



犬の門脈体循環短絡症に対する  
経皮的X線造影検査法に関する  
実験的・臨床的研究

麻布大学 獣医学研究科 獣医学専攻

DV9601

茅沼 秀樹

## 目次

### 第1章

緒言	1
----	---

### 第2章

経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法(PCOJAP)に関する検討	5
--------------------------------	---

第1節 実験材料ならびに方法	5
----------------	---

1. 実験材料	5
---------	---

2. 実験方法	6
---------	---

第2節 結果	7
--------	---

1. 第1実験 空腸動脈へのカテーテル 誘導方法に関する検討	7
-----------------------------------	---

2. 第2実験 撮影タイミングならびに 造影剤に関する検討	7
----------------------------------	---

3. 第3実験 薬理学的血管造影法に関する検討	8
-------------------------	---

第3節 小括	8
--------	---

### 第3章

経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法(PCRPCP)に関する検討	10
--------------------------------	----

第1節 実験材料ならびに方法	10
----------------	----

1. 実験材料	10
---------	----

2. 実験方法	11
---------	----

第2節 結果	12
--------	----

1. 第1実験 後大静脈へのカテーテル誘導方法 に関する検討	12
-----------------------------------	----

2. 第2実験 血流遮断による循環器系への影響 に関する検討	12
-----------------------------------	----

3. 第3実験 撮影タイミングならびに造影剤投与量 に関する検討	14
-------------------------------------	----

4. 第4実験 正常造影像に関する検討	14
---------------------	----

第3節 小括	15
--------	----

第4章	
経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法(PCRAVP)に関する検討	16
第1節 実験材料ならびに方法	16
1. 実験材料	16
2. 実験方法	17
第2節 結果	17
1. 第1実験 奇静脈へのカテーテル誘導方法 に関する検討	17
2. 第2実験 撮影タイミングならびに造影剤投与量 に関する検討	18
3. 第3実験 正常造影像に関する検討	18
第3節 小括	19
第5章	
考案した造影法の疾患モデルに対する造影能の検討	20
第1節 実験材料ならびに方法	20
1. 実験材料	20
2. 実験方法	21
第2節 結果	21
第3節 小括	22
第6章	
考案した造影法の臨床例に対する造影能の検討	23
第1節 実験材料ならびに方法	23
1. 実験材料	23
2. 実験方法	24
第2節 結果	24
第3節 小括	24
第7章	
総括ならびに考察	26
第8章	



結論 3 8

謝辞 4 0

参考文献

Table

Fig.

# 第1章

## 緒言

門脈体循環短絡症は犬、猫、馬、牛および人などに認められ、門脈と体循環における静脈系が異常血管によって吻合する病態とされている〔34〕。特に小動物分野においては、1974年に犬で初めて門脈体循環血管奇形が報告され〔15〕、その後1980年には猫での門脈体循環奇形が報告された〔46〕。近年では本奇形の疫学、発生機序などの基礎的研究ならびに臨床分野における診断法や治療法などについても詳細な研究がなされていることから、本疾患に対する診断率は飛躍的に向上し、特に犬においては比較的遭遇することの多い疾患となりつつある。

犬および猫の門脈体循環短絡症は、短絡血管の存在部位により肝内短絡、肝外短絡の2つのカテゴリーに分類されている。肝内短絡は先天性で単一の短絡血管を有し、正常であれば閉鎖すべき静脈管が残存することで生じるとされている。通常、静脈管の機能的閉鎖は生後3日以内に生じ、構造的な閉鎖は15～18日を要するとされる〔11, 34〕。その閉鎖機序としては、臍静脈血流の停止による静脈管サイズの減少、トロンボキサン A2 類似化合物の静脈管括約筋に対する収縮作用が考えられている〔2, 27, 34〕。犬における静脈管開存の発生は、全門脈体循環短絡症例の6～39%とされ、ほとんどの症例が左肝静脈と吻合して門脈血を静脈に排出している〔13, 25, 34〕。また、静脈管開存の好発犬種としては、ジャーマンシェパード、ドーベルマンピンシャー、ゴールデンレトリバー、ラブラドルレトリバー、アイリッシュセッター、アイリッシュウルフハウンドなどの大型犬種とされている〔13, 29, 42〕。一方、肝外短絡は先天性または後天性に生じ、先天性肝外短絡の発生は全門脈体循環短絡症例の45%とされ〔13〕、その80～89%が単一の短絡血管を有するとされている〔22, 34〕。この短絡血管は門脈や門脈に流入する左胃静脈、脾静脈、前腸間膜静脈、後腸間膜静脈、胃十二指腸静脈を起源とし、後大静脈や奇静脈に吻合すると考えられている。しかしながら、胃十二指腸静脈、腸間膜静脈から短絡血管が生じた報告はなく、門脈本幹、左胃静脈、脾静脈から最も一般的に生じ、肝外性短絡の67%以上が横隔腹腔静脈頭側の後大静脈に吻合すると報告されている〔13, 34〕。また、先天性肝外短絡で2番目に多い型は短絡血管が奇静脈に開口するタイプで、その発生は全門脈体循環短絡症例の11%と報告され、短絡血管のほとんどが奇静脈または胃の頭側の横隔膜脚付着部付近で半奇静脈に開口することが多いとされている〔34〕。肝外短絡の発生が多い犬種としては、ミニチュアシュナウザー、ヨークシャーテリア、プードルなどのミニチュア種またはトイ種が報

告されている〔13, 29, 42〕。最も発生が少ない後天性肝外短絡は、全門脈体循環短絡症例の20%を占めるとされ〔13〕、この型の門脈体循環短絡症のほとんどの症例が多数の短絡血管を有し、門脈から体循環に分岐する非機能性血管が機能を開始することに起因するものとされている〔34〕。これらの非機能性血管が機能を有する要因としては、慢性肝炎、肝線維症、肝硬変等の慢性肝疾患や、門脈血栓症、腫瘍による門脈血管圧迫などによる慢性的な門脈圧亢進症によるものとされている〔19, 43, 44, 45, 47〕。好発犬種としては、ジャーマンシェパード、ドーベルマンピンシャー、コッカースパニエルが考えられている〔13〕。

門脈体循環短絡症の臨床症状の発現に関しては、腸管で発生したアンモニア、メルカプタン、短鎖脂肪酸、芳香族アミノ酸などの神経毒性物質に起因することが知られている〔17〕。これらの神経毒性物質を含んだ消化器系からの血流は、正常であれば門脈を経て肝臓で代謝され無毒化されるのに対し、本症では門脈から直接体循環に流入するため、沈鬱や発作などの神経障害を生じるとされる〔9, 13, 17, 42, 48〕。また、肝臓の発育には膵臓から門脈血中に放出されるインシュリンやグルカゴンが必須とされているため〔13, 29〕、門脈体循環短絡症の犬では肝臓の発育不全を呈し、食欲不振、嘔吐、多飲多尿などの肝不全に関連した症状も観察される〔13, 42, 48〕。一方、泌尿器系に関しては、肝機能の低下に伴い尿酸代謝に異常が生じ、尿酸結石の発生が門脈体循環短絡症の犬の20～53%に認められるとされている〔29, 42〕。

以上の臨床症状から本症の診断は血液検査、尿検査、単純X線検査、超音波検査によって総合的に行われている〔13〕。血液学的な異常所見としては、およそ30～57%の症例で小球性低色素性の貧血を呈するとされる他、赤血球膜の脂質異常に関連するとされる標的赤血球の出現が47%で認められることが報告されている〔9, 13〕。一方、血液生化学的所見においては、肝臓の指標とされるALT、AST、ALPが70～78%の症例で正常か軽度上昇する傾向があるとされ、肝不全に伴うコレステロール、BUN、血清総タンパクの低下が80～90%で認められることが知られている〔9, 13, 42〕。また、比較的、門脈体循環短絡症に特徴的な生化学的所見としては、血清アンモニアと総胆汁酸値の上昇が挙げられ、特に食後2時間では腸管内で発生したアンモニアの吸収や、排泄された胆汁中の胆汁酸が再吸収されることによって、血中での著しい上昇が認められる。しかしながらこれらの血液学的所見は、本疾患に特異的な所見ではなく、慢性肝疾患などでも同様の上昇が認められることから確定的な診断法とはされていない〔8〕。尿検査においては、50%の症例で尿酸アンモニウム結晶が、64%で尿中ビリルビン、58%で尿中ウロ

ビリノーゲンが増加し、44%で尿比重の低下が認められることが報告されている〔9, 13, 42, 48〕。また、画像診断学的には単純X線検査において、肝陰影の縮小化、胃軸の頭側への変位、腎陰影の拡大が認められ〔42〕、肝臓の超音波検査では、一般的に肝臓の縮小化ならびに肝内門脈の狭小化や低形成が確認される例が多いとされている〔29〕。しかし、超音波検査による短絡血管の検出率は、肝内短絡の場合92～100%で比較的容易に診断可能とされているのに対し、肝外短絡においては40～80.5%と報告され、診断が非常に困難と考えられている〔24, 30, 31, 32, 48, 53〕。また、超音波検査では、短絡血管の走行を確認することが腸管ガスなどによって不可能な症例が多いとされている。したがって、血液検査、尿検査、単純X線検査、超音波検査などの臨床検査を総合的に評価することによって、門脈体循環短絡症の可能性を示唆することは可能とされているものの、短絡血管の数や走行などを含めた確定診断を下すことが困難な症例が多く存在する。また、本疾患の治療は短絡血管の外科的結紮が第1選択となるため、短絡血管の存在ならびに位置や走行を知る必要がある。したがって、確定診断法にはX線造影検査による短絡血管の確認が必須とされている〔13〕。

従来から短絡血管の存在や走行の確認を目的として最も一般的に応用されているX線造影検査法には、門脈を形成する末梢血管から造影剤を注入し、順行性に造影を行う経空腸静脈性門脈造影法や経脾静脈性門脈造影法が行われてきた〔16, 30, 42, 50〕。しかしながら本法は、全身麻酔下での開腹術を必要とすることから、肝不全を呈する本症に対しては、非常に侵襲性ならびにリスクが高い検査法と考えられている。そこで、検査による侵襲性を低減させる造影法として、これまで経皮的に大腿動脈から前腸間膜動脈までカテーテルを誘導し、そこから造影剤を注入する経皮的な前腸間膜動脈性門脈造影法が、X線門脈造影検査法の1つとして人や犬で報告されている〔4, 10, 15, 18, 20, 30, 35, 38〕。しかしながら、本法では造影剤の注入部位から門脈までの距離が長く、複数の経路が存在するなどの理由で、造影剤が血液に分散・希釈され、鮮明な造影像を得ることが困難とされている。したがって、本法では鮮明な造影像を得る目的でオートフィルムチェンジャーによる連続撮影法やデジタルサブトラクションアンギオグラフィー法が応用されている現状にある〔4, 18, 35〕。

そこで本研究では門脈体循環短絡症の確定診断法として、低侵襲性で診断能が高く、しかも特殊機器を必要としない造影法を確立する目的で、血管カテーテル法を応用した経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法（Percutaneous Orthodromic Jejunal Arterial Portography：以下PCOJAPと略す）、経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法（Percutaneous Retorograde Postcaval Portography：以下



PCRPCP と略す) ならびに経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法 (Percutaneous Retorograde Azygos Venous Portography : 以下 PCRAVP と略す) の3法の造影法を考案し、これらの造影手技、正常造影像について基礎的検討を行い、さらに疾患モデル、臨床例における短絡血管の描出能について臨床的研究を行った。

## 第2章

# 経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法 (PCOJAP)

## に関する検討

低侵襲性で動脈性を介して門脈を造影する方法として、経皮的前腸間膜動脈性門脈造影法が人ならびに犬で報告されている〔4, 10, 15, 18, 20, 30, 35, 38〕。しかしながら、本法では造影剤の注入部位とされる前腸管膜動脈から門脈までの距離が長く、複数の経路が存在するなどの理由で造影剤が各経路に分散し、血液による希釈を受けるとされている。また、これらの現象に起因して、門脈中での造影剤濃度が高濃度に分布する時間が症例によって異なる傾向があり、造影剤の注入から撮影までの時間を決定することが困難とされてきた〔18〕。したがって本造影法は、コントラストの低下が診断上重要な問題点の1つとされ、この問題点に対する対策の1つとして、造影剤の門脈への移行を円滑にする目的で、造影剤注入前に血管カテーテルからプロスタグランジン E<sub>1</sub> などの血管拡張薬を注入する薬理学的血管造影法の応用が推奨されている。さらに、フィルムチェンジャーを使用した連続撮影や、コンピューター処理によってコントラストを鮮明にする、デジタルサブトラクションアンギオグラフィー法などの特殊機器の併用がなされている〔4, 10, 18, 20, 30, 35〕。

そこで本章では、これらの特殊機材を排除し、より簡易な器具機材で臨床診断上価値のある門脈造影像を得ることを目的として、経皮的にカテーテルを大腿動脈から空腸動脈まで挿入し、空腸動脈性に造影剤を注入して門脈ならびに短絡血管を順行性に描出する PCOJAP 法を考案し正常犬を用いて検討を行った。

### 第1節 実験材料ならびに方法

#### 1. 実験材料

実験には一般臨床上正常と思われた、ビーグル成犬25例（体重 $8.8 \pm 2.1$  kg）を使用し、皮膚からのカテーテルの挿入には、6 Fr.のカテーテルまで挿入可能なイントロデューサーシステム（ラジフォーカス®イントロデューサーII H：テルモ株式会社）を使用した（Fig.1.）。カテーテルは先端を屈曲させた6 Fr.（外径2.08 mm、内径1.58 mm）のフォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ（ベクトン・デッキンソン株式会社）、3 Fr.（外径0.97 mm、内径0.63 mm）のフォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ（ベクトン・デッキンソン株式会社）、ならびに3 Fr.のラジフォーカス®SPカテ

ーテル（テルモ株式会社）の3種を用いた。ガイドワイヤーには、6 Fr.X線不透過性ポリエチレンチューブの挿入時に本カテーテルの先端を伸展させる目的で0.038 inchのステンレスガイドワイヤー（ボストン・サイエンティフィック株式会社）ならびにSPカテーテルに付属する先端が120°に屈曲したコアワイヤーを使用した（Fig.2.）。造影剤はイオン性造影剤としてヨード含有量480 mg/mlのイオタラム酸ナトリウム注射液（アンギオコンレイ®、第一製薬株式会社）、非イオン性造影剤としてヨード含有量370 mg/mlのイオパミドール注射液（オイパロミン®370、コニカ株式会社）を用いた。また、薬理的血管造影法を検討する目的で、血管拡張薬としてプロスタグランジン E<sub>1</sub> 製剤のアルプロスタジルアルファデクス（注射用プロスタンディン、小野薬品工業株式会社）を使用した。また、得られた門脈造影像のコントラストの計測には、黒化度計（DENSITOMETER PDA-85®、コニカ株式会社）を用いた。

## 2. 実験方法

実験は供試犬に対し、硫酸アトロピン0.025 mg/kg、塩酸キシラジン1.0 mg/kg、塩酸ケタミン5.0 mg/kgで麻酔導入後、イソフルレンによる吸入麻酔を行った。イントロデューサーシステムの動脈内への挿入は切皮メスにて大腿三角部の皮膚を2～3 mm切開し、切開部より18 Gの留置針を大腿動脈に穿刺した。留置針の外套より動脈内にミニガイドワイヤーを挿入した後、留置針を抜去し、ミニガイドワイヤーに沿わせてシースに装着したダイレーターごと大腿動脈内に進め、シースのみを残してダイレーターとミニガイドワイヤーを抜去した。カテーテルの動脈内への挿入は、シースを介して行った（Fig.3A.,B.,C.,D.）。また、イントロデューサーの抜去後は、大腿動脈を手動的に15分ほど圧迫し、止血を行った。

第1実験では、3種のカテーテルを使用して空腸動脈へのカテーテルの誘導方法ならびに使用カテーテルの種類の検討を行った。

第2実験では造影剤注入後の撮影タイミング、至適造影剤投与量ならびに、2種の造影剤に対する門脈造影像の比較検討を行った。

撮影タイミングの検討は3例の犬を用い、X線透視下で造影剤を注入し、門脈のコントラストが最も良好と思われる時間を計測した。

造影剤の投与量の検討においてはイオパミドール注射液を使用し、0.5、1.0、1.5 ml/kgの3群について行った。得られた門脈造影像はグレード1から3までの3段階で造影能の主観的な評価を行った。各グレードの評価基準は、門脈本幹から肝内門脈第1分岐までが造影されたものをグレード1（Fig.4.）、グレード1と3の間間的なものをグレード2（Fig.5.）、肝内門脈の第3分岐以上の造影像が得られたものをグレード3（Fig.6.）とした。また、グレ

ード3と評価された門脈造影像が50%以上認められた投与群に対しては、グレード3の門脈造影像のみを対象に、肝内門脈第1分岐ならびにその周囲肝実質の黒化度を黒化度計にて計測した。さらに測定された門脈第1分岐部の黒化度と周囲肝実質の黒化度から濃度差を算出し、各群間での有意差をステューデントt検定にて評価を行った。

造影剤の種類による門脈造影像の検討では、イオン性造影剤としてイオタラム酸ナトリウム注射液を用い、造影剤の注入量は、第2実験の結果から最も良好な門脈造影像の得られた至適投与量で行った。また、得られた門脈造影像の評価は、至適投与量の検討と同様に行い、イオパミドール注入群と比較検討した。

第3実験では、血管拡張薬（PG E<sub>1</sub>製剤）の使用により、経皮的前腸間膜動脈性門脈造影法の門脈造影能が向上するとの報告から、PG E<sub>1</sub>製剤であるアルプロスタジルアルファデクスの造影前投与を行い、PCOJAP法の門脈造影能の変化について検討を行った。アルプロスタジルアルファデクスは生理的食塩水で2 µg / mlの濃度で溶解し、造影剤注入30秒前に1 µg / kgの投与量でカテーテルより空腸動脈内に注入した。造影は第2実験で得られた成績から、最も造影像の良好な造影剤とその投与量で行った。得られた造影像は、主観的なグレード評価を行い、グレード3と評価された造影像に関しては、第2実験と同様に黒化度を計測し、ステューデントt検定にて第2実験で得られた濃度差との有意差を検討した。

## 第2節 結果

### 1. 第1実験 空腸動脈へのカテーテル誘導方法に関する検討

空腸動脈へのカテーテルの誘導法を検討した結果、6 Fr.X線不透過性ポリエチレンチューブを親カテーテルとして腹部大動脈から前腸間膜動脈まで先端を挿入し、親カテーテル内腔を通して3 Fr.のSPカテーテルを子カテーテルとして空腸動脈まで誘導する、同軸親子カテーテル法が最も適していた。

(Fig.7A.,B.)

