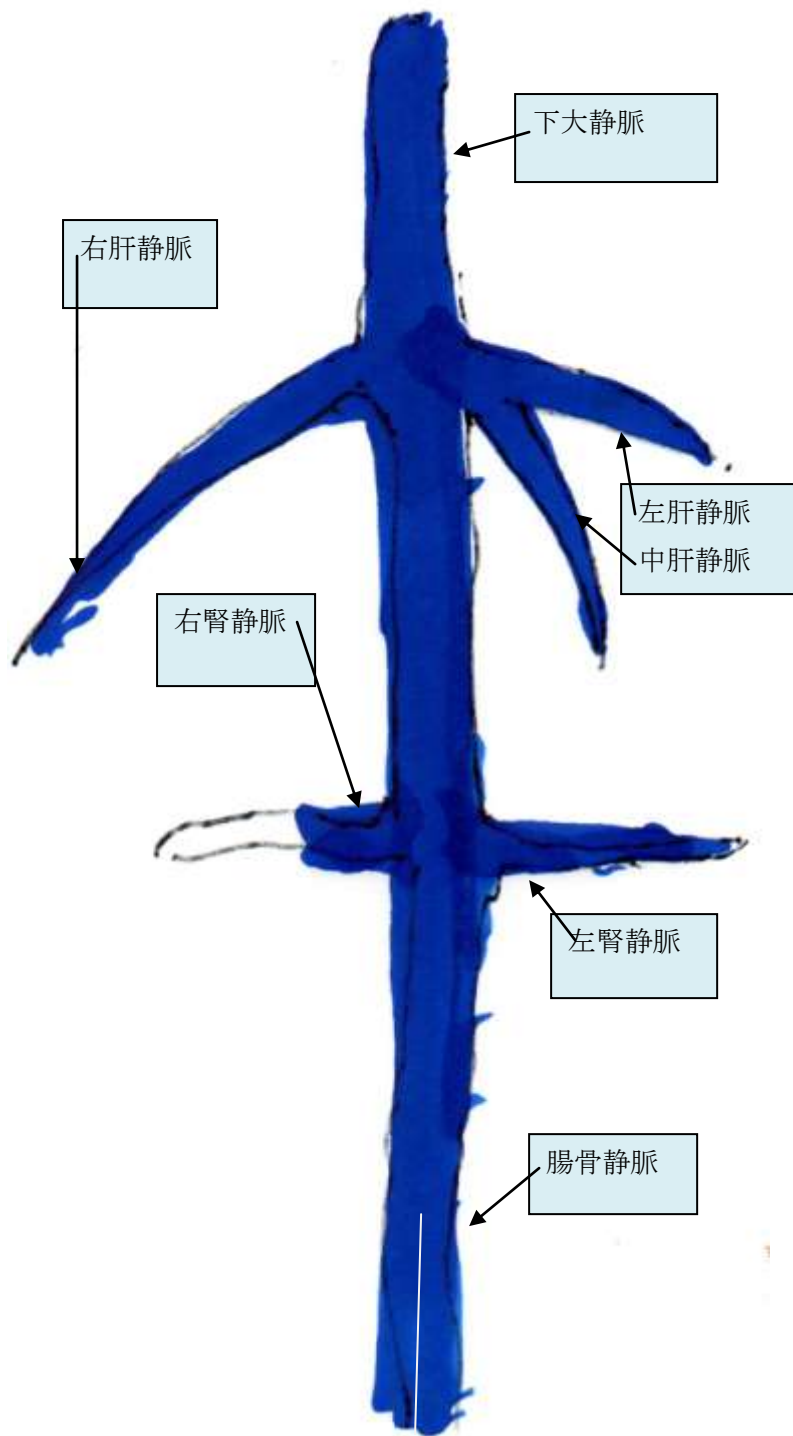


- 3管合流部
- 背側に下大静脈その上を門脈本管が走行し門脈の上側を右肝動脈が横断しその上を総胆管が走行する

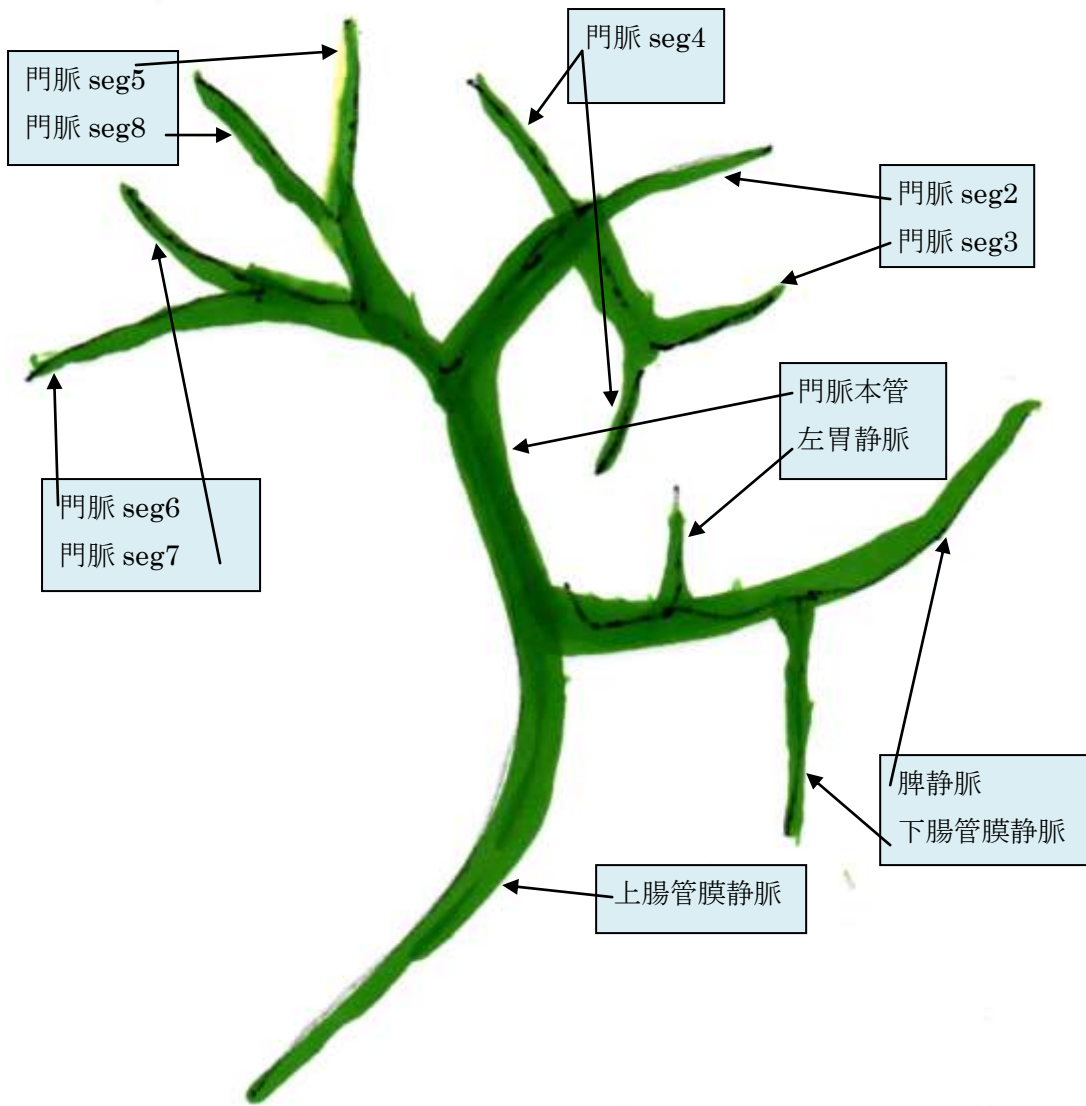
動脈の作成図