### 2. 第2実験 撮影タイミングならびに造影剤に関する検討

造影剤注入後の撮影タイミングについて検討した結果は、X線透視下で造影剤を注入したところ、門脈血管は造影剤注入終了直後で最もコントラストが高く観察された。その結果から、撮影タイミングは、造影剤注入終了直後が最も適していると判断された。

イオパミドール注射液を用いた造影剤の投与量に関する検討においては、0.5 ml / kg注入群で10例中グレード1が4例（40.0%）、グレード2が6例（60.0%）、グレード3が0例（0%）であった。一方、1.0 mg /



kg注入群においては15例中グレード1が0例(0%)、グレード2が1例(6.7%)、グレード3が14例(93.3%)で、0.5 ml/kg注入群と比較し造影能は良好であった。また、1.5 ml/kg注入群の10例においては、グレード1が0例(0%)、グレード2が1例(10%)、グレード3が9例(90%)であり、1.0 mg/kg注入群とほぼ同様の造影能であった。1.0 mg/kg注入群ならびに1.5 mg/kg投与群のグレード3と判定された造影像の門脈第1分岐部とその周囲の肝実質の黒化度を計測し、コントラストの平均値±標準偏差を算出したところ、1.0 mg/kg注入群では $0.89 \pm 0.07$ 、1.5 ml/kg注入群では $0.88 \pm 0.06$ であった。この2群のコントラストに対し、ステューデントt検定( $\alpha = 0.05$ )にて有意差の有無を検討したところ、有意差は認められなかった。以上から、造影剤の投与量は1.0 ml/kgが適していた。

イオン性造影剤のイオタラム酸ナトリウム注射液を用い、1.0 ml/kgで注入して造影能に関する検討を行った結果は、グレード1が9例中2例(22.2%)、グレード2が9例中5例(55.6%)、グレード3が9例中2例(22.2%)であった。以上の結果から、非イオン性造影剤のイオパミドール注射液は、イオン性造影剤のイオタラム酸ナトリウム注射液と比較し、良好な造影像が得られた(Table 1.)。

### 3. 第3実験 薬理学的血管造影法に関する検討

造影剤注入30秒前にアルプロスタジルアルファデクスをカテーテルから空腸動脈内に注入し、イオパミドール注射液1.0 ml/kgで9例に造影を行った結果では、グレード1が0例(0%)、グレード2が1例(11.1%)、グレード3が8例(88.9%)であった。以上の造影像の評価からは、第2実験のアルプロスタジルアルファデクス非投与時と比較し、明らかな造影能の向上は認められなかった。また、グレード3の造影像から黒化度計により計測し、算出した門脈第1分岐部と周囲肝実質との濃度差は、平均値±標準偏差が $0.87 \pm 0.07$ であった。この濃度差を第2実験で得られたアルプロスタジルアルファデクス非投与時のイオパミドール1.0 ml/kg注入群とステューデントt検定( $\alpha = 0.05$ )にて比較した結果、有意差は認められなかった(Table 2.)。

## 第3節 小括

本章では、可能な限り侵襲度を軽減し、コントラストの鮮明な門脈造影像を得る目的で、動脈性造影法としてPCOJAP法の実験的検討を正常犬を用いて行った。

本造影法に使用するカテーテルは、親カテーテルとして先端をおよそ130

° に屈曲させた 6 Fr.の血管カテーテルならびに子カテーテルとして、ガイドワイヤー先行型の 3 Fr.血管カテーテルの 2 種が必要であった。カテーテルの空腸動脈への誘導は、親カテーテルを大腿動脈から前腸間膜動脈の分岐に先端を挿入し、この親カテーテルをガイドとして子カテーテルをさらに末梢まで誘導する同軸親子カテーテル法が最も適していた。また、子カテーテルは、カテーテル先端から屈曲したガイドワイヤーが突出するタイプのガイドワイヤー先行型のものが操作性に優れ、前腸間膜動脈末梢における空腸動脈分岐の血管選択性に優れていた。使用する造影剤については非イオン性造影剤のイオパミドール注射液が、イオン性のイオタラム酸ナトリウム注射液と比較し優れていた。また、造影剤の投与量は 1. 0 ml /kg 以上で良好な造影像が確認されたが、1. 5 ml /kg の注入量においても 1. 0 ml /kg のものと比較し、造影される門脈血管のコントラストには変化が認められなかった。このことから、1. 0 ml /kg が本造影法の造影剤至適投与量と判断された。造影剤注入後の X 線撮影に関しては、造影剤の門脈への移行時間が犬によって異なるなどの個体差が認められなかったことから、注入終了直後の撮影で最も良好な門脈造影が得られると判断された。また、前腸間膜動脈性門脈造影法においては造影剤注入を行う直前に血管拡張薬としてプロスタグランジン E<sub>1</sub> 製剤を投与することが推奨されている。しかしながら、本造影法では血管拡張剤投与の有無による造影像の変化は認められなかったことから、造影剤のみの注入で十分なコントラストを有する門脈造影が可能であった。

## 第3章

# 経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法 (PCRPCP)

## に関する検討

門脈体循環短絡症の犬の約90%が、門脈から後大静脈にバイパスする短絡血管を有するタイプとされている。門脈-後大静脈短絡の中でも約6~39%は静脈管が遺残した肝内短絡とされ、肝外短絡については45%と報告されている〔13, 34〕。さらに肝外短絡の67%が肝静脈から腎静脈の間の後大静脈に吻合するとされている〔13, 34〕。また、短絡血管が肝内に認められる場合、超音波上でおよそ90%が診断可能との報告が認められるが、肝外短絡におけるその診断率は、40~80.5%とされている。肝外短絡は超音波上での検出率が低いばかりではなく、腸管ガスなどの存在により走行を確認することが困難とされる〔24, 30, 31, 32, 48, 53〕。

第2章で行ったPCOJAP法は、門脈-後大静脈短絡の診断が可能であることが考えられたが、大腿動脈ならびに空腸動脈内径の細い症例に応用することが困難と考えられた。そこで本章では、短絡血管が後大静脈に開口する門脈-後大静脈短絡の経皮的な診断を目的として、バルーンカテーテルを経皮的に外頸静脈から後大静脈まで挿入し、後大静脈血流を一時的に遮断すると同時に、造影剤を逆行性に注入して短絡血管を描出するPCRPCP法を考案し、正常犬を用いて基礎的検討を行った。

### 第1節 実験材料および方法

#### 1. 実験材料

実験には、臨床上正常と思われたビーグル成犬18例(体重 $9.3 \pm 3.8$  kg)を使用した。カテーテルの挿入には最大適用カテーテル8 Fr.のイントロデューサーシステム(ラジフォーカス®イントロデューサーII H: テルモ株式会社)を用い、血管カテーテルは、先端をおよそ $130^\circ$  屈曲させた6 Fr. (外径2.08 mm、内径1.58 mm)のX線不透過性ポリエチレンチューブ(フォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ: ベクトン・デッキンソン株式会社)を使用した。また、血管閉塞用バルーンカテーテルとしては、最大拡張バルーン径27 mm、シャフトサイズ8 Fr.のもの(Large Occlusion Balloon Catheter: ボストン・サイエンティフィック株式会社)を使用した。ガイドワイヤーには6 Fr.血管カテーテルの屈曲部を伸張させる目的で、0.038 inchのステンレスガイドワイヤー(テフロンコーティングガイドワイヤー: バードジャパン株式会社)ならびに、血管閉塞用バルーンカテーテルの誘導を目的と

して0.035 inchのステンレスガイドワイヤー（Amplatz Super Stiff Guidewire：ボストン・サイエンティフィック株式会社）の2種を用いた（Fig.8.）。造影剤には、ヨード含有量480 mg/mlのイオタラム酸ナトリウム注射液（アンギオコンレイ®：第一製薬株式会社）を使用した。また、造影時の循環器系のモニターを目的として、心電図ならびに非観血的超音波ドップラー血圧計を使用した。

## 2. 実験方法

実験は供試犬に対し、硫酸アトロピン0.025 mg/kg、塩酸キシラジン1.0 mg/kg、塩酸ケタミン5.0 mg/kgで麻酔導入後、イソフルレンの吸入麻酔にて維持麻酔を行って実施した。イントロデューサーの挿入は、外頸静脈直上の皮膚を2～3 mmほど切開し、切開部より18 Gの留置針を外頸静脈に穿刺した。留置針の外套より静脈内にミニガイドワイヤーを挿入した後、留置針を抜去し、ミニガイドワイヤーに沿わせてシースに装着したダイレーターごと外頸静脈内に進め、シースのみを残してダイレーターとミニガイドワイヤーを抜去した。カテーテルの静脈内への挿入は、シースを介して行った。また、実験後のイントロデューサーの抜去後は、外頸静脈を手指的に15分ほど圧迫し、止血を行った。

第1実験では、後大静脈へのバルーンカテーテルの誘導法ならびにバルーンカテーテルのバルーン径を検討した。至適バルーン径の検討は、X線透視下で造影剤の注入を行いながらバルーンカテーテルのバルーン部を横隔膜頭側の部位で徐々に拡張し、後大静脈の血流遮断を確認した。その後、横臥位でX線撮影を行い、バルーン径と第2腰椎中央部の腹側から脊柱管腹側部までの距離とを比較した。

第2実験では5例の犬を使用し、後大静脈の血流遮断に対する循環器系への影響を検討した。血流遮断の方法は、外頸静脈から先端を後大静脈に挿入したバルーンカテーテルを用い、横隔膜頭側部でバルーンを拡張して3分間の血流遮断を行った。心電図の記録は第Ⅱ誘導とし、バルーン拡張による後大静脈血流の遮断前をコントロールとして、遮断直後、遮断解除直後、遮断解除5分後で行った。記録された心電図は、不整脈発現の有無、心拍数、P波、P-R間隔、QRS群、S-T分節、T波、Q-T間隔について計測を行い、遮断前の各測定項目の平均値を基準として、ステューデントt検定を用い比較検討を行った。一方、収縮期圧の測定は、非観血的ドップラー血圧計を用いて前腕部で記録を行い、後大静脈血流の遮断前をコントロールとして、遮断直後、遮断解除直後、遮断解除1分後、遮断解除5分後の最高動脈圧を測定し、ステューデントt検定を用い比較検討を行った。

第3実験では、造影剤注入後の撮影タイミング、バルーンカテーテルによる



血流閉塞部位、至適造影剤投与量に関する検討を行った。造影剤注入後の撮影タイミングについては、3例の犬を用いた。血流遮断は横隔膜頭側部でバルーンを拡張して行い、血流遮断後1 ml/kgの造影剤を注入した。造影剤注入後は、X線透視下で後大静脈内の造影剤濃度の変化を肉眼的に確認した。バルーンカテーテルによる血流閉塞部位、至適造影剤投与量については、血流閉塞部位を横隔膜頭側部と肝静脈尾側部（第12胸椎レベル）の2カ所に設定した（Fig.9A,B.）。至適造影剤投与量の検討は、横隔膜頭側部で血流遮断を行ったものに対しては、造影剤の投与量を1.0、1.5、2.0 ml/kgの3群で行い、肝静脈尾側部で血流遮断を行ったものに対しては、1.0、1.25 ml/kgの2群で行った。

第4実験では、実際の臨床例で本造影法を応用した場合、後大静脈に吻合する異常血管の判断基準を必要とすることから、本造影法にて描出される静脈系を検討した。方法は第3実験で得られた造影像を使用して、後大静脈に吻合する静脈系の吻合部位ならびに走行に関する観察を行った。

## 第2節 結果

### 1. 第1実験 後大静脈へのカテーテル誘導方法に関する検討

後大静脈へのカテーテルの挿入方法を検討した結果では、バルーンカテーテルのみで前大静脈から後大静脈に誘導することが困難であった。したがって、先端を屈曲させた6 Fr.血管カテーテルを外頸静脈から血管を閉塞させる部位より尾側の後大静脈にまで挿入し、このカテーテルの内腔を通して0.035 inch ステンレスガイドワイヤーを挿入した。その後、本ガイドワイヤーのみを血管内に残して血管カテーテルを抜去し、ガイドワイヤーに沿わせてバルーンカテーテルを後大静脈内にまで誘導した（Fig.10A,B,C,D,E.）。また、後大静脈の血流遮断ならびに造影剤の注入を目的としたバルーンカテーテルの種類に対する検討は、ラテラル像において血流遮断時のバルーン横径が $20.6 \pm 3.4$  mmに対し第2腰椎横径が $11.1 \pm 3.4$  mmであったことから、第2腰椎の椎体横径の約2倍のバルーン径が必要であると判断された。したがって、本実験に使用するバルーンカテーテルは、最大拡張バルーン径27 mm、シャフトサイズ8 Fr.のものが適していた。

### 2. 第2実験 後大静脈の血流遮断による循環器系への影響に関する検討

後大静脈の血流遮断に対する循環器系への影響を検討した結果では、全例において血流遮断直後から血流遮断5分後まで、いかなる不整脈の発現も認められなかった。また、心電図における計測において、血流遮断前、血流遮断後、血流遮断解除直後、血流遮断解除後5分後のそれぞれの心拍数は、 $99.6 \pm 13.7$  回/分、 $98.6 \pm 12.0$  回/分、 $97.2 \pm 13.7$  回/分、9

6.  $2 \pm 16.0$  回/分であった (Fig.11.)。心拍数の有意差検定では、血流遮断前と血流遮断解除後5分で、有意な差 ( $\alpha = 0.05$ ) が認められたが、血流遮断後や血流遮断解除直後で差 ( $\alpha = 0.05$ ) が認められなかった。心電図波形におけるP波の波高ならびに持続時間は、血流遮断前が  $0.22 \pm 0.08$  mV で  $0.048 \pm 0.011$  sec.、血流遮断後が  $0.22 \pm 0.08$  mV で  $0.048 \pm 0.011$  sec.、血流遮断解除直後が  $0.25 \pm 0.14$  mV で  $0.048 \pm 0.011$  sec.、血流遮断解除5分後が  $0.26 \pm 0.14$  mV で  $0.048 \pm 0.011$  sec.であり、血流遮断前との比較において、波高、持続時間ともに有意差 ( $\alpha = 0.05$ ) は認められなかった (Fig.12.,13.)。P-R間隔に関しては、血流遮断前が  $0.124 \pm 0.017$  sec.、血流遮断後が  $0.124 \pm 0.017$  sec.、血流遮断解除直後が  $0.124 \pm 0.017$  sec.、血流遮断解除5分後が  $0.124 \pm 0.017$  sec.であり、全て同一の時間であった (Fig.14.)。QRS群の波高ならびに持続時間では、血流遮断前が  $0.66 \pm 0.15$  mV で  $0.068 \pm 0.011$  sec.、血流遮断後が  $0.56 \pm 0.29$  mV で  $0.068 \pm 0.11$  sec.、血流遮断解除直後が  $0.58 \pm 0.16$  mV で  $0.068 \pm 0.011$  sec.、血流遮断解除5分後が  $0.59 \pm 0.20$  mV で  $0.068 \pm 0.011$  sec.であり、血流遮断前との比較において、波高、持続時間ともに有意差 ( $\alpha = 0.05$ ) は認められなかった (Fig.15.,16.)。S-T分節においては、血流遮断前が  $0.076 \pm 0.022$  sec.、血流遮断後が  $0.076 \pm 0.022$  sec.、血流遮断解除直後が  $0.072 \pm 0.018$  sec.、血流遮断解除5分後が  $0.084 \pm 0.022$  sec.であり、血流遮断前との有意差検定において差 ( $\alpha = 0.05$ ) は認められなかった (Fig.17.)。T波の波高ならびに持続時間については、血流遮断前が  $0.39 \pm 0.14$  mV で  $0.084 \pm 0.022$  sec.、血流遮断後が  $0.43 \pm 0.17$  mV で  $0.092 \pm 0.04$  sec.、血流遮断解除直後が  $0.41 \pm 0.18$  mV で  $0.096 \pm 0.036$  sec.、血流遮断解除5分後が  $0.37 \pm 0.15$  mV で  $0.092 \pm 0.039$  sec.であり、血流遮断前との比較において、波高、持続時間ともに有意差 ( $\alpha = 0.05$ ) は認められなかった (Fig.18.,19.)。Q-T間隔は、血流遮断前が  $0.24 \pm 0.03$  sec.、血流遮断後が  $0.24 \pm 0.03$  sec.、血流遮断解除直後が  $0.24 \pm 0.03$  sec.、血流遮断解除5分後が  $0.25 \pm 0.003$  sec.であり、血流遮断前との有意差検定において差 ( $\alpha = 0.05$ ) は認められなかった (Fig.20.)。

一方、体循環における収縮期圧の変化は、血流遮断前が  $103.2 \pm 8.3$  mmHg であったのに対し、血流遮断直後では  $42.4 \pm 10.4$  mmHg と低下した。しかしながら、3分間の血流遮断を行った後に測定した血流遮断解除直後では、 $76.6 \pm 6.7$  mmHg にまで上昇し、血流遮断解除1分後では

102.4 ± 5.7 mmHg、血流遮断解除5分後では104.0 ± 6.9 mmHgにまで回復した(Fig.21.)。これらの血圧について有意差検定を行った結果においては、血流遮断前と血流遮断直後、血流遮断解除直後で差( $\alpha = 0.05$ )が認められたものの、血流遮断前と血流遮断解除1分後、血流遮断解除5分後で差( $\alpha = 0.05$ )は認められなかった。以上の結果から、体循環における最高血圧は、血流遮断解除後1分以内に血流遮断前の血圧にまで回復する傾向にあった。

### 3. 第3実験 撮影タイミングならびに造影剤投与量に関する検討

造影剤注入後の撮影時間について検討した結果では、後大静脈の血流が遮断されていることにより後大静脈内に注入された造影剤が、右椎骨静脈洞から奇静脈を迂回し、全身循環に還流する現象が確認された。したがって、後大静脈のコントラストは造影剤注入終了直後が最も高く観察され、その後の後大静脈内の造影剤濃度は時間とともに低下した。以上の結果から、撮影タイミングの設定は、造影剤注入終了直後が最も適しているものと判断された。

血流遮断部位を横隔膜頭側部の後大静脈内に設定し、造影剤の至適投与量を検討した結果においては、1.0 ml/kgの投与では、18例中11例で後大静脈全体の造影が不可能であった(Fig.22.)。しかしながら、1.5 ml/kg(Fig.23.)、2.0 ml/kg(Fig.24.)の注入量では後大静脈全体の造影像が、18例中18例で認められた。一方、血流遮断部位を肝静脈の尾側部に設定した場合においては、1.0 ml/kgの造影剤では閉塞部位の尾側の後大静脈全体が12例中9例で描出されなかった(Fig.25.)が、1.25 ml/kgの注入では、12例中12例で閉塞部位の尾側で後大静脈全体の描出が可能であった(Fig.26.)。以上の結果から、本造影法の造影剤至適投与量は、血流遮断部位を横隔膜頭側部の後大静脈とした場合、1.5 ml/kgが最も適しており、肝静脈の尾側部とした場合においては、1.25 ml/kgの注入量が必要であると判断された。