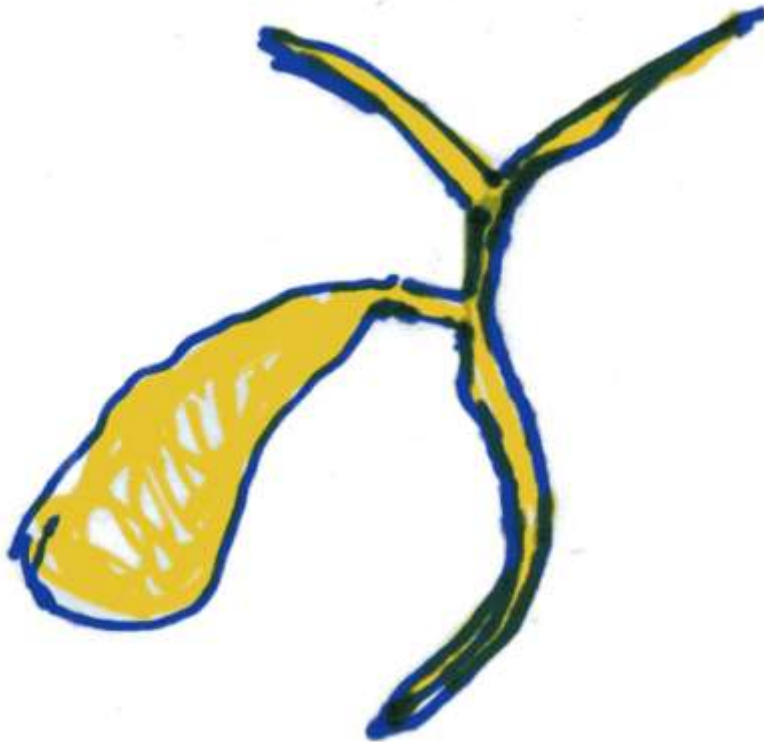
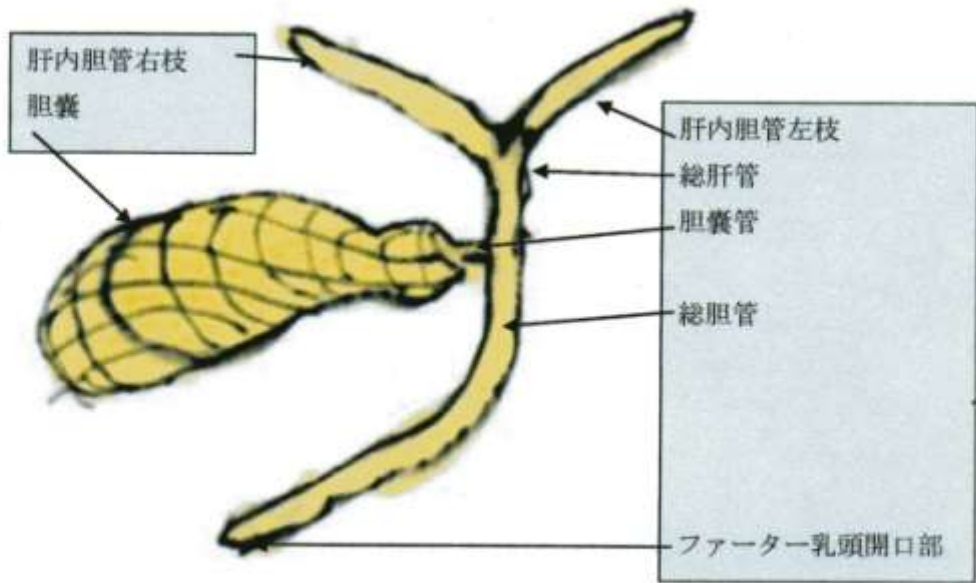
2 静脈の作成図



3 門脈の作成図

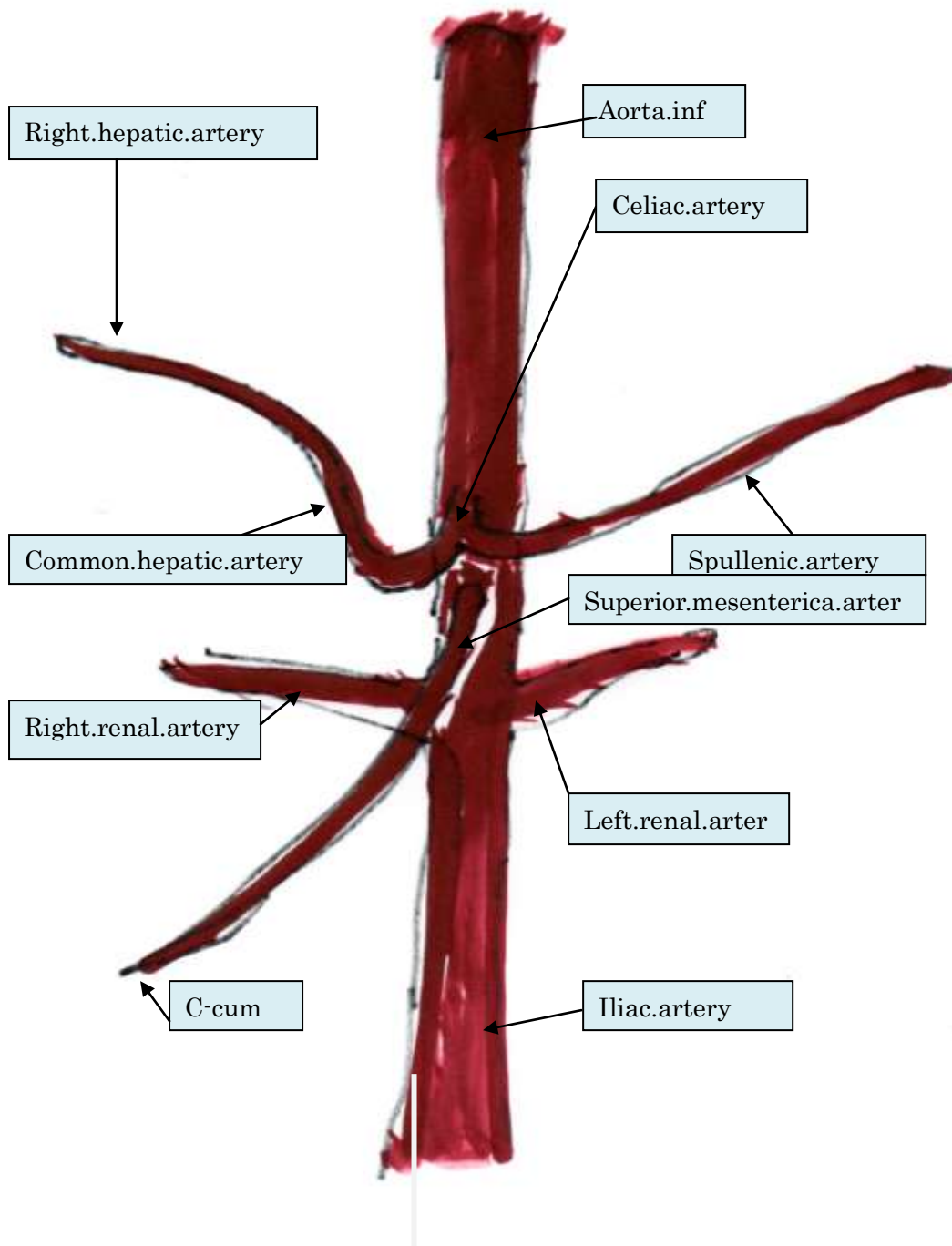


4 胆道の作成図

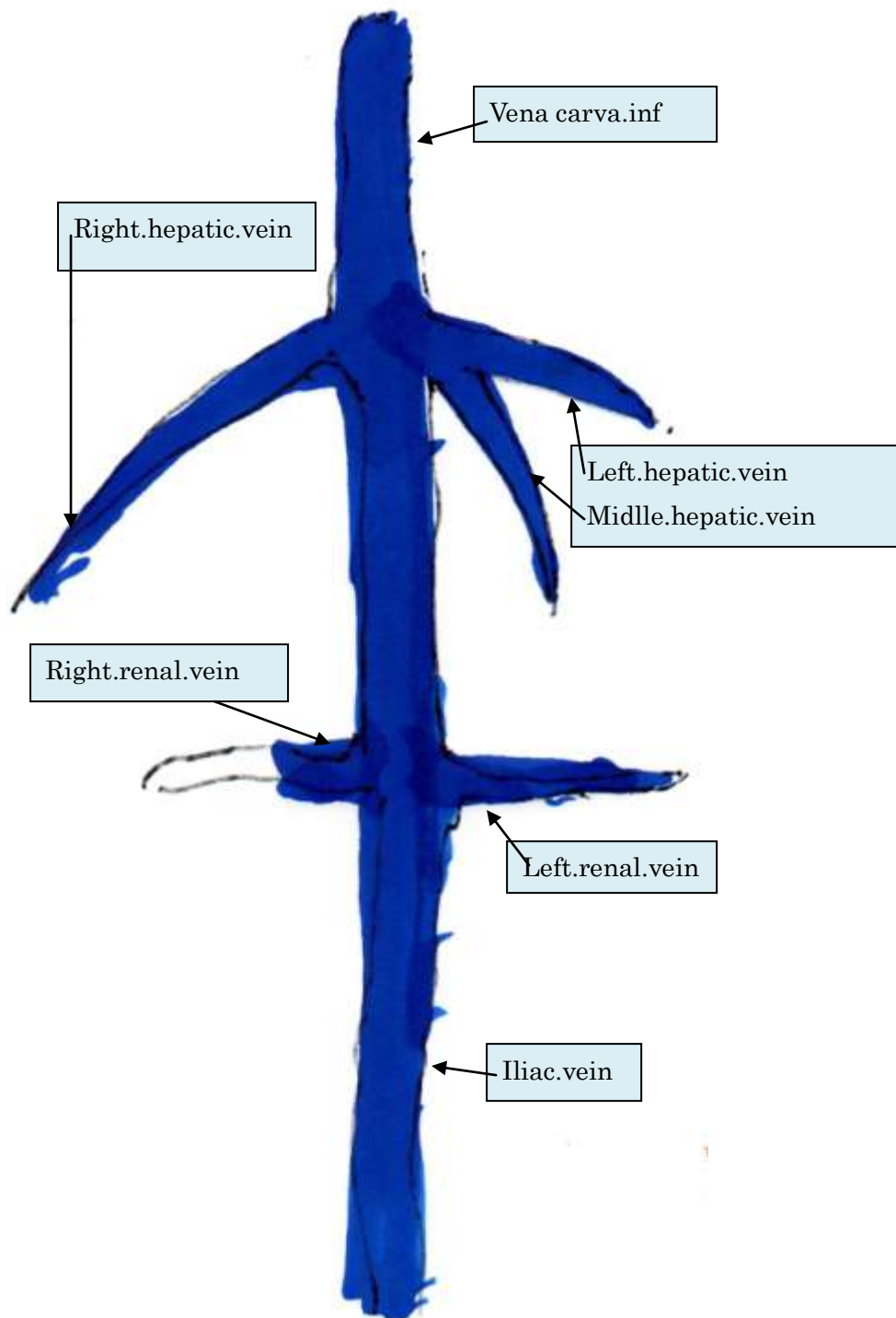


How to make an upper abdominal artery, vein, portal vein, biliary duct solid model