### 4. 第4実験 正常造影像に関する検討

第3実験で得られた造影像から、描出される静脈系を検討した結果においては、全ての実験例においてほぼ同様の造影像が観察されたが、犬によって個体差があり血管の第2分枝より末梢は走行様式に若干の相違が認められた。造影された静脈系は、横隔膜尾側の第9～第10胸椎レベルで内側左葉と外側左葉の肝静脈が吻合した左肝静脈と内側右葉ならびに方形葉の肝静脈が後大静脈に吻合して観察された。さらにその尾側の第11～第12胸椎レベルでは頭側から外側右葉、尾状葉の肝静脈が後大静脈に吻合して認められた。第1～3腰椎レベルの背側には腹部の奇静脈と後大静脈との吻合枝または、椎骨静脈洞と後大静脈の吻合枝が描出された。また、第2腰椎レベルには左右の腎静脈の吻合

部が全例で確認可能であったが、腎静脈の末梢まで描出されたものは、18例中10例であった。第3腰椎レベル腹側には右卵巢または精巣静脈が観察され、背側には第3腰椎静脈が認められた。第6腰椎レベルには深腸骨回旋静脈、第6～第7腰椎レベルでは総腸骨静脈、第7腰椎レベルで腸腰椎静脈が描出された(Fig.27.)。

### 第3節 小括

本章では、門脈から後大静脈に短絡を形成するタイプの門脈体循環短絡症の診断を目的として、PCRPCP法について正常犬を用い検討を行った。

本造影法ではバルーンカテーテルを後大静脈に誘導する目的で、6 Fr.の血管カテーテルならびに0.035 inchのステンレスガイドワイヤーが必要であった。バルーンカテーテルの後大静脈への挿入は、初めに外頸静脈から先端を屈曲させた6 Fr.の血管カテーテルを後大静脈内にまで挿入し、本カテーテル内腔に0.035 inchのステンレスガイドワイヤーを通した。ガイドワイヤーのみを残し6 Fr.の血管カテーテルを抜去後、ガイドワイヤーに沿わせてバルーンカテーテルを後大静脈まで進めるカテーテル交換法が適していた。使用するバルーンカテーテルの選択基準は、ラテラル像での第2腰椎の椎体横径のおよそ2倍以上にバルーン径に拡張するものが適していると判断され、本実験においては最大拡張バルーン径2.7 mmのものを使用した。一方、造影時の後大静脈血流遮断については、血流遮断後一過性の低血圧が認められたが、心電図上の変化はなく、血流遮断解除後速やかに正常血圧へ復帰した。したがって、後大静脈の血流遮断に起因した循環機能に対する合併症は、考慮する必要性が低いものと判断された。また、造影剤投与量はバルーンカテーテルによる血流閉塞部位を横隔膜頭側部の後大静脈とした場合、1.5 ml/kg以上が必要と判断され、肝静脈尾側部で血流遮断を行った場合は、1.25 ml/kg以上が必要であった。しかしながら、それ以上の造影剤の注入を行っても造影像にあまり変化は認められなかったことから、造影剤の至適投与量はそれぞれ1.5 ml/kgならびに1.25 ml/kgが適していると判断された。造影剤注入後のX線撮影は、造影剤注入終了直後で後大静脈の造影剤濃度が最も高く観察され、経時的に低下していく現象が確認されたことから、注入終了直後が最も適していた。また、得られた造影像から描出される静脈系を検討した結果においては、頭側から肝静脈、奇静脈と後大静脈との吻合枝、腎静脈、右卵巢または精巣静脈、深腸骨回旋静脈、総腸骨静脈、腸腰椎静脈が観察された。

## 第4章

### 経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法（PCRAVP）

#### に関する検討

門脈体循環短絡症において奇静脈に開口する門脈－奇静脈短絡は、先天性肝外短絡の2番目に多い型とされ、その発生は全門脈体循環短絡症例の11%と報告されている〔13, 34〕。短絡血管のほとんどは奇静脈または胃の頭側の横隔膜脚付着部付近で半奇静脈に開口することが多いとされている〔34〕。このタイプの短絡を有する症例に対して、第2章で考案した方法を応用した場合、血管系の太い症例では診断が可能であるが、血管系の細い症例では不可能であり、また、第3章で考案した方法では奇静脈への造影が不可能であると考えられた。したがって、このタイプの門脈体循環短絡症の確定診断を逆行性造影法にて行うためには、奇静脈から造影を行う必要がある。しかしながら、獣医臨床分野での奇静脈造影の報告は、著者の知る限り見あたらない。

そこで本章においては、門脈－奇静脈短絡の経皮的造影法を確立する目的で、経皮的に外頸静脈から奇静脈内にバルーンカテーテルを挿入し、奇静脈の血流遮断下で逆行性に造影剤を注入するPCRAVP法を考案し、正常犬を用いて検討を行った。

#### 第1節 実験材料ならびに方法

##### 1. 実験材料

実験には临床上正常と思われた、ビーグル成犬20例（体重 $8.8 \pm 3.4$  kg）を用い、カテーテルの挿入には最大適用カテーテル8 Fr.のイントロデューサーシステム（ラジフォーカス®イントロデューサーII H：テルモ株式会社）を使用した。血管カテーテルは、先端部20 mmおよび25 mmをおよそ130°に屈曲させた6 Fr.（外径2.08 mm、内径1.58 mm）のX線不透過性ポリエチレンチューブ（フォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ：ベクトン・デッキンソン株式会社）の2種を使用した。また、血管閉塞に用いるバルーンカテーテルとしては、最大拡張バルーン径9 mm、シャフトサイズ5 Fr.の血管拡張用バルーンカテーテル（Balloon Dilatation Catheter：ボストン・サイエンティフィック株式会社）を使用した。ガイドワイヤーには6 Fr.血管カテーテルの屈曲部を伸張させる目的で、0.038 inchのステンレスガイドワイヤー（テフロンコーティングガイドワイヤー：バードジャパン株式会社）ならびに、血管閉塞用バルーンカテーテルの誘導を目的として0.035 inchのステンレスガイドワイヤー（Amplatz Super Stiff Guidewire：ボストン・

サイエンティフィック株式会社) の2種を用いた(Fig.28.)。造影剤には、ヨード含有量480mg/mlのイオタラム酸ナトリウム注射液(アンギオコンレイ®: 第一製薬株式会社)を使用した。

## 2. 実験方法

実験は供試犬に対し、硫酸アトロピン0.025mg/kg、塩酸キシラジン1.0mg/kg、塩酸ケタミン5.0mg/kgで麻酔導入後、イソフルレンの吸入麻酔にて維持麻酔を行って実施した。イントロデューサーの挿入は、外頸静脈直上の皮膚を約2~3mmほど切開し、切皮部から外頸静脈内に18Gの留置針を穿刺した。留置針の外套よりミニガイドワイヤーを血管内に進め、留置針の外套を抜去し、その後、ダイレーターを装着したシースをガイドワイヤーに沿わせて外頸静脈内にまで誘導し、シースのみを残してダイレーターとミニガイドワイヤーを抜去した。カテーテルの挿入はシースより行い、カテーテルの後大静脈への誘導法、至適造影剤投与量について検討を行った。また、実験後のイントロデューサーの抜去後は、外頸静脈を手指的に15分ほど圧迫し、止血を行った。

第1実験では、カテーテルの奇静脈への誘導法ならびに、カテーテルの種類について検討を行った。至適バルーンカテーテル径の検討は5例の犬を用いて行い、方法は6Fr.血管カテーテルを奇静脈内に挿入して順行性に奇静脈と前大静脈の吻合部の造影を行い、得られた造影像から奇静脈横径と胸郭前口部での気管横径と比較を行った。

第2実験では、撮影タイミング、至適造影剤投与量に関する検討を行った。撮影タイミングの検討は3例の犬を用い、X線透視下で1.0ml/kgの造影剤を奇静脈内に注入し、奇静脈内の造影剤濃度の変化を肉眼的に観察した。一方、至適造影剤投与量に関する検討においては、0.3ml/kg、0.5ml/kg、0.7ml/kgの3群で行い、奇静脈全体が描出される投与量を至適造影剤投与量とした。

第3実験では、実際の臨床例で本造影法を応用した場合、奇静脈に吻合する異常血管の判断基準を必要とすることから、第2実験で得られた奇静脈の造影像をもとに、奇静脈の走行、描出される吻合血管について検討を行った。

## 第2節 結果

### 1. 第1実験 奇静脈へのカテーテル誘導方法に関する検討

奇静脈へのカテーテルの挿入は、先端部25mmを130°に屈曲させた6Fr.の血管カテーテルを第3肋間レベルの前大静脈内で背側に向けて操作を行うことで、カテーテル先端の奇静脈内への挿入が可能であった。しかしながら、先端部20mmを130°に屈曲させた血管カテーテルでは、奇静脈に先端部を挿

入することが不可能であった。また、バルーンカテーテルの奇静脈内への誘導方法は、6 Fr.の血管カテーテルを奇静脈内に挿入後、本カテーテルより0.035 inchのガイドワイヤーを進め、ガイドワイヤーのみを血管内に残しカテーテルを抜去した。その後、残されたガイドワイヤーに被せてバルーンカテーテルを奇静脈内に誘導するカテーテル交換法が最も容易であった(Fig.29A.,B.,C.,D.,E.)。一方、6 Fr.の血管カテーテルを使用し、順行性に奇静脈を造影した結果においては、後大静脈との吻合部における奇静脈横径は平均 $7.8 \pm 0.7$  mmであった。一方、胸郭前口部における気管横径は $15.1 \pm 2.9$  mmであったことから、奇静脈の血管閉塞に使用するバルーンカテーテルのバルーン径は、胸郭前口部での気管横径のおよそ $1/2$ 以上のものが適当と判断された。したがって、本実験においてはバルーン最大拡張径9 mmのものが適当であると判断された。

## 2. 第2実験 撮影タイミングならびに造影剤投与量に関する検討

撮影タイミングに関する検討は、バルーンカテーテルで奇静脈内の血流を遮断して造影剤を注入した後、透視下で造影剤濃度の観察を行ったが、注入された造影剤は、椎骨静脈洞を通り肋頸椎骨静脈幹から前大静脈に流出する現象ならびに奇静脈本幹や椎骨静脈洞から後大静脈に流出する現象が確認された。したがって、奇静脈本幹の造影剤濃度は時間の経過とともに低下していくことから、撮影タイミングの設定は造影剤注入終了直後で行うことが最も適しているものと判断された。また、至適造影剤投与量の検討では、造影剤注入量が0.3 ml/kg群の20例中11例において造影剤が奇静脈に充満しなかったことから、門脈体循環短絡症の診断上十分ではないと判断された(Fig.30.)。しかしながら、造影剤注入量が0.5 ml/kg(Fig.31.)、0.7 ml/kg(Fig.32.)のものでは、全例で奇静脈内に造影剤が充満し奇静脈と後大静脈の吻合枝を通過して後大静脈に造影剤が流出する現象が確認された。したがって、本造影法の至適投与量は0.5 ml/kgと判断された。

## 3. 第3実験 正常造影像に関する検討

第2実験で得られた奇静脈の造影像から、描出される静脈系を検討した結果においては、全ての実験例においてほぼ同様の造影像が観察された。造影された静脈系は、脊椎の腹側に奇静脈本幹、脊柱管の腹側に椎骨静脈洞が観察され、第1胸椎レベルでは椎骨静脈洞から腹側方向に逆流し、椎骨静脈ならびに肋頸静脈が確認された。また、頭側の椎骨静脈とその尾側を走行する肋頸静脈は吻合し、肋頸椎骨静脈幹を形成して前大静脈に吻合して描出された。第4、第5胸椎下には、第4ならびに第5肋間静脈や椎体静脈が吻合して形成された静脈が奇静脈に吻合し、第7胸椎以降にはそれぞれの肋間静脈、椎体静脈が描出された。第2、第3腰椎腹側では奇静脈または椎骨静脈洞から後大静脈に結合す

る静脈系が描出され、本血管を通り造影剤が後大静脈に流出する像が確認された (Fig.33.)。

### 第3節 小括

本章では門脈から奇静脈に短絡する異常血管を有するタイプの門脈-奇静脈短絡の診断を目的とし、PCRAVP法を正常犬を用いて検討した。

本造影法ではバルーンカテーテルを奇静脈内に誘導することを目的として、先端25mmをおよそ130°に屈曲した6Fr.の血管カテーテルならびに0.035inchのステンレスガイドワイヤーが必要であった。奇静脈へのバルーンカテーテルの誘導は、初めに外頸静脈から6Fr.の血管カテーテルを第3肋間から第4肋骨の前大静脈に開口する奇静脈内にまで挿入し、本カテーテル内腔に0.035inchのステンレスガイドワイヤーを通した。その後、ガイドワイヤーのみを残して血管カテーテルを抜去し、残されたガイドワイヤーに沿わせてバルーンカテーテルを誘導するカテーテル交換法が最も適していた。使用するバルーンカテーテルの選択基準は、胸郭前口部における気管横径のおよそ1/2以上が適していると判断されたことから、本実験では最大バルーン拡張径9mmのものを使用した。造影剤投与量は0.5ml/kg以上が必要と考えられたが、0.7ml/kgの投与においても奇静脈の造影像に変化が認められなかったことから、0.5ml/kgが最も適当と判断された。一方、得られた造影像より奇静脈に吻合する静脈系を検討した結果は、脊椎の腹側に奇静脈本幹、脊柱管の腹側に椎骨静脈洞が観察され、肋頸椎骨静脈幹を形成する椎骨静脈、肋頸静脈が描出された。また、第4ならびに第5肋間静脈、肋間静脈、椎体静脈が描出され、腹部領域では奇静脈または椎骨静脈洞から後大静脈に結合する静脈系が認められた。



## 第5章

### 考案した造影法の疾患モデルに対する造影能の検討

門脈体循環短絡症の診断を目的とし、動脈性造影法として PCOJAP 法を、静脈性造影法として PCRPCP 法ならびに PCRAVP 法の基礎的検討を行ってきた。しかしながら、これらの検討は正常犬で行っており、異常血管が存在した場合その異常血管の描出が可能であるか、また診断上十分な描出能力を有するかについては確認されていない。したがって本章では、PCOJAP 法、PCRPCP 法ならびに PCRAVP 法における短絡血管の造影能を検討する目的で、門脈体循環短絡症の疾患モデルを作成しこれらの造影法を検討した。

#### 第1節 実験材料ならびに方法

##### 1. 実験材料

临床上正常と思われたビーグル成犬11例(体重 $9.2 \pm 2.1$ )を使用し、門脈体循環短絡症の疾患モデルを作成した。PCOJAP 法の検討には、造影剤としてヨード含有量 $370\text{ mg/ml}$ のイオパミドール注射液(オイパロミン®370、コニカ株式会社)を用いた。一方、PCRPCP 法の検討には、最大適用カテーテル8 Fr.のイントロデュースーシステム(ラジフォーカス®イントロデュースーII H:テルモ株式会社)を用い、血管カテーテルは、先端を屈曲させた6 Fr.のX線不透過性ポリエチレンチューブ(外径 $2.08\text{ mm}$ 、内径 $1.58\text{ mm}$ 、フォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ:ベクトン・デッキンソン株式会社)を使用した。また、血管閉塞用バルーンカテーテルとしては、最大拡張バルーン径 $27\text{ mm}$ 、シャフトサイズ8 Fr.のもの(Large Occlusion Balloon Catheter:ボストン・サイエンティフィック株式会社)を使用し、ガイドワイヤーには6 Fr.血管カテーテルの屈曲部を伸張させる目的で、 $0.038\text{ inch}$ のステンレスガイドワイヤー(テフロンコーティングガイドワイヤー:バードジャパン株式会社)ならびに、血管閉塞用バルーンカテーテルの誘導を目的として $0.035\text{ inch}$ のステンレスガイドワイヤー(Amplatz Super Stiff Guidewire:ボストン・サイエンティフィック株式会社)の2種を用いた。造影剤には、ヨード含有量 $480\text{ mg/ml}$ のイオタラム酸ナトリウム注射液(アンギオコンレイ®:第一製薬株式会社)を使用した。PCRAVP 法では、血管カテーテルとして、先端 $25\text{ mm}$ をおよそ $130^\circ$ に屈曲させた6 Fr.のX線不透過性ポリエチレンチューブ(外径 $2.08\text{ mm}$ 、内径 $1.58\text{ mm}$ 、フォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ:ベクトン・デッキンソン株式会社)を使用し、血管閉塞用のバルーンカテーテルとしては、最大拡張バルーン径 $9\text{ mm}$ 、シャフトサイズ5 Fr.の血管拡張用バルーンカテーテル(Balloon Dilatation

Catheter：ボストン・サイエンティフィック株式会社）を用いた。ガイドワイヤーには6 Fr.血管カテーテルの屈曲部を伸張させる目的で、0.038 inchのステンレスガイドワイヤー（テフロンコーティングガイドワイヤー：バードジャパン株式会社）ならびに、血管閉塞用バルーンカテーテルの誘導を目的として0.035 inchのステンレスガイドワイヤー（Amplatz Super Stiff Guidewire：ボストン・サイエンティフィック株式会社）の2種を用いた。造影剤には、ヨード含有量480mg/mlのイオタラム酸ナトリウム注射液（アングリオコンレイ®：第一製薬株式会社）を使用した。

## 2. 実験方法

門脈－後大静脈短絡症の疾患モデルを10例作成し、第2章、第3章で行ったPCOJAP法ならびにPCRPCP法の造影手技について検討した。門脈－後大静脈短絡の疾患モデルの作成は、硫酸アトロピン0.025mg/kg、塩酸キシラジン1.0mg/kg、塩酸ケタミン5.0mg/kgで前処置後、イソフルレンの吸入麻酔下で開腹して行った。短絡血管としては胃脾静脈を利用し、門脈本幹まで脾静脈を分離した後、脾臓の摘出術を行い、遊離した胃脾静脈を後大静脈に6-0の血管縫合用ナイロン糸で端側吻合した(Fig.34.)。吻合後、空腸静脈に22Gの留置針を挿入し、X線透視下で造影剤を注入しながら、門脈から胃脾静脈を通過し後大静脈に流入する短絡血流が認められることを確認した。