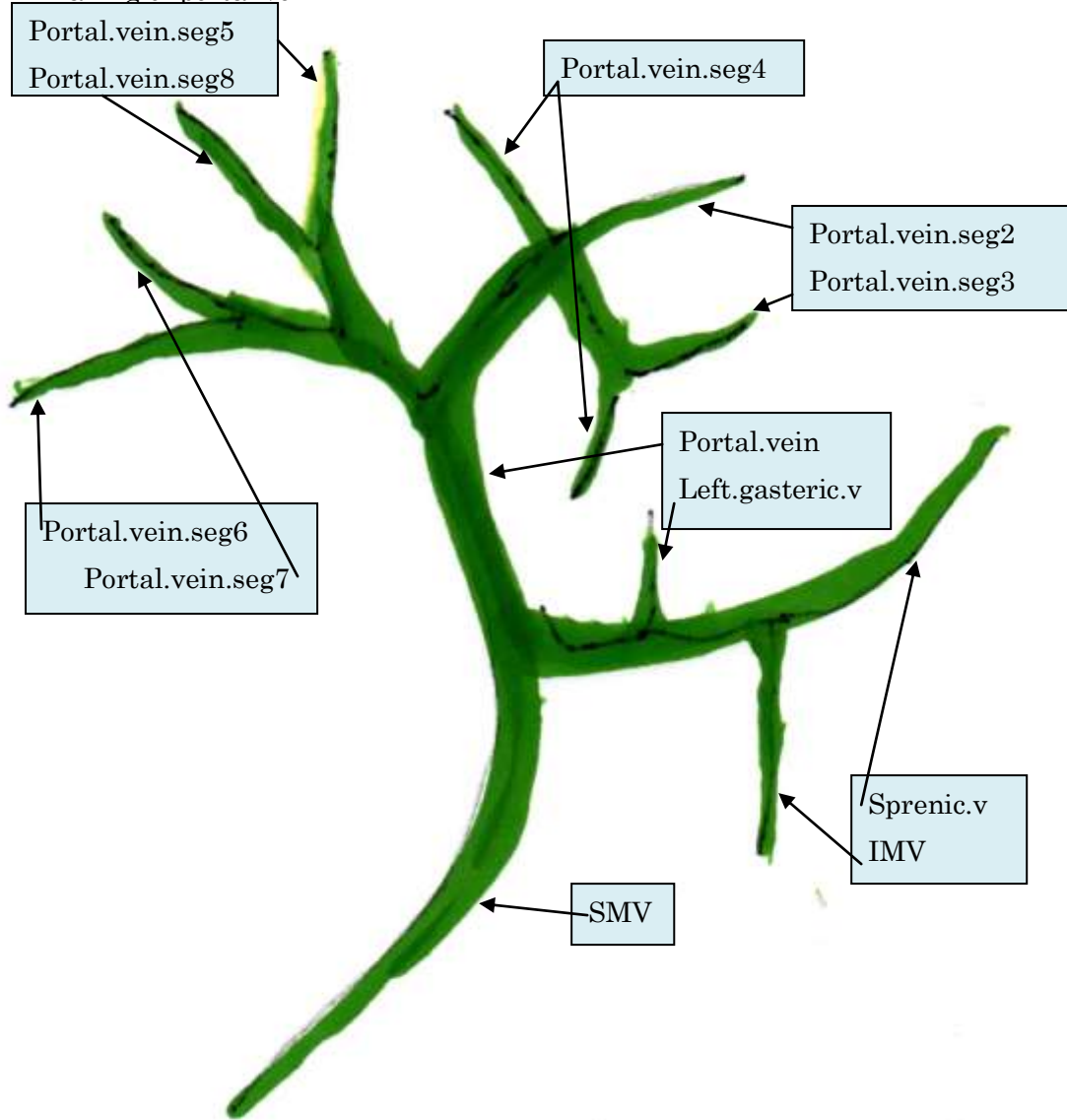
1 Making of artery



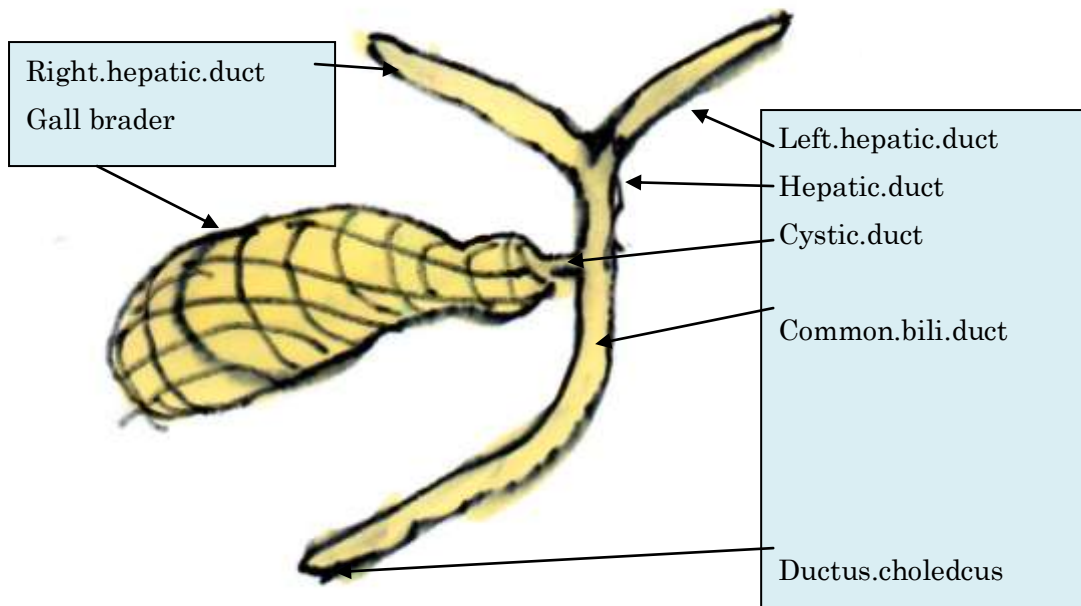
2 Making of vein



3 Making of portal vein



4 Making of biliary tract



5 Assembly



- Right.hepatic.vein
- Middle.hepatic.vein
- Left.hepatic.vein
- Portal.vein.seg2
- Left.hepatic.vein
- Portal.vein.seg2
- U-P
- Celiac.artery
- C B D
- SP.artery
- SP.vein
- LG.vein
- IMA



- Portal.vein.seg 7
- Portal.vein.seg2
- Midle.hepatic.vein
- Left.hepatic.vein
- Portal.vein.seg 2
- Portal.vein.seg 4
- Portal.vein.seg 3



Three tube confluence
 The portal vein and the bile duct parallel run.
 The right hepatic artery crosses the interval. The portal vein and the bile duct