PCOJAP法は、第2章で得られたPCOJAP法の結果をもとにカテーテル先端を空腸動脈内に留置し、造影剤を1.0ml/kgで注入して注入終了直後にX線撮影を行った。PCRPCP法については、外頸静脈よりイントロデューサーを挿入後、バルーンカテーテルを後大静脈内に誘導した。血流遮断部位は横隔膜頭側部ならびに肝静脈尾側部とし、血流遮断後各々1.5ml/kg、1.25ml/kgで造影剤を注入した。X線撮影については、いずれの方法においても注入終了直後とした。

一方、門脈－奇静脈短絡症の疾患モデルについても1例作成し、PCRAVP法を行った。疾患モデルの作成は、硫酸アトロピン0.025mg/kg、塩酸キシラジン1.0mg/kg、塩酸ケタミン5.0mg/kgで前処置後、イソフルレンの吸入麻酔下で開胸ならびに開腹を行い、X線透過性のポリエチレンチューブを使用して、胸部の奇静脈と腹部の門脈本幹を結合した。造影は外頸静脈よりイントロデューサーを挿入後、第4章の結果をもとにバルーンカテーテルを奇静脈内に誘導し、血流遮断を行った。造影剤は血流遮断後0.5ml/kgで注入し、X線撮影は造影剤注入直後とした。

## 第2節 結果

門脈体循環短絡症の疾患モデルを作成し、空腸動脈からイオパミドール注射

液を1.0 ml/kgで用手的に注入し、注入終了直後に撮影を行う PCOJAP 法を実施した結果、空腸動脈から注入された造影剤が門脈本幹に移行し、短絡血管から後大静脈に流入する像が10例中10例で観察された(Fig.35.)。短絡血管の造影剤濃度は良好で、全例において門脈体循環短絡症の診断上十分と判断される、有用性の高い造影像が得られた。

一方、PCRPCP 法においては、横隔膜頭側部でバルーンカテーテルを拡張して血流を遮断後、造影を行った結果、10例中7例で後大静脈から短絡血管を通過し門脈へ造影剤が流入する現象が確認された(Fig.36.)。これら7例の短絡血管のコントラストは門脈体循環短絡症の診断上十分と判断された。しかしながら、10例中3例では短絡血管が全く描出されず、短絡血管の観察は不可能であった。また、肝静脈尾側部でバルーンカテーテルを拡張し血流遮断を行い造影した結果では、10例中10例で後大静脈から短絡血管を通過し門脈へ造影剤が流入する現象が確認された(Fig.37.)。それらの造影像は全例において短絡血管のコントラストは良好で、門脈体循環短絡症の診断上十分と判断された。

門脈-奇静脈短絡症の疾患モデルを作成し、PCRAVP 法を行った結果については、奇静脈から造影剤がポリエチレンチューブを介して門脈本幹に逆流する像が得られ、ポリエチレンチューブのコントラストは良好で、門脈体循環短絡症の診断上十分な造影像が得られた(Fig.38.)。

### 第3節 小括

本章では第2章、第3章で基礎的検討を行った PCOJAP 法、PCRPCP 法ならびに PCRAVP 法について、門脈体循環短絡症の疾患モデル犬を使用し、短絡血管の造影能について検討を行った。

門脈体循環短絡症の疾患モデルに対し PCOJAP 法を行った結果では、全例で短絡血管が描出され、短絡血管のコントラストは良好であったことから、門脈体循環短絡症の診断に有用性が高いと判断された。PCRPCP 法に関しては、横隔膜頭側部で血流を遮断し、造影を行った例では70%の検出率であったのに対し、肝静脈尾側部で血流を遮断し造影を行った例は短絡血管の検出率が100%であった。したがって、PCRPCP 法における血流遮断部位は、肝静脈の尾側部に設定することが望ましいと判断された。一方、PCRAVP 法においても、短絡部位に十分な造影剤が逆流し良好な造影像が確認された。

## 第6章

### 考案した造影法の臨床例に対する造影能の検討

考案した造影法における短絡血管の造影能を確認する目的で、門脈体循環短絡症の疑われた3例の臨床例に対して、PCOJAP法ならびにPCRPCP法を実施し、臨床的検討を行った。

#### 第1節 実験材料ならびに方法

##### 1. 実験材料

1999年度、麻布大学付属動物病院に来院し門脈体循環短絡症が疑われた犬の3症例を使用した。対象犬の品種は体重8.4kg、4カ月齢の雄のサルキー種、体重7.4kg、4歳齢の雄のミニチュアシュナウザー種ならびに体重4.6kg、10カ月齢の雌のウエストハイランドホワイトテリア種であった。PCOJAP法の検討においては、最大適用カテーテル6Fr.のイントロデューサーシステム（ラジフォーカス®イントロデューサーⅡH、テルモ株式会社）、カテーテルは先端を屈曲させた6Fr.（外径2.08mm、内径1.58mm）のX線不透過性ポリエチレンチューブ（フォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ：ベクトン・デッキンソン株式会社）ならびに3Fr.のラジフォーカス®SPカテーテル（テルモ株式会社）を用いた。ガイドワイヤーには、挿入時6Fr.不透過性ポリエチレンチューブの屈曲部を進展させる目的で0.038inchのステンレスガイドワイヤー（ボストン・サイエンティフィック株式会社）ならびにSPカテーテルに付属する先端が120°に屈曲したコアワイヤーを使用した。造影剤はヨード含有量370mg/mlの非イオン性造影剤イオパミドール注射液（オイパロミン®370、ユニカ株式会社）を用いた。一方、PCRPCP法の検討では、最大適用カテーテル8Fr.のイントロデューサーシステム（ラジフォーカス®イントロデューサーⅡH：テルモ株式会社）、血管カテーテルは、先端を屈曲させた6Fr.のX線不透過性ポリエチレンチューブ（外径2.08mm、内径1.58mm、フォモカスX線不透過性ポリエチレンチューブ：ベクトン・デッキンソン株式会社）を使用した。血管閉塞用バルーンカテーテルとしては、最大拡張バルーン径20mm、シャフトサイズ8Fr.のもの（Large Occlusion Balloon Catheter：ボストン・サイエンティフィック株式会社）を使用した。ガイドワイヤーには6Fr.血管カテーテルの屈曲部を伸張させる目的で、0.038inchのステンレスガイドワイヤー（テフロンコーティングガイドワイヤー：バードジャパン株式会社）ならびに、血管閉塞用バルーンカテーテルの誘導を目的として0.035inchのステンレスガイドワイヤー（Amplatz Super Stiff Guidewire：ボストン・サイエンティフィック

株式会社)の2種を用いた。造影剤には、ヨード含有量480mg/mlのイオタラム酸ナトリウム注射液(アンギオコンレイ®:第一製薬株式会社)を使用した。

## 2. 実験方法

適用した造影法は、血管系の比較的太いサルーキー種の1例に対してPCOJAP法を行い、血管系の比較的細いミニチュアシュナウザー種ならびにウエストハイランドホワイトテリア種の2例についてはPCRPCP法を実施した。また、造影はイソフルレンによる吸入麻酔下で行い、PCOJAPの造影方法は、イントロデューサーを大腿動脈に留置後、6Frの血管カテーテルを前腸間膜動脈にまで挿入し、6Frの血管カテーテル内腔を通して3FrのSPカテーテルを空腸動脈内にまで誘導した。造影剤の注入量は1.0ml/kgとし、X線撮影は造影剤注入終了直後とした。一方、PCRPCP法の造影方法は外頸静脈にイントロデューサーを留置後、6Frの血管カテーテルを第3腰椎レベルの後大静脈まで挿入した。本カテーテルの内腔を通して0.035inchのステンレスガイドワイヤーを挿入後、カテーテルを抜去しガイドワイヤーに沿わせて血管閉塞用バルーンカテーテルを誘導した。バルーンカテーテルのバルーン部は肝静脈の尾側部位とし、造影剤はバルーン拡張後1.25ml/kgで用手的に注入した。また、X線撮影は造影剤注入終了直後とした。

## 第2節 結果

PCOJAP法を行ったサルーキー種の1例は、門脈本幹から肝内を通り、横隔膜の尾側で後大静脈に流入する単一の蛇行した短絡血管が明瞭に造影され、門脈体循環短絡症と確定診断された(Fig.39.)。

PCRPCP法を実施したミニチュアシュナウザー種では、肝外で門脈から後大静脈に吻合するループ状に走行した短絡血管が明瞭に造影され、門脈体循環短絡症と診断された。また、逆流した造影剤が門脈血管にまで進入する現象が確認されたことから、正常血管との鑑別が容易で門脈体循環短絡症の確定診断が十分可能であった(Fig.40.)。

PCRPCP法を行ったウエストハイランドホワイトテリア種は、肝外で門脈本幹から後大静脈に吻合する比較的太く短い短絡血管が逆行性に造影され、門脈体循環短絡症と診断された。また、逆流した造影剤が門脈血管にまで進入する現象が確認されたことから、正常血管との鑑別が容易で門脈体循環短絡症の確定診断が十分可能であった(Fig.41.)。

## 第3節 小括

いずれの造影法においても検査時間はおよそ15分程度で、カテーテルの挿

入から造影に至るまで容易に行うことが可能であった。また、これらの造影法によって得られた造影所見から門脈体循環短絡症を診断することが十分可能であったことから、これらの造影法は門脈体循環短絡症の診断に有用性が高いと判断された。

## 第7章

### 総括ならびに考察

門脈は腹腔内臓器の静脈系が集合して形成される血管で、その終末は肝臓の類洞内におよんでいる。したがって、門脈血管は遠位と近位が毛細血管で形成され、X線造影検査上アプローチの困難な血管系とされている。従来からX線門脈造影法には様々な造影法が人や犬で考案されているが、特に小動物分野では開腹手術下で空腸静脈または脾静脈から造影剤を注入する、経空腸静脈性門脈造影法や経脾静脈性門脈造影法が最も一般的な造影法とされている〔16, 30, 42, 50〕。しかしながら、本法では全身麻酔下で開腹術を必要とすることから、一般的なその他の臨床検査法と比較し、動物に対する麻酔や手術による侵襲性が非常に高く、容易に実施することができない現状にある。一方、X線門脈造影法の中でも比較的侵襲性が低く、容易に実施可能と思われる方法として、直接的門脈造影法に経脾的門脈造影法、経皮経肝的門脈造影法が、間接的門脈造影法としては、経皮的前腸間膜動脈性門脈造影法が人や犬、猫で検討または臨床応用されている〔4, 10, 15, 18, 20〕。

経脾的門脈造影法は1951年、初めて人医学領域で検討された門脈造影法で、16～18 Gの穿刺針を経皮的にX線透視下または超音波ガイド下で直接脾臓に穿刺し、人においては10 ml / secにて30 mlの造影剤を注入するとされ〔1, 4, 26, 37〕、犬においては用手的に1～2 ml / kgで造影剤を注入する方法とされている〔30, 38, 39〕。しかしながら、脾臓は穿刺時に皮膜の損傷を受けると大量の出血を生じることから、造影後の合併症に対するリスクが非常に高く、近年ではほとんど行われることのない検査法となっている〔4〕。また、経皮経肝的門脈造影法は、X線透視下または超音波ガイド下で経皮的にエラスター針を肝内門脈内にまで穿刺後、エラスター針の外套からガイドワイヤーを挿入し、肝内門脈内に挿入されたガイドワイヤーに沿わせてイントロデューサーシステムを誘導する方法とされる〔7〕。カテーテルはイントロデューサーを介して門脈内に挿入され、造影剤の投与量は人で6～10 ml / secにて30 mlの注入が必要とされ〔4〕、犬においては、インジェクターを用い350 psiで1 ml / kgの注入量が必要とされる〔7, 38〕。本法は麻酔下において低侵襲性で容易に行うことが可能とされる門脈造影法であるが、門脈体循環短絡症の症例では肝内門脈の発達が非常に悪く、低形成を呈しているためエラスター針による穿刺が困難と考えられた。したがって、本法を門脈体循環短絡症症例に臨床応用することは非常に困難と思われた。

一方、間接的門脈造影法として、経皮的前腸間膜動脈性門脈造影法が検討され、現在、人においては最も一般的な門脈造影法とされている〔4, 10, 1

5, 18, 20, 30, 35, 38]。本法は、前腸間膜動脈までカテーテル先端を誘導し、そこから造影剤を注入する方法とされ、獣医学領域においても臨床応用されている。しかしながら、門脈血管のコントラストが他の門脈造影法と比較し若干劣っており、良好な造影像を得るには特殊な機器を必要とすることから一般的な方法とされていない。

そこで今回著者は、低侵襲性で門脈体循環短絡症を確定診断する方法として、経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法（PCOJAP）、経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法（PCRPCP）ならびに経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法（PCRAVP）に関する検討を行った。

### 1. 経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法（PCOJAP）に関する考察

動脈を介して門脈の造影像を得る方法として、経皮的前腸間膜性門脈造影法が人や犬で報告されている。本法は、血管カテーテル法を応用し前腸間膜動脈から造影剤の注入を行う方法であることから、侵襲性が低く容易に実施することが可能とされている。しかしながら、本造影法単独では必ずしも十分な造影像が得られないとされ、人においては造影剤注入前にプロスタグランジン E<sub>1</sub> の前腸間膜動脈内注入を行う薬理学的血管造影法やデジタルサブトラクションアンギオグラフィー法の併用が必須とされている〔4, 10, 15, 18, 20, 30, 35, 38〕。犬に対する本法の報告においても人と同様、本造影法単独では門脈血管のコントラストが十分でないことが欠点とされているが、造影剤注入前にプロスタグランジン E<sub>1</sub> の前腸間膜動脈内注入を行う薬理学的血管造影法の併用によって、コントラストが改善されとの結果が得られている〔18〕。しかしながら、本造影法は依然として、門脈内の造影剤濃度が最高となる時間が動物によって異なるという欠点が存在し、造影剤注入後からの至適撮影時間が一定していないことが知られている。したがって、本造影法はデジタルサブトラクションアンギオグラフィー法やオートフィルムチェンジャーによる連続撮影法などの特殊な機器を使用した方法を併用することが推奨されている。よって、これらの装置が無い施設で、動物に対する侵襲性が低く鮮明な門脈造影像が得られる動脈性門脈造影法を行うことは困難な現状にある。そこで比較的侵襲性が低く特殊な機材なしでも鮮明な門脈造影像が得られる門脈造影法を検討する目的で、犬における PCOJAP 法について実験的検討を行った。

空腸動脈の末梢へのカテーテルの挿入には、2種類の3 Fr.カテーテルを使用した。いずれのカテーテルにおいても単独での操作性は非常に悪く、腹部大動脈内から前腸間膜動脈への挿入は困難であった。以上のことから、従来獣医学領域で一般に行われている単一のカテーテルのみを使用した選択的カテー



テル造影法では、空腸動脈へのカテーテル挿入は困難であった。そこで先端を約  $130^{\circ}$  に屈曲した 6 Fr. のカテーテルを腹部大動脈から前腸間膜動脈の分岐まで挿入し、このカテーテルの内腔を通して 3 Fr. のカテーテルを誘導する同軸親子カテーテル法 (coaxial catheter) を応用した。本法の応用によって、前腸間膜動脈より遠位の末梢動脈内へ 3 Fr. カテーテルを誘導することが容易となった。しかしながら、同軸親子カテーテル法では、子カテーテルそのものの方向性を操作することが非常に困難であった。そのため、子カテーテルはガイドワイヤーの操作によって空腸動脈内に誘導させるタイプのものを選択する必要があった。その点で本実験で使用した SP カテーテルは、ガイドワイヤーの屈曲した先端部がカテーテル先端より 2.5 mm 飛び出す構造になっており、ガイドワイヤーの手元での操作も容易なことから、比較的細い血管内でも目的とする血管に対する選択性に優れていた。したがって、使用する子カテーテルの選択は、ガイドワイヤーがカテーテル先端より先行し、ガイドワイヤーの操作が容易なものを利用することが重要であると判断された。今回著者が応用した同軸親子カテーテル法は、人の医学領域においてもマイクロカテーテルを利用した様々な領域での末梢血管造影や血管内治療に応用されている [4, 21, 30, 54]。したがって、同軸親子カテーテル法は、獣医学領域においても技術的に容易に行える手法であると思われ、空腸動脈に限らずその他の末梢血管への応用性も高い方法であると考えられた。

犬の経皮的な前腸間膜動脈性門脈造影法は、造影剤注入後から門脈での造影剤濃度が最高に達するまでの時間が数秒から十数秒の間であり、個々の動物によって撮影タイミングが異なるとされ [18]、造影剤の投与量は  $1.5 \sim 2.0 \text{ ml/kg}$  の注入量が必要とされている [15, 18]。しかしながら、今回著者が行った PCOJAP 法では、X線透視下において門脈のコントラストが造影剤注入終了直後で最も高く、時間とともに低下して観察された。したがって、本法における X線撮影のタイミングは、造影剤注入終了直後での設定で、最も良好なコントラストの造影像が得られることが判明した。また、造影剤投与量に関しては、体重 1 kg あたり  $1.0 \text{ ml}$  の造影剤が必要であったが、一回の造影によって使用する造影剤の量は経皮的な前腸間膜動脈性門脈造影法と比較し、 $1/2 \sim 2/3$  まで低減することが可能であった。この結果は経皮的な前腸間膜動脈性門脈造影法と比較し PCOJAP 法では、注入部位から門脈までの造影剤のルートが短く単一であることから、造影剤の門脈への移行時間が一定で造影剤の拡散や血液による希釈が軽度であったことが考えられた。

一方、造影剤の種類については、ヨード含有量  $480 \text{ mg/ml}$  のイオン性造影剤であるイオタラム酸ナトリウム注射液と比較し、ヨード含有量  $370 \text{ mg/ml}$  の非イオン性造影剤、イオパミドール注射液の方が造影能が良好であった。

一般的に造影剤のコントラストは、造影剤中のヨード含有量によって決定される。ヨード含有量の低いイオパミドール注射液の造影能が良好であった理由としては、2種の造影剤の粘稠性の違いが考えられた。イオタラム酸ナトリウム注射液の粘稠度は37℃において12.8 c.p.s.、イオパミドール注射液の粘稠度は、造影剤温度37℃において9.1 c.p.s.とされている。造影剤の粘稠度は造影剤注入時のカテーテル内抵抗や腸管の毛細血管での血管抵抗に関係があると考えられ、高粘稠度の造影剤では門脈への通過が遅延し高濃度の造影剤が一度に門脈に流入しないことが考えられた。一方、低粘稠度の造影剤は、3 Fr.の細いカテーテルでも比較的容易に注入が可能で、毛細血管の通過性も良く高濃度のまま門脈に流入するものと考えられた。また、造影剤は温度が高いほど粘稠度が低下するとされている〔23〕ことから、造影前に造影剤を室温から体温程度まで加温することによって、さらに門脈への造影剤の移行が良好となることが考えられた。本造影法は、一部の腸管を高濃度の造影剤が通過することから、浸透圧の比較的低い非イオン性造影剤の使用が組織に対する侵襲性を考慮した上でも軽減されるものと思われた〔23〕。近年、様々な非イオン性造影剤が発売され、これら造影剤の4 Fr.小径カテーテル使用時の注入流量や注入圧力に関する検討がなされている。本文献において、注入流量や注入圧の最もバランスのとれた造影剤として、イオベルソールが挙げられ、今回著者が使用したイオパミドールに関してはあまり成績が好ましくない造影剤の1つとされている〔36〕。今回著者が行った実験では、イオパミドールでも十分な造影効果が得られ、門脈のコントラストは非常に良好であったが、非イオン性造影剤についても種類は様々で、粘稠性、浸透圧、注入流量、注入圧力などが若干異なることから、これらのバランスに優れた非イオン性造影剤を使用することが必要であると考えられた。

また、プロスタグランジン E<sub>1</sub> 製剤の術前使用については、人や犬での経皮的前腸間膜動脈性門脈造影法の報告において、造影剤注入時に起こる造影剤の大動脈内逆流に対する防止効果が得られること、高いコントラストの門脈造影像の撮影が可能になることなどの利点が認められている。この現象は前腸間膜動脈支配領域の末梢血管拡張作用により血管抵抗が減少し、門脈への造影剤の移行性が向上するものと理解されている〔4, 10, 18〕。しかしながら、PCOJAP法においては、主観的にも黒化度計を用いた門脈のコントラスト計測においてもアルプロスタジルアルファデクスの前投与による造影能の向上は認められなかった。この様な結果が得られた理由として、経皮的前腸間膜動脈性門脈造影法は、造影剤が血流によって門脈に移動することが考えられたが、PCOJAP法においては造影剤がシリンジの注入圧によって腸管の毛細血管を通過し門脈に移行することが考えられた。したがって、PCOJAP法における造影

能は、造影剤注入時の注入圧の効果に依存するところが大きいと思われた。

## 2. 経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法 (PCRPCP) に関する考察

第3章ではバルーンカテーテルによって後大静脈の血流を遮断し、後大静脈内に造影剤を逆流させて逆行性に短絡血管を描出する PCRPCP 法について検討を行った。

バルーンカテーテルの挿入方法の検討では外頸静脈から後大静脈に直接バルーンカテーテルの挿入を試みたが、右心房からバルーンカテーテルを後大静脈に誘導することが困難であった。これは前大静脈が心基部背側方向に開口しているのに対し、後大静脈は右心房での開口部が尾側方向に存在することに起因しているものと考えられた。さらに、本造影法で使用したバルーンカテーテルはシャフトがストレートで柔軟性が乏しいことから、カテーテル先端が右心房内の静脈間隆起や後大静脈開口部腹側の心房壁に当たり後大静脈への挿入が不可能であったと考えられた。したがって、初めに先端を軽度屈曲させた 6 Fr. の血管カテーテルを使用して後大静脈まで先端を挿入し、さらに、バルーンカテーテルを誘導するためのガイドワイヤーを本カテーテル内腔に通して後大静脈に挿入した。その後ガイドワイヤーのみを血管内に残し 6 Fr. の血管カテーテルを抜去し、ガイドワイヤーに沿わせてバルーンカテーテルを後大静脈まで誘導することで、バルーンカテーテルの後大静脈への挿入は容易に可能となった。本法は、カテーテル交換法 (catheter exchange) と呼ばれ、一種類のカテーテルでは目的とする血管に挿入不可能な場合に使用されている手技で、人医学においては超選択的血管造影法などを行う際に応用されている〔4, 21, 40, 54〕。この手技は PCOJAP 法で用いた同軸親子カテーテル法と同様、第2分岐より遠位の血管分岐にカテーテルを挿入する場合や、本造影法のようにシャフトの柔軟性が乏しいカテーテルを誘導する場合などに有用性が高い方法と考えられ、獣医学領域における他の部位での末梢血管造影法においても非常に応用性が高い方法であると思われた。

本造影法に使用するバルーンカテーテルのバルーン径の選択については、本実験で使用したビーグル成犬では第2腰椎の椎体横径の約2倍のバルーン径が必要であると判断された。門脈体循環短絡症の発生は獣医小動物臨床分野で犬に多いとされ、特に肝内短絡に関しては大型犬種、肝外短絡に関しては小型またはトイ種が好発犬種とされている。この様に本疾患の好発犬種が大きいものから小さいものまでと様々であることから、術前に必要なバルーン径を知る必要がある。臨床上心疾患の認められない犬100頭(体重2~75kg)の報告では、胸部X線ラテラル像において後大静脈横径は第5胸椎縦径の  $0.75 \pm 0.13$  倍としている〔6〕。本報告の平均値±標準偏差が示すように、後大

静脈横径と椎体の比率は犬種間による大きな違いがないと考えられたことから、他の犬種においても第2腰椎の椎体横径からバルーンカテーテルのバルーン径の選択が可能であることが考えられた。

第2実験では後大静脈を閉塞し血流遮断を行った場合、循環器系にどのような影響を及ぼすのかについて心電図ならびに動脈圧の検討を行った。その結果、心電図においては、いかなる不整脈の発現も観察されず、心電図波形からも有意な変化は認められなかったが、心拍数においては血流遮断前が $99.6 \pm 13.7$ 回/分、血流遮断解除後5分が $96.2 \pm 16.0$ 回/分と有意差が確認された。しかしながら、心拍数の平均回数ではおよそ3回程度の差しか認められていないこと、血流遮断後、血流遮断解除直後においては心拍数の変化が認められていないことなどから、バルーン遮断による影響ではないことが考えられた。また、血圧に関しては、後大静脈の血流遮断により収縮期圧がおよそ40 mmHgにまで低下する現象が確認されたが、その後の血圧の回復は速やかで閉塞解除1分後では、閉塞前の血圧とほぼ同様の血圧を示した。一時的に後大静脈の血流を遮断して行う手術では、後大静脈の血流遮断により体循環の平均血圧が一過性に30 mmHg以下まで低下し、内臓の低酸素血症が生じるとされ、5～10分以上の血流遮断は禁忌と考えられている〔5〕。しかしながら、本造影法で実施される血流遮断は一過性に収縮期圧をおよそ40 mmHgまで低下させるものの、血流遮断後から造影剤を注入し撮影までの時間が1分以内で実施可能であること、血流遮断解除後の血圧の回復は1分以内と速やかであること、実験後に内臓低酸素血症で生じるとされる肺炎や血様下痢などが実験例に発症しなかったことなどから、本造影法における後大静脈の血流遮断に起因する合併症などが生じる可能性は少ないものと考えられ、本法は安全に実施することが可能であることが示唆された。

造影剤投与後の撮影タイミングにおいては、後大静脈から奇静脈に逆流し、奇静脈を介して後大静脈内の血液が右心房に還流する現象が確認された。後大静脈圧は通常0～6 mmHgとされているが、後大静脈閉塞時においては血流遮断部尾側の後大静脈圧が25 mmHgまで上昇するとされる〔5〕。したがって、各臓器からの静脈血の流入や注入された造影剤によって後大静脈内圧が上昇し、造影剤と混合した後大静脈内の血液は時間の経過とともに奇静脈を介して右心房に還流するものと考えられた。以上の現象によって、後大静脈内の造影剤濃度は造影剤の注入直後で最も高く観察されたものと考えられた。これらの結果から、造影剤注入後のX線撮影は、造影剤注入終了直後が最も適しているものと判断された。

至適造影剤投与量の検討については、著者が総腸骨静脈に短絡血管が開口している症例に遭遇した経験から、総腸骨静脈まで造影剤が充満する像を得る必

要性があると考えた。今回の実験では血流遮断部位を横隔膜頭側部の後大静脈とした場合、閉塞部位から総腸骨静脈まで造影剤が充満する造影像を得るには 1.5 ml/kg の投与量が必要であった。また、肝静脈尾側部の後大静脈に血流遮断部位を設定した場合においては 1.25 ml/kg の注入量が必要であった。犬の逆行性肝静脈造影法の報告では選択的に各肝葉を造影する場合、1 葉に対して 5～8 ml または 3～8 ml の造影剤注入が必要とされている〔12, 38〕。一方、肝静脈頭側部の後大静脈をバルーンで遮断し、非選択的に肝静脈全体の造影を行う場合、肝静脈の末梢まで造影剤を逆流させる必要があることから 2 ml/kg の造影剤投与量が必要とされている〔12〕。今回の実験にて得られた造影剤の投与量は、これらの類似した文献と比較し少ない傾向にあったが、非選択的肝静脈造影法と異なり肝静脈末梢まで造影剤が逆流する必要がないこと、本実験において 2 ml/kg の投与量で造影を行っても 1.5 ml/kg の投与量と造影像はあまり変化が認められなかったことから、これらの造影剤投与量で十分であると考えられた。

また、今回著者が検討した PCRPCP 法と類似した造影法として、後大静脈内に造影剤を注入し、逆行性に短絡血管を描出する経静脈的逆行性血管造影法が織間らによって門脈体循環短絡症の 2 例に臨床応用され報告されている〔33〕。本報告での使用カテーテルならびにカテーテルの誘導方法は、吸入麻酔下で通常の 6 Fr. 血管カテーテルを伏在静脈から挿入し、X 線透視下で肝静脈と腎静脈の流入部の間の後大静脈までカテーテル先端を誘導して行われている。後大静脈の血流遮断方法ならびに造影法に関してはカテーテルの誘導後、吸入麻酔器の呼吸バックを 20～30 cmH<sub>2</sub>O まで加圧し胸腔内圧を上昇させ、不完全ではあるが心臓への静脈還流を一時的に遮断し、造影剤を 1.0 ml/kg で投与して造影を行っている。本法は使用カテーテルが従来から獣医学領域で行われている血管造影法と同様であることから、非常に簡単に実施が可能な方法であるとされている。しかしながら、奇静脈に短絡血管が存在した場合に応用が不可能であることが欠点と考察されている。今回著者が行った PCRPCP 法は、血管閉塞用バルーンカテーテルを使用し、本カテーテルの挿入には他の血管カテーテルやガイドワイヤーを組み合わせで交換を行うことが必要であり、手技が若干煩雑となった。しかし、特に熟練を要する手技ではなく比較的容易に行うことが可能であり、奇静脈に短絡を有する門脈体循環短絡症の症例にも応用可能であった。また、バルーンにより後大静脈の血流を完全に遮断することから、後大静脈圧は十分に上昇し、門脈圧の高い門脈体循環短絡症の症例に対しても短絡血管に造影剤が逆流するものと考えられた。

一方、描出される静脈系に対する検討を行った結果においては、頭側から肝静脈、奇静脈と後大静脈との吻合枝、腎静脈、右卵巢または精巣静脈、深腸骨

回旋静脈、総腸骨静脈、腸腰椎静脈が観察された。これらの静脈系の中でも比較的太いものは、肝静脈、腎静脈、総腸骨静脈であった。胎生期の静脈管が遺残する肝内性門脈静脈吻合の多くは左肝静脈と門脈の交通によって生じるとされているが、左肝静脈は肝静脈の中でも最も太く観察され末梢までの確認が容易であった。したがって、この様な短絡を有する動物に対しても、短絡血管の描出が可能であると考えられた。肝外性門脈－静脈吻合については肝静脈から腎静脈の間の後大静脈に短絡血管が開口することが多いとされる。これらの静脈系の間には腹腔横隔静脈が後大静脈に開口しており、ラテラル像で後大静脈の尾背側方向から第1腰椎領域で後大静脈に吻合しているが、今回行った造影法では造影されなかった。したがって、肝静脈から腎静脈の間に開口して観察される血管の診断に関しては短絡血管または腹腔横隔静脈が考えられたが、本造影法においては腹腔横隔静脈が造影されないこと、たとえ腹腔横隔静脈内への造影剤の逆流が認められたとしても本静脈は比較的細いとされ〔14〕、走行についても知られていることから、短絡血管との鑑別は容易であると考えられた。また、腎静脈から総腸骨静脈の間の後大静脈に開口する血管系に関しては椎体静脈、右卵巢または精巣静脈、深腸骨回旋静脈が認められたが、これらの血管系は比較的細く観察されることから、比較的太いものが多い短絡血管との鑑別は容易であるものと考えられた。

### 3. 経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法 (PCRAVP) に関する考察

第4章では、奇静脈に短絡血管が開口する門脈－奇静脈短絡症の診断を目的として、逆行性に奇静脈から短絡血管を造影する PCRAVP 法の検討を行った。獣医学領域においては奇静脈造影法の基礎的研究ならびに診断を目的として逆行性に奇静脈造影を行った報告は、著者の知る限り見あたらない。一方、人医学において逆行性奇静脈造影法は1960年代前半～1970年代にかけて様々な報告がなされ、縦隔部の悪性腫瘍、特に食道癌の周囲組織への進展状況の診断などを目的に行われている〔49〕。本法は先端をJカーブに加工した7～8 Fr.の血管カテーテルを奇静脈内に挿入し、15～35 mlの造影剤を急速注入することで逆流性に造影を行う方法とされる。したがって、診断上十分な造影像を得るためには、造影剤の注入をできる限り病変部に近い部位で行う必要があり、奇静脈内でカテーテル先端を末梢部まで誘導する必要があるとされる〔41〕。しかしながら、1980年にバルーンカテーテルで奇静脈を閉塞して逆行性に造影を行う閉塞性逆行性奇静脈造影法が報告され、現在では本法が最も一般的な奇静脈の造影手技とされ、応用されている〔28, 41〕。バルーンカテーテルの使用は、カテーテルを病変部近位まで誘導せずに奇静脈末梢部の血管造影を可能とし、さらに注入された造影剤も非閉塞時と比較し、血

流とともに速やかに消失しないことから 15 ml の低容量注入で診断上十分な造影像が得られるとされている〔28、41〕。

今回著者が行った実験ではバルーンカテーテルの奇静脈への挿入方法は、使用したバルーンカテーテルが PCRPCP 法で使用したものと異なった種類ではあったが、PCRPCP 法で使用したものと同様、先端がストレートでシャフトの柔軟性に乏しかったことから、単独での奇静脈内への誘導は不可能であった。したがって PCRPCP 法で行った手順と同様に、カテーテル交換法を応用した結果、容易にバルーンカテーテルの誘導が可能であった。本造影法において PCRPCP 法で行った方法と異なる点は、最初に挿入される血管カテーテルの形状で、血管カテーテルを外頸静脈から奇静脈に挿入するためには、先端部の屈曲部分を 25 mm 以上と長くした 6 Fr. の血管カテーテルが必要であった。先端部の屈曲部分が短いものでは、前大静脈内でカテーテル先端が奇静脈分岐部に届かないことが原因で、挿入が困難であったことが考えられ、先端部の屈曲部の長さは前大静脈横径以上のものが必要であると考えられた。また、バルーンカテーテルのバルーン径の検討においては、胸郭前口部における気管横径のおよそ 1/2 以上のものを選択する必要があると判断された。本造影法は PCRPCP 法と使用カテーテルが若干異なるものの、カテーテルの挿入部位やその他の器具は同様であることから、PCRPCP 法から引き続き本造影法を実施することが可能であった。したがって、一度の検査で後大静脈または奇静脈に開口する短絡血管の検索が可能であり、本法は診断上有用性が高い方法と判断された。

造影剤の投与量に関する検討においては、0.5 ml/kg の注入量が必要であった。人の閉塞性逆行性奇静脈造影法の報告において、奇静脈弓部をバルーンカテーテルで閉塞後に測定した奇静脈圧の平均圧は閉塞 7 秒後で 7.5 mmHg に上昇し、その後平衡に達するとされている〔41〕。この現象は奇静脈内の鬱滞した血液が迂回してその他の静脈系から排出されることに起因することが考えられ、造影剤の注入量を増量しても造影剤が排出され、得られる造影像に大差が認められないものと考えられた。しかしながら、門脈-奇静脈短絡の症例では正常犬と比較し、奇静脈に流入する血液量が多くなることから血管容積も正常犬と比較し大きいことが考えられ、症例に本造影法を実施する際には、0.5 ml/kg 以上の投与量が必要であることが予想された。

描出される静脈系を検討した結果においては、脊椎の腹側に奇静脈本幹、脊柱管の腹側に椎骨静脈洞が観察され、椎骨静脈ならびに肋頸静脈が確認された。また、椎骨静脈と肋頸静脈によって形成される肋頸椎骨静脈幹が前大静脈に吻合して描出され、第4ならびに第5肋間静脈や椎体静脈が吻合して形成された静脈が奇静脈に吻合し、第7胸椎以降にはそれぞれの肋間静脈、椎体静脈が描

出された。腹部領域においては第2第3腰椎腹側では奇静脈または椎骨静脈洞から後大静脈に結合する静脈系が描出された。先天性門脈奇静脈短絡症の多くは、腹部の奇静脈または胃の頭側の横隔膜脚付着部付近で半奇静脈に開口するとされている。特に本造影法において腹部領域で腹側方向に走行する正常な静脈系は、全て後大静脈と吻合し、しかも比較的細い血管系のみであった。また、解剖学的にも大きな静脈は認められないとされている〔3, 14, 51, 52〕。したがって、腹部領域で比較的太く、後大静脈を越えて腹側に走行する血管系は正常では存在しないことから、短絡血管の確認は比較的容易にできるものと考えられた。

#### 4. 考案した造影法の疾患モデルに対する造影能の検討に関する考察

本章では PCOJAP 法、PCRPCP 法ならびに PCRAVP 法の短絡血管の造影能を確認する目的で、門脈体循環短絡症の疾患モデルを作成して造影を行った。

PCOJAP 法について検討した結果は、全例で短絡血管の描出が可能であった。特に経皮的前腸間膜造影法において欠点とされている撮影タイミングについては〔18〕、本造影法では造影剤注入終了直後に行い、全例で一定したコントラストを有する造影像が得られた。このことから、PCOJAP 法における造影剤注入後から門脈までの造影剤の移行時間は、一定であることが示唆された。また、造影剤投与量についても、経皮的前腸間膜性門脈造影法と比較し低容量の 1.0 ml/kg で診断上十分と判断されるコントラストの造影像が得られた。以上から、正常犬による PCOJAP 法の基礎的検討によって得られた造影剤注入量、撮影タイミングで疾患モデルにおいても良好な結果が認められることが確認され、同様の方法が臨床例に対しても応用可能であることが示唆された。

一方、PCRPCP 法については、肝静脈尾側部で血流遮断を行った場合では、実験モデル 10 例中全例で短絡血管から門脈への造影剤の逆流像が観察された。本実験において得られた短絡血管の X 線造影像は、いずれの疾患モデルについても診断上十分なコントラストが観察され、短絡血管から造影剤がさらに遠位の門脈本幹や門脈を形成する他の静脈系に逆流する現象が確認されたことから、短絡血管の確定は容易であった。以上のことから、肝静脈尾側部で後大静脈の血流を遮断して造影を行った場合、第3章の基礎的検討で得られた結果と同様の手技で臨床例に対しても十分対応可能なことが示唆された。しかしながら、横隔膜頭側で血流遮断を行い造影剤を注入した場合、10 例中 7 例では診断上十分と判断される短絡血管の造影像が得られたが 10 例中 3 例で短絡血管が造影されない現象が確認された。この現象は、造影剤の肝静脈への逆流量が多いことに起因するものと考えられた。したがって、PCRPCP 法においては、後大静脈におけるバルーン遮断部位を肝静脈に設定することが望ましいと考え



られた。

PCRAVP 法については、門脈－奇静脈短絡症疾患モデルの1例の検討ではあったが、十分な造影像が得られた。造影手技や逆行させて短絡血管を描出するなどの原理は逆行性後大静脈造影法と同様であることから、本造影法についても十分診断が可能であることが考えられた。

## 5. 考案した造影法の臨床例に対する造影能の検討に関する考察

臨床例に PCOJAP 法を応用した結果、門脈から肝内を通り横隔膜尾側で後大静脈に開口する短絡血管が明瞭に観察された。本実験で行った PCOJAP 法は、カテーテルの誘導法についても第2章で行った基礎実験と同様の同軸親子カテーテル法にて行っているが、空腸動脈へのカテーテルの挿入は容易であった。したがって、今回著者が行った PCOJAP 法は、経皮的腸間膜動脈造影法と比較しカテーテル操作が若干煩雑なものの困難な方法ではないことが示唆された。一方、造影剤の投与量についても低減することが可能であることが証明された。また、経皮的腸間膜動脈性門脈造影法で欠点とされているX線撮影タイミングや造影像のコントラストの低下についても、PCOJAP 法では認められず、疾患モデル同様いかなる犬に対しても造影剤注入直後のX線撮影で良好なコントラストを呈するX線造影像が得られる可能性が示唆された。したがって、オートフィルムチェンジャーによる連続撮影やデジタルサブトラクションアンギオグラフィー法を応用する必要性がなく、特殊な器具や機材を必要としない容易な造影法であることが証明された。

また、2例の臨床例に対して PCRPCP 法を行った結果においても同様に、短絡血管のコントラストは明瞭で十分診断が可能であった。また、短絡血管と正常血管の判別についても、造影剤が短絡血管から門脈本幹や門脈を形成する他の静脈系にまで逆流する現象が観察されたことから、容易に識別が可能であった。本造影法においてもカテーテルの操作は第3章で得られた結果同様、カテーテル交換法で行っているが比較的容易に後大静脈までバルーンカテーテルを誘導することが可能であった。また、後大静脈の血流遮断部位、造影剤投与量ならびにX線撮影タイミングは、第3章、第5章で得られた結果と同様の方法で短絡血管の確定診断が可能であることが確認された。短絡血管と正常血管の判別についても、短絡血管では逆流した造影剤が門脈本幹やその他の門脈を形成する静脈系に流入する現象が確認されたことから容易であることが確認された。

以上から、門脈体循環短絡症の確定診断法として考案した3法のX線門脈造影検査法は、従来から行われてきた開腹術を必要とする経空腸静脈性門脈造影法や経脾静脈性門脈造影法と比較し、動物に対する侵襲が低く造影手技も容易

であり、さらに短時間での検査が可能であった。また、短絡血管の診断能についても良好な結果が得られたことから、門脈体循環短絡症の確定診断法として、臨床的有用性は十分にあるものと判断された。

## 第8章

### 結論

今回著者は犬の門脈体循環短絡症に対する経皮的X線造影検査法として、血管カテーテル法を応用した経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法（Percutaneous Orthodromic Jejunal Arterial Portography : PCOJAP）、経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法（Percutaneous Retorograde Postcaval Portography : PCRPCP）ならびに経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法（Percutaneous Retorograde Azygos Venous Portography : PCRAVP）の3種の造影法について実験的・臨床的検討を行った。その結果以下の結論が得られた。

1. 経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法におけるカテーテル誘導法は、先端をおよそ $130^{\circ}$ に屈曲した6 Fr.血管カテーテルを大腿動脈から前腸間膜動脈に挿入し、その後ガイドワイヤーが先行するタイプの3 Fr.血管カテーテルを6 Fr.血管カテーテル内腔を通して空腸動脈まで誘導する同軸親子カテーテル法が、最も空腸動脈へのカテーテル挿入に適していた。また、造影手技に関しては、非イオン性造影剤のイオパミドール注射液（ $370\text{ mg I / ml}$ ）を $1.0\text{ ml / kg}$ の投与量で注入し、注入終了直後にX線撮影を行うことで良好な門脈造影像が得られることが判明した。

2. 経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法におけるカテーテル誘導法は、先端をおよそ $130^{\circ}$ 屈曲させた6 Fr.血管カテーテルを外頸静脈から後大静脈内に挿入し、本カテーテル内腔を通しガイドワイヤーを誘導した。その後、ガイドワイヤーのみを残して血管カテーテルを抜去し、ガイドワイヤーに沿わせてバルーンカテーテルを誘導するカテーテル交換法が最も適していた。バルーンカテーテルの選択については、拡張時バルーン径が第2腰椎椎体横径の2倍以上のものを使用する必要がある。造影手技に関しては、血流遮断を横隔膜頭側部とした場合についてはイオタラム酸ナトリウム注射液（ $480\text{ mg I / ml}$ ）を $1.5\text{ ml / kg}$ 、血流遮断を肝静脈尾側部とした場合については $1.25\text{ ml / kg}$ で注入を行い、注入直後にX線造影を行うことで良好なX線造影像が得られることが判明した。

3. 経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法におけるカテーテル誘導法は、先端 $2.5\text{ cm}$ をおよそ $130^{\circ}$ に屈曲したカテーテルを外頸静脈から奇静脈内に挿入し、本カテーテル内腔を通しガイドワイヤーを誘導した。その後、ガイドワイヤーのみを残して血管カテーテルを抜去し、ガイドワイヤーに沿わせてバルー

ンカテーテルを誘導するカテーテル交換法が最も適していた。バルーンカテーテルの選択については、拡張時バルーン径が胸郭前口部の気管横径の1/2倍以上のものを使用する必要がある、造影手技に関しては、イオタラム酸ナトリウム注射液（480 mg I / ml）を0.5 ml/kgで注入し、注入終了直後にX線造影を行うことで良好なX線造影像が得られることが判明した。

4. 経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法、経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法ならびに経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法は、犬の門脈体循環短絡症の確定診断法として動物に対し侵襲性が低く、特殊な機材を必要としない方法であり、臨床的に有用性が非常に高いX線門脈造影法であることが明らかとなった。

5. 経皮的順行性空腸動脈性門脈造影法、経皮的逆行性後大静脈性門脈造影法ならびに経皮的逆行性奇静脈性門脈造影法は、コントラストの高い短絡血管造影能を有し、門脈体循環短絡症の確定診断が可能であることが明らかとなった。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、終始御懇切な御指導を賜った麻布大学獣医学部獣医放射線学研究室 菅沼常德教授、信田卓男助教授に深甚なる感謝の意を表します。さらに本研究を遂行するにあたり御援助をいただいた獣医放射線学研究室 学部研究生諸氏に感謝いたします。

## 参考文献

- 1 . Abeatici S, Campi L: Visualizzazione radiologica della vena porta per via splenica. *Minerva Med*, 92, 593-598 (1951)
- 2 . Adeagbo ASO, Bishai I, Lees J, Olley PM, Coceani F: Evidence for a role of prostaglandin I<sub>2</sub> and thromboxane A<sub>2</sub> in the ductus venosus of the lamb. *Can J Physiol Pharmacol*, 63, 1101-1105 (1985)
- 3 . Anderson WD, Anderson BG: Atlas of canine anatomy. (3ed), 446-448, 513-514, Philadelphia, Lea & Febiger (1994)
- 4 . 荒木努 編集：腹部血管造影マニュアル 第2版. 114-119, 南江堂, 東京 (1998)
- 5 . Bojrab MJ: 小動物外科臨床の実際. 酒井保、加藤元 監訳, 227-233, 興仁社, 東京 (1985)
- 6 . Buchanan JW, Bucheler J: Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. *JAVMA*, 206, 194-212 (1995)
- 7 . Burgener FA, Goethlin JH, Gutierrez OH: Percutaneous transhepatic portography in the dog. *Invest Radiol*, 13, 26-27 (1978)
- 8 . Center SA: Liver function tests in the diagnosis of portosystemic vascular anomalies. *Semin Vet Med Surg (small anim)*, 5, 94-99 (1990)
- 9 . Center SA, Magne ML: Historical, physical examination, and clinicopathologic features of portosystemic vascular anomalies in the dog and cat. *Semin Vet Med Surg (small anim)*, 5, 83-93 (1990)
- 10 . Cho KJ, Chuang VP, Reuter SR: Prostaglandin E<sub>1</sub> as a pharmacoangiographic agent for arterial portography. *Radiology*, 116, 207-209 (1975)
- 11 . Edelstone DI: Regulation of blood flow through the ductus venosus. *J Dev Physiol*, 2, 219-238 (1980)

- 1 2 . Enge I, Flatmark A, Bergan A: Hepatic angiography of normal and regenerating dog liver. Scand J Gastroent, 13, 27-32 (1978)
- 1 3 . Ettinger SJ, Feldman EC: Textbook of Veterinary Internal Medicine, vol 2 (4th ed), 1341-1347, Philadelphia, PA. Saunders (1995)
- 1 4 . Evans HE: Miller's Anatomy of the dog. (3 ed), 691-692, 697-699, 714-715, Philadelphia, PA. Saunders (1993)
- 1 5 . Ewing GO, Suter PF, Baily CS: Hepatic insufficiency associatid with congenital anomalies of the portal vein in dogs. J Am Anim Hosp Assoc, 10, 463-479 (1974)
- 1 6 . Griffon D: What is your diagnosis ? Multiple portsystemic shunts, acquired or congenital. J Small Anim Pract, 39, 61 (1998)
- 1 7 . Hardy RM: Pathophysiology of hepatic encephalopathy. Semin Vet Med Surg (small anim), 5, 100-106 (1990)
- 1 8 . Hornof WJ, Suter PF: The use of prostaglandin E1 and tolazoline to Improve cranial mesenteric arterial portography in the dog. J Am Radiol Soc, 20, 15-21 (1979)
- 1 9 . Hoskins JD, Ochoa R, Hawkins BJ: Portal thrombosis in the dog: A case report. J Am Anim Hosp Assoc, 15, 497-500 (1979)
- 2 0 . Ito T, Itoshima T, Ukida M, Kiyotoshi S, Kawaguchi K, Ogawa H, Hattori S, Kitadai M, Nagashima H: Enhanced visualization of the portal vein system in superior mesenteric arterial portography using prostaglandin E1. Acta Med Okayama, 36, 291-297 (1982 )
- 2 1 . Jasjaunias P, Berenstein A: Surgical neuroangiography 2. 1-56, Springer-Verlag, Berlin (1987)
- 2 2 . Johnson CA, Armstrong PJ, Hauptman JG: Congenital portosystemic shunt in dogs: 49 cases (1979-1986). J Am Vet Med Assoc, 191, 1474-1483 (1987)

- 2 3 . Katzberg RW: 臨床医のための造影剤マニュアル. 片山仁、作山攜子、宗近宏次訳, 1-13, メディカルサイエンスインターナショナル, 東京 (1993)
- 2 4 . Lamb CR: Ultrasonographic diagnosis of congenital portosystemic shunts in dogs: Results of a prospective study. *Vet Radiol & ultrasound*, 37, 281-288 (1996)
- 2 5 . Lamb CR, White RN: Morphology of congenital intrahepatic portacaval shunts in dogs and cats. *Vet Rec*, 142, 55-60 (1998)
- 2 6 . Leger L, Albot G, Arvay N: La phlebographie portale dans l'exploration des affections hepatospléniques. *Press Med*, 59, 1230 (1951)
- 2 7 . Lohse CL, Suter PF: Functional closure of the ductus venosus during early postnatal life in the dog. *Am J Vet Res*, 38, 839-844 (1977)
- 2 8 . 牧野正興 : 逆行性奇静脈造影. *臨放*, 33, 1297-1302 (1988)
- 2 9 . Martin RA: Congenital portosystemic shunts in the dog and cat. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 23, 609-23 (1993 )
- 3 0 . Moon ML: Diagnostic imaging of portosystemic shunts. *Semin Vet Med Surg (small anim)*, 5, 120-126 (1990)
- 3 1 . Nyland TG, Gillett NA: Sonographic evaluation of experimental bile duct ligation in the dog. *Vet Radiol*, 23, 252-260 (1982)
- 3 2 . Nyland TG, Park RD: Hepatic ultrasonography in the dog. *Vet Radiol*, 24, 74-84, (1983)
- 3 3 . Orima H, Fujita M, Washizu T, Washizu M: Transvenous retrograde angiography for detection of portal-caudal caval shunt. *Jpn J Vet Sci*, 56, 1187-1189 (1994)
- 3 4 . Payne JT, Martin RA, Constantinescu GM: The anatomy and embryology of portosystemic shunt in dogs and cats. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)*, 5, 76-82 (1990)



3 5. Perry RL, Lowrie CT: Selected contrast studies. Portal venography and cerebral angiography. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 23, 331-43 (1993 )

3 6. 斎藤太郎：各種造影剤の注入圧力に関する検討：新規 4 Fr.カテーテルを用いた冠動脈カテーテル法をモデルとした in vitro 試験. 映像情報, 31, 1258-1260 (1999)

3 7. Schlaaf S: Splenoportographie und retrograde portographie beim hund. Kleintierpraxis, 9, 125-156, (1964)

3 8. Schmidt S, Suter PF: Angiography of the hepatic and portalvenous system in the dog and cat: An investigative method. Vet Radiol, 21, 57-77 (1980)

3 9. Suter PF: Portal vein anomalies in the dog: Their angiographic diagnosis. J Am Vet Radiol Soc, 16, 84-97 (1975)

4 0. 高橋睦正、山下康行 編集：IVR の臨床. 5, 142, 朝倉書店, 東京 (1995)

4 1. 高宮誠、久保田恒、山口昂一、渡会二郎、福田和雄、目黒泰一郎：Balloon wedge catheter による閉塞性逆行性奇静脈造影. 臨放, 25, 257-262 (1980)

4 2. Tams T: 小動物の胃腸病ハンドブック. 松原哲船 監訳, 372-433, LLL セミナー, 鹿児島 (1998)

4 3. Twedt DC: Cirrhosis: A consequence of chronic liver disease. Vet Clin North Am (small Anim Pract). 15, 151-176 (1985)

4 4. Vitums A: Portosystemic communications. J Am Vet Med Assoc, 138, 31-34 (1961)

4 5. Vulgamott JC: Hepatic encephalopathy associated with aquired portacaval shunt in a dog. J Am Vet Med Assoc, 175, 724-726 (1979)

4 6. Vulgamott JC: Congenital portacaval anomalies in the cat: Two case reports. J Am Anim Hosp Assoc, 16, 915-919 (1980)

4 7 . Vulgamott JC: Portosystemic shunt. Vet Clin North Am (Small Anim Pract), 15, 229-242 (1985)

4 8 . 鷺巣誠 : 門脈体循環シャントの診断・治療. JSAVA, 34, 21-28 (1994)

4 9 . Wilder CE, Lindgren I: Catheterization and roentgen visualization of the azygos vein and its tributaries in Laennec's cirrhosis: A new technic. Radiol, 79, 953-961 (1962)

5 0 . Wilson K, Scrivani PV, Leveille R: What is your diagnosis ? Portacaval and portoazygous shunts and microhepatia in a dog. J Am Vet Med Assoc, 211, 415-416 (1997)

5 1 . Worthman RP: The longitudinal vetebral venous sinuses of the dog: I. Anatomy. Am J Vet Res, 64, 341-348 (1956)

5 2 . Worthman RP: The longitudinal vetebral venous sinuses of the dog: II. Functional aspect. Am J Vet Res, 64, 349-363 (1956)

5 3 . Wrigley RH, Konde LJ, Park RD, Lebel JL: Ultrasonographic diagnosis of porto-caval shunts in young dogs. J Am Vet Assoc, 191, 421-424 (1987)

5 4 . 山田竜作 編著 : 血管カテーテル術による治療 : Interventional Radiology の実際. 39-48, 秀潤社, 東京 (1988)

Table 1.

Grade and contrast of the percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Contrast of Grade 3 (mean $\pm$ SD)
<i>Iopamidol</i> 0.5ml/kg n=10	4/10 (40%)	6/10 (60%)	0/10 (0%)	
<i>Iopamidol</i> 1.0ml/kg n=15	0/15 (0%)	1/15 (6.7%)	14/15 (93.3%)	0.89 $\pm$ 0.07
<i>Iopamidol</i> 1.5ml/kg n=10	0/10 (0%)	1/10 (10%)	9/10 (90%)	0.88 $\pm$ 0.06
<i>Sodium</i> <i>Iotalamate</i> 1.0ml/kg n=9	2/9 (22.2%)	5/9 (56.6%)	2/9 (22.2%)	



Table 2.

Grade and contrast of the percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram using PG E1 (Alprostadiil)

	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Contrast of Grade 3 (mean $\pm$ SD)
PG E1 + Iopamidol 1.0kg/ml n=9	0/9 (0%)	1/9 (11.1%)	8/9 (88.9%)	0.87 $\pm$ 0.07

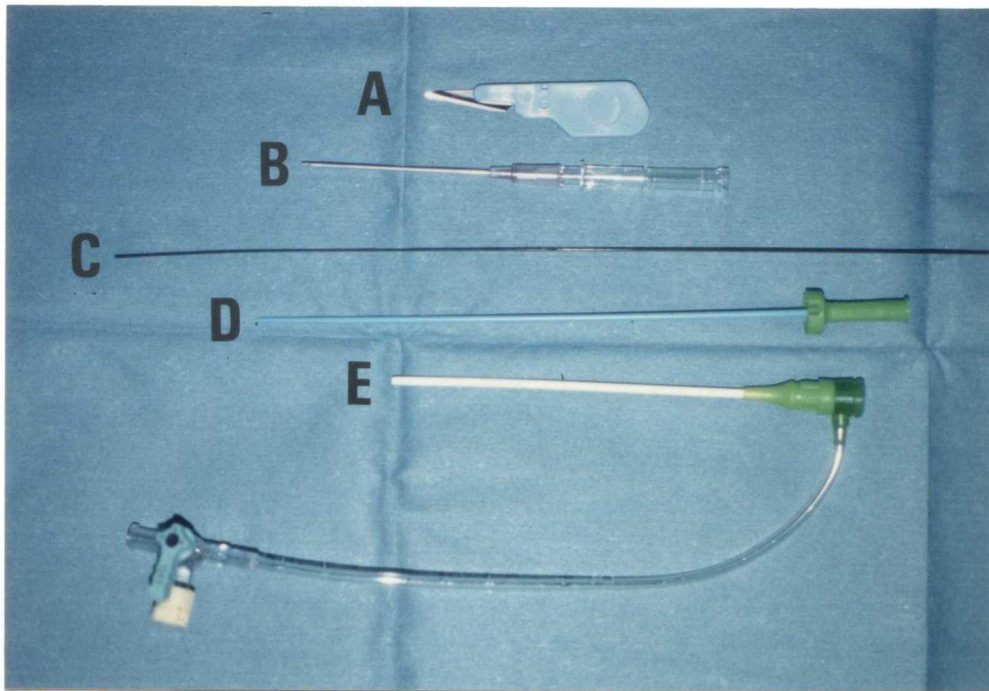


Fig.1.

Introducer System (Radiforcus Introducer II H: TERUMO)

A: knife B: indwelling needle C: guide wire D: dilator E: sheath

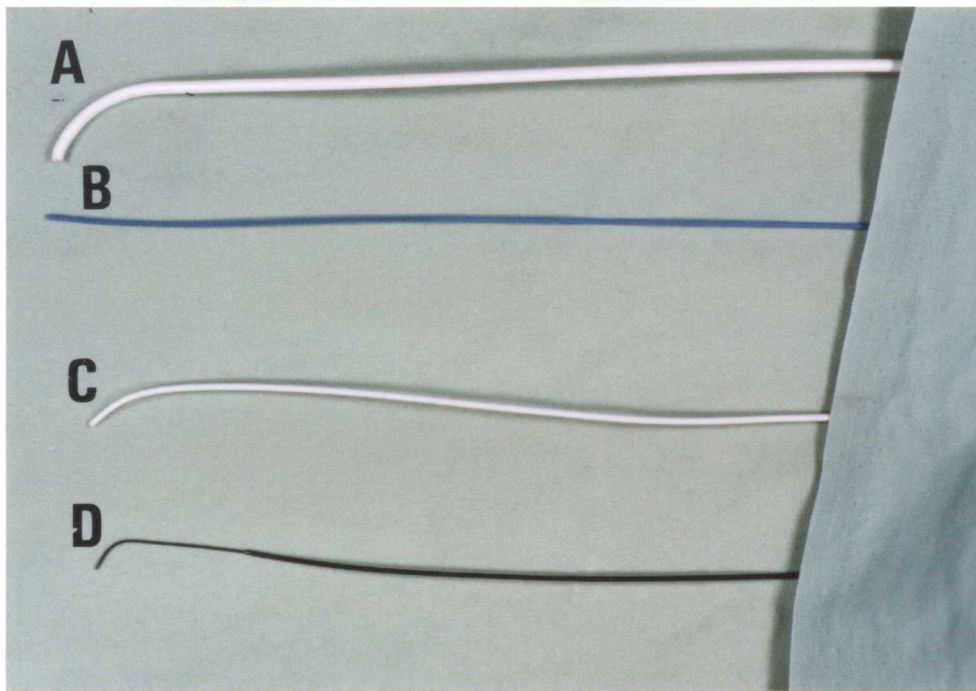


Fig.2.

Catheters and guide wires (Percutaneous orthodromic jejunal arterial portography)

A: 6Fr. radiopaque polyethylene tube

B: Stainless guide wire (using guide wire for 6Fr. radiopaque polyethylene tube)

C: 3Fr. radiopaque polyethylene tube

D: SP catheter and accessory guide wire for Radiforcus SP catheter





Fig.3A.

Insertion of introducer system to the femoral artery

Cutaneous dissection on the femoral triangle region. femoral artery.

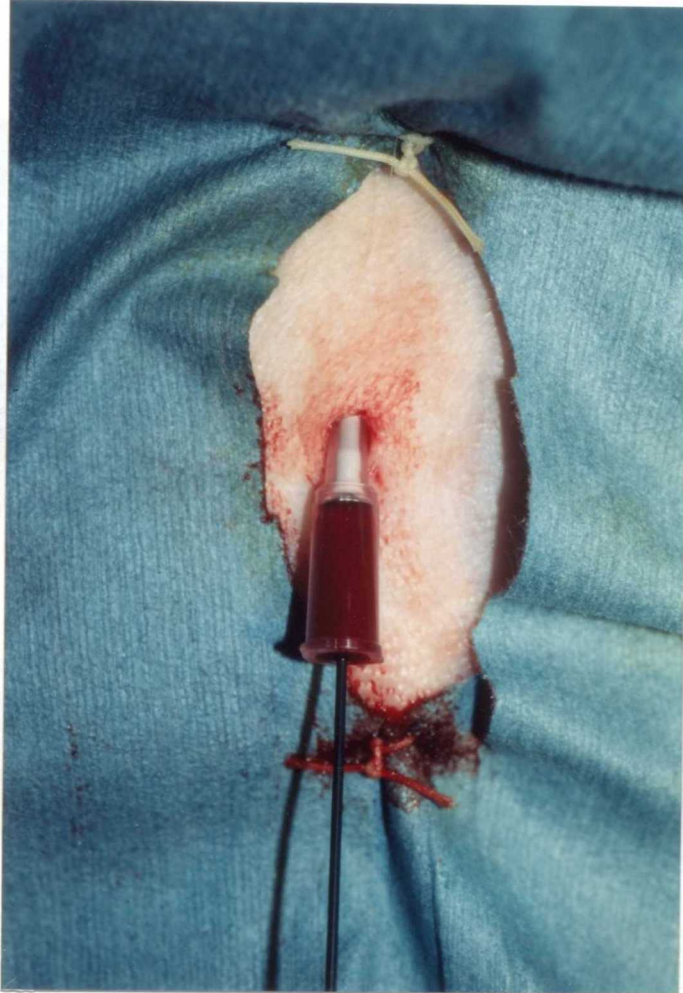


Fig.3B.

Insertion of introducer system to the femoral artery

Insertion of indwelling needle and guide wire to the femoral artery.

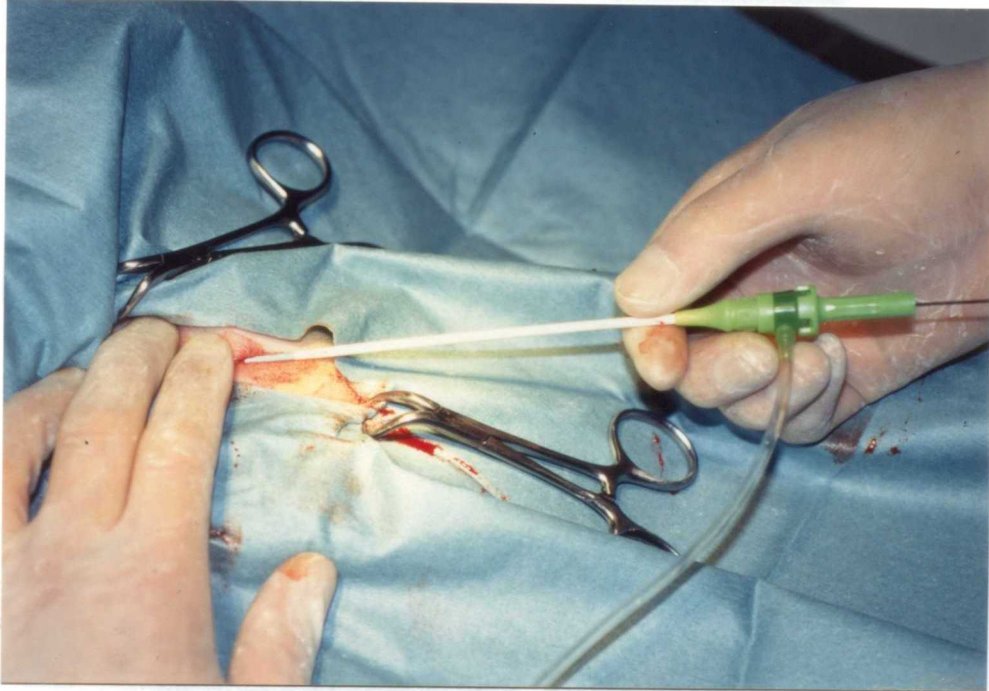


Fig.3D.

Insertion of introducer system to the femoral artery

Insertion of dilator and sheath to the femoral artery

Insertion of dilator and sheath to the femoral artery.



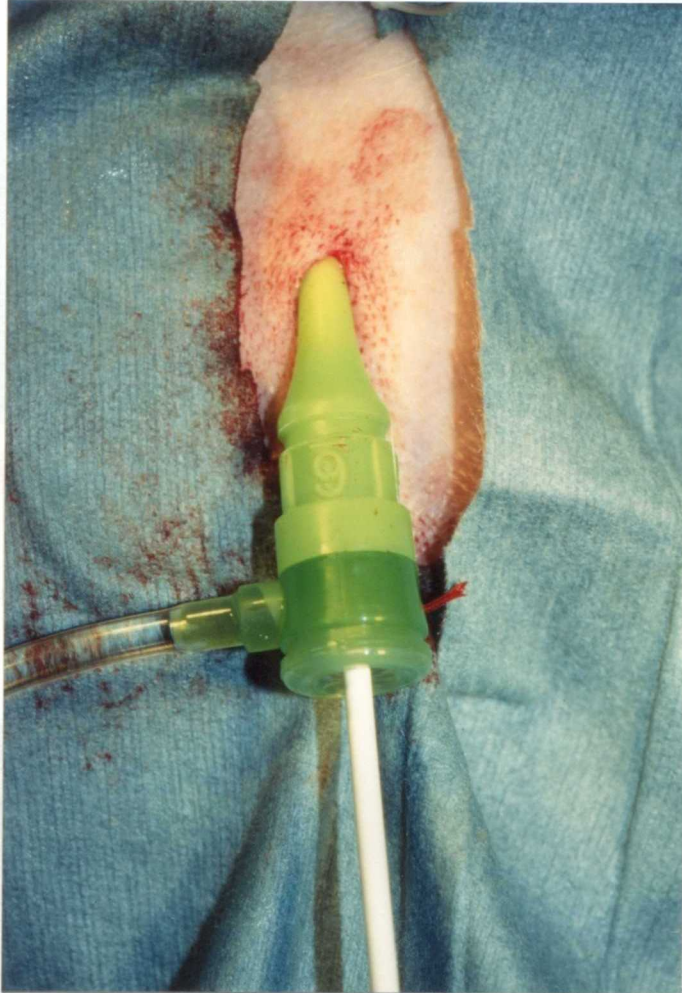


Fig.3D.

Insertion of introducer system to the femoral artery

Sheath was inserted to the femoral artery and catheter was introduced through the sheath to the femoral artery.

Percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram

This image was evaluated grad 2. Second bifurcate intrahepatic portal vein can be detected.



Fig. 4.

Percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram

This image was evaluated grad 1. Primus bifurcate intrahepatic portal vein can be detected.

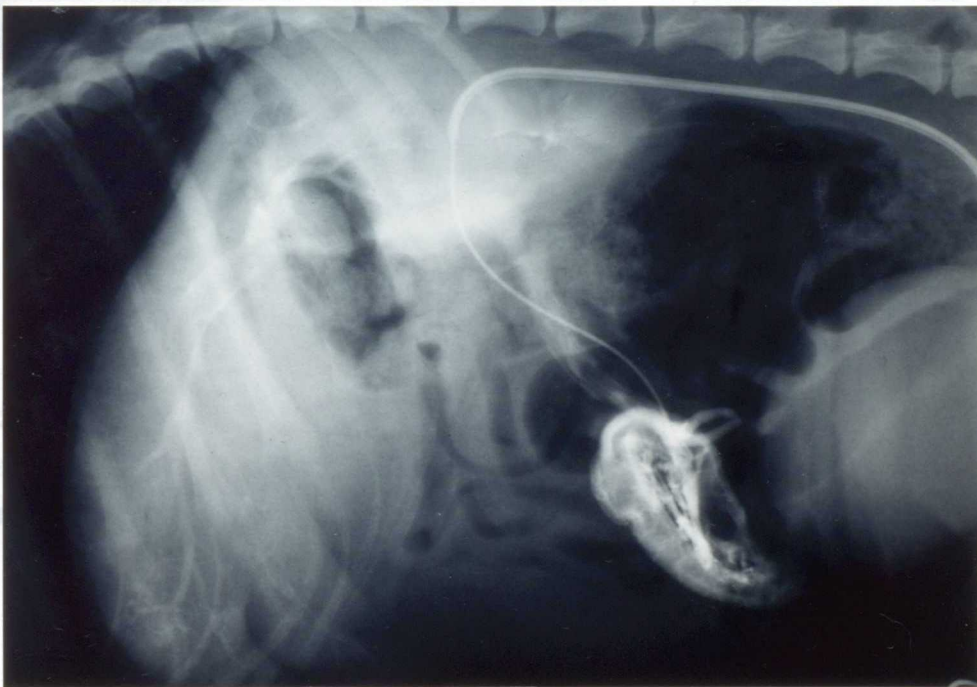


Fig.5.

Percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram

This image was evaluated grad 2. Second bifurcate intrahepatic portal vein can be detected.



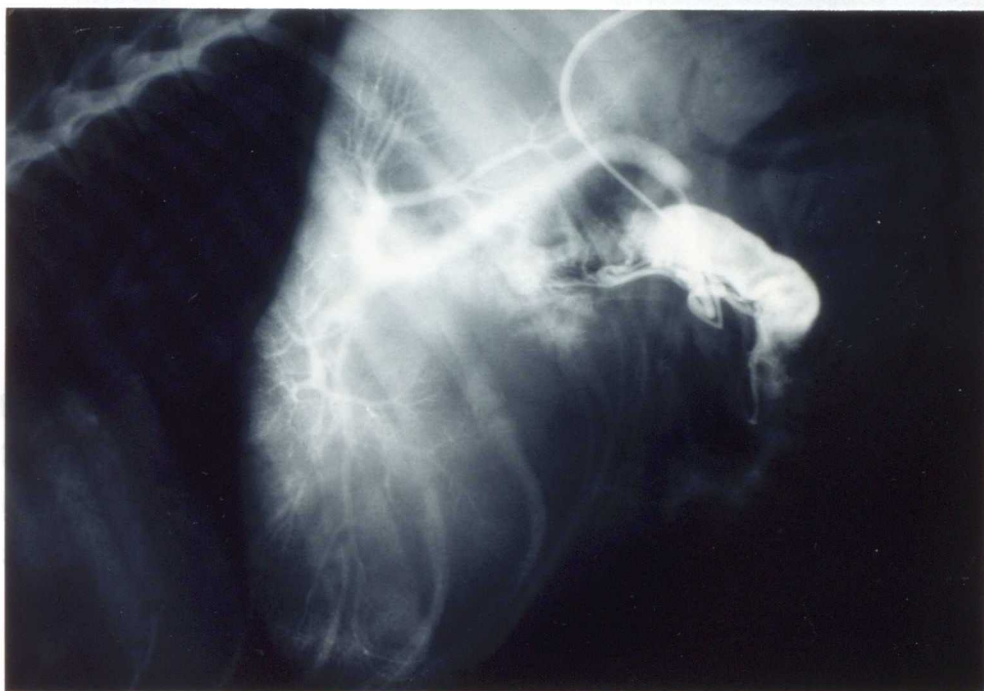


Fig.6.

Percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram

This image was evaluated grad 3. Third bifurcate intrahepatic portal vein can be detected.

Fig 7B.

Catheterization to jejunal artery

3Fr. catheter (SP catheter) was inserted pass through the 6Fr. guiding catheter in jejunal artery.

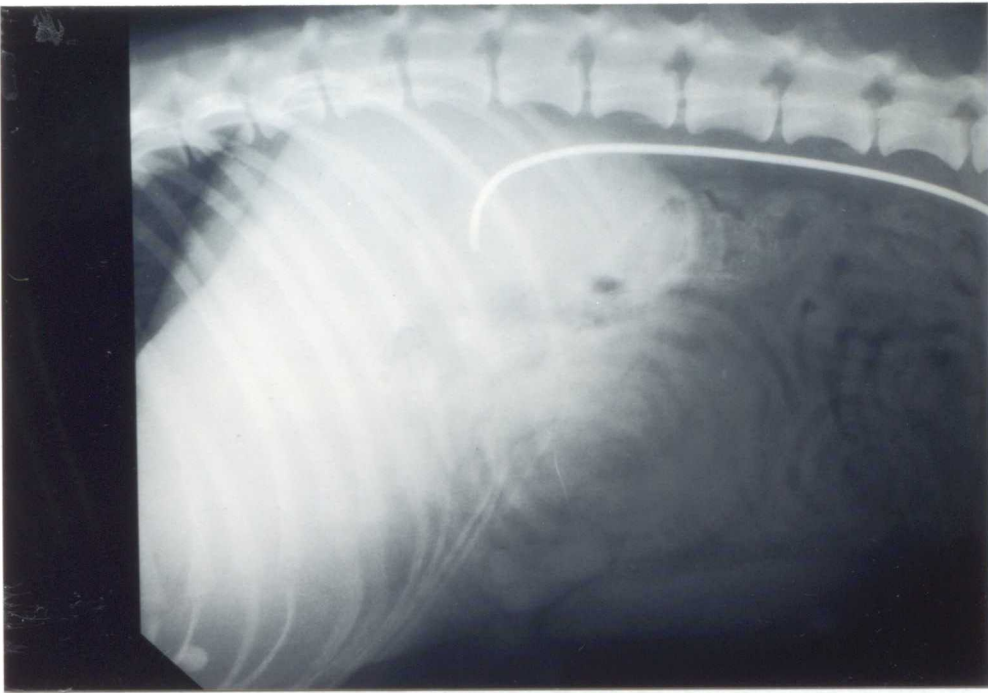


Fig.7A

Catheterization to jejunal artery

Catheterization from femoral artery to jejunal artery was inserted by 6Fr. guiding catheter (6 Fr. radiopaque polyethylene tube) to cranial mesenteric artery.

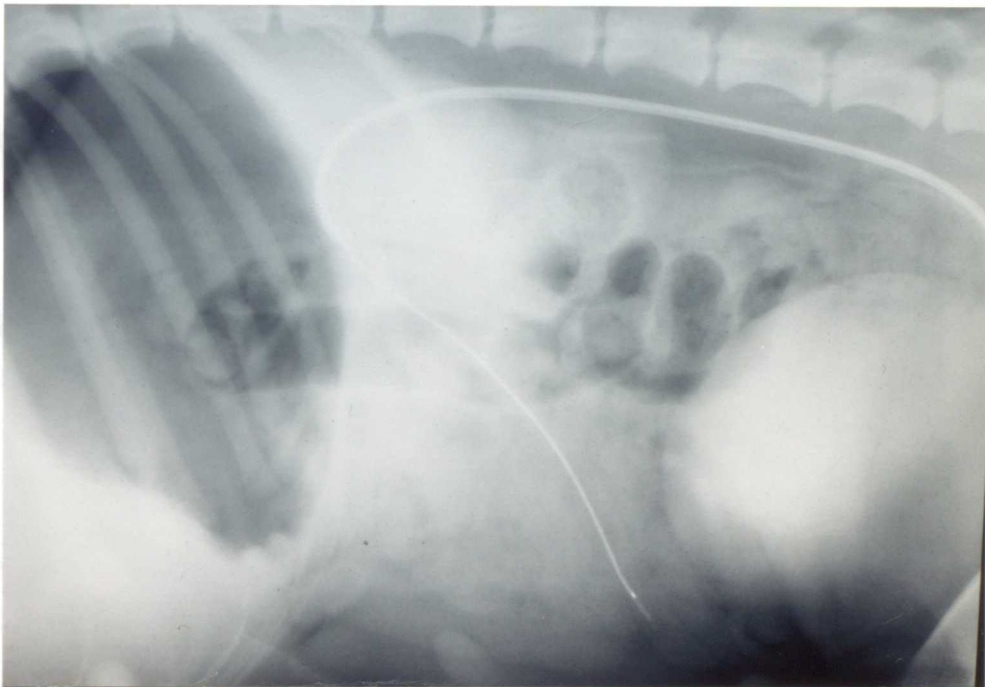


Fig.7B.

Catheterization to jejunal artery

3Fr. catheter (SP catheter) was inserted pass through the 6Fr. guiding catheter in jejunal artery.

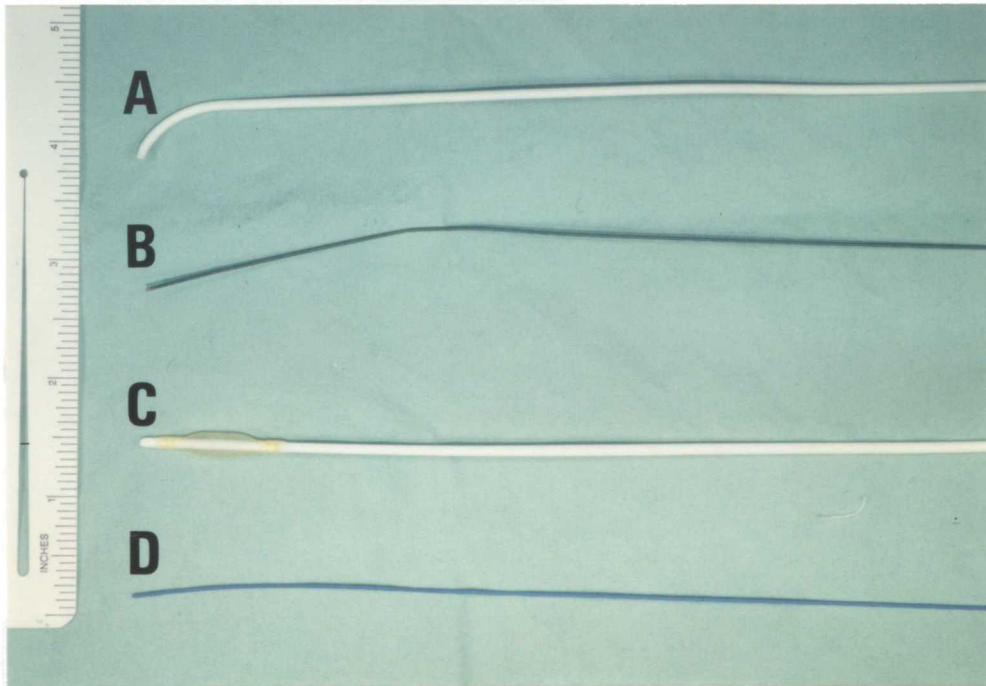


Fig.8.

Catheters and guide wires (Percutaneous retrograde postcaval portography)

A: 6Fr. radiopaque polyethylene tube

B: Stainless guide wire

(This guide wire was used for 6Fr. radiopaque polyethylene tube.)

C: Occlusion balloon catheter

D: Stainless guide wire (Occlusion balloon catheter was guided by this guide wire.)

Fig.9B.

Veno-Occlusive region for Percutaneous retrograde postcaval portography

Caudal vena cava was occluded at caudal region of hepatic veins.



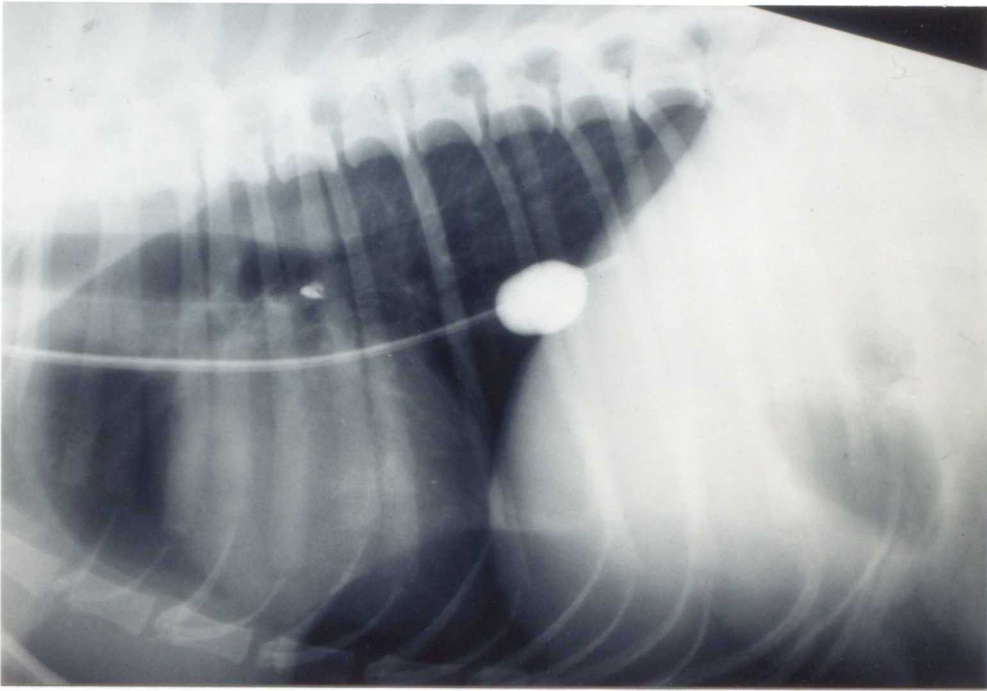


Fig.9A.

Veno-Occlusiv region for Percutaneous retorograde postcaval portography  
Caudal vena cava was occluded at cranial region of diaphragm.

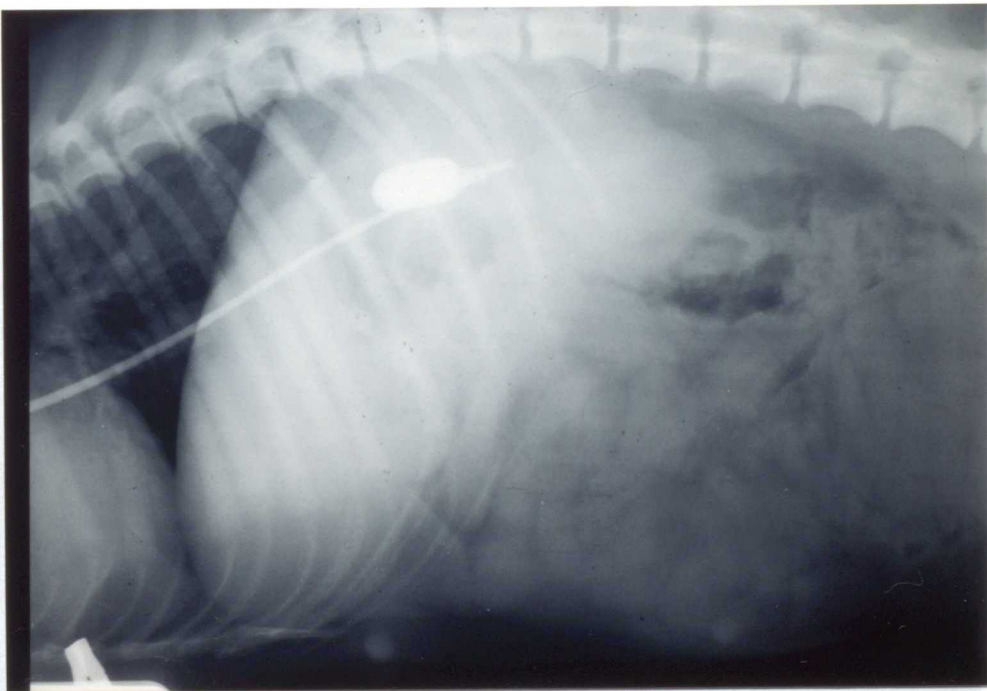


Fig.9B.

Veno-Occlusiv region for Percutaneous retorograde postcaval portography  
Caudal vena cava was occluded at caudal region of hepatic veins.

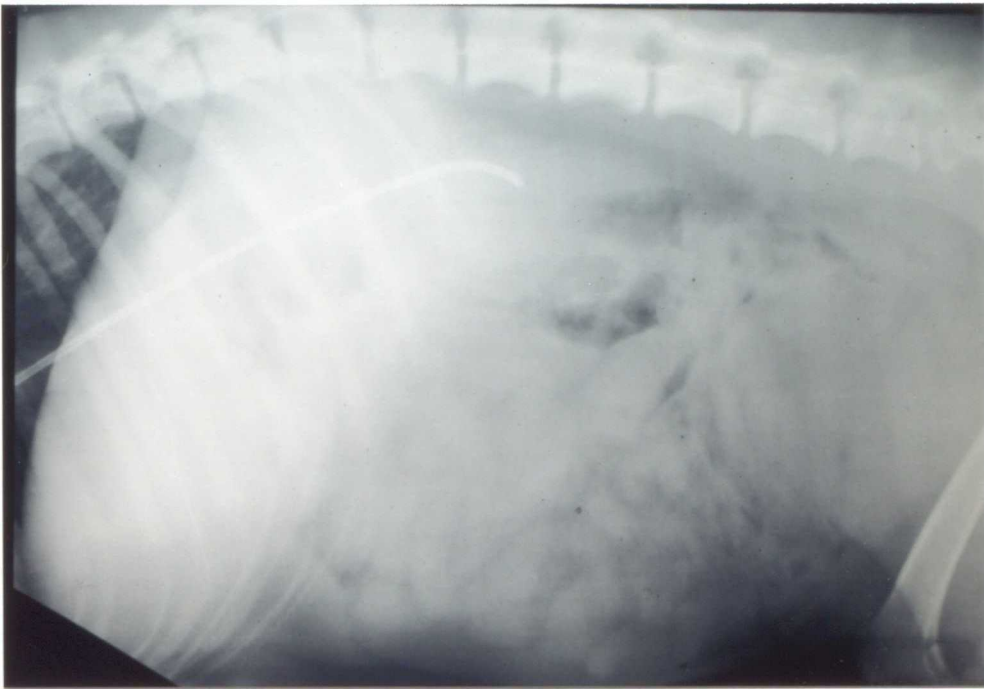


Fig.10A.

Balloon catheterization to the caudal vena cava

Catheterization of the 6Fr. radiopaque polyethylene tube to the caudal vena cava

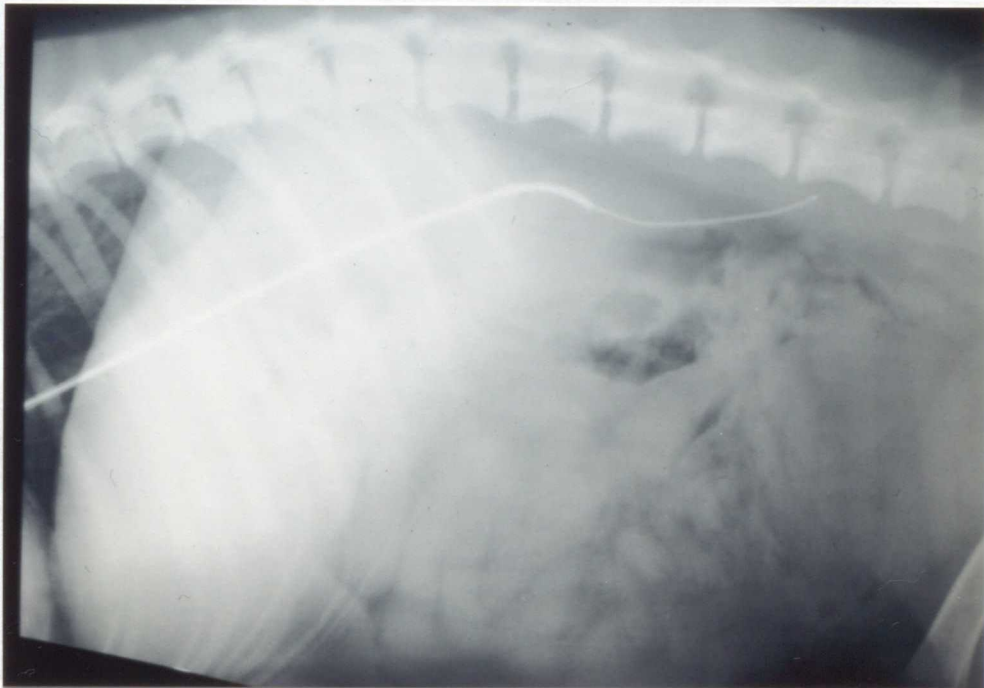


Fig.10B.

Balloon catheterization to the caudal vena cava

Guide wire was inserted pass through the 6Fr. radiopaque polyethylene tube.

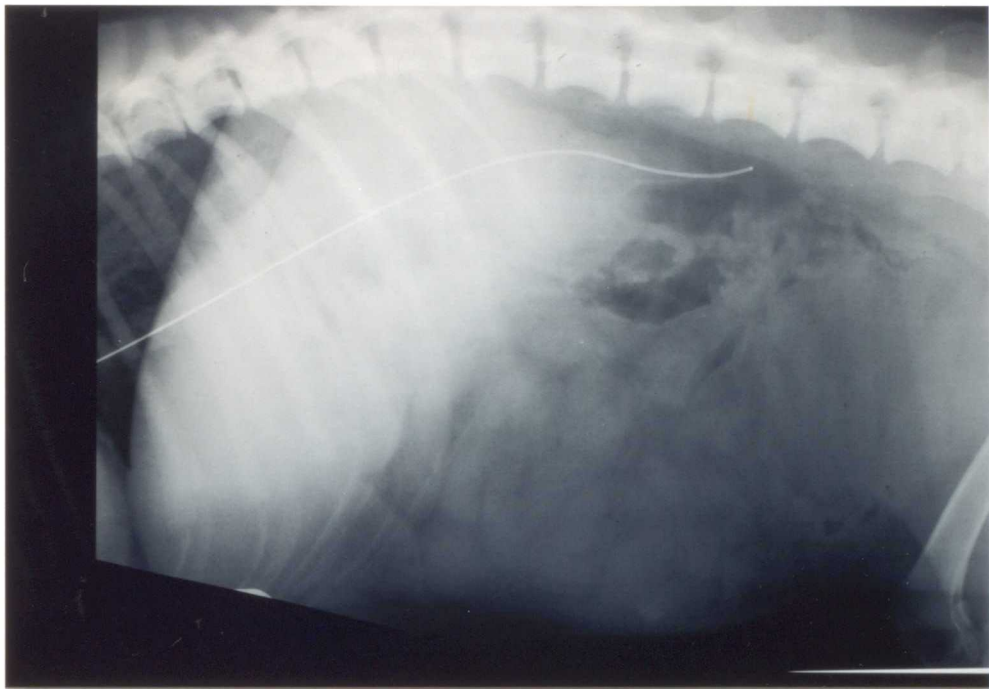


Fig.10C.

Balloon catheterization to the caudal vena cava

6Fr. radiopaque polyethylene tube was plucked out and guide wire was remained.

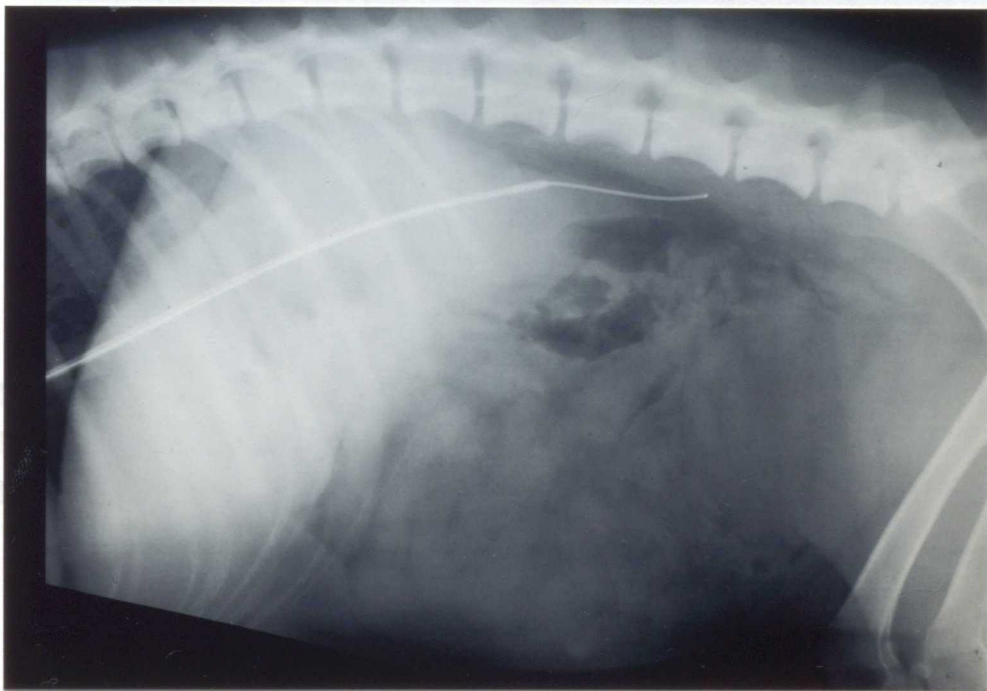


Fig.10D.

Balloon catheterization to the caudal vena cava

Balloon catheter was guided along the guide wire.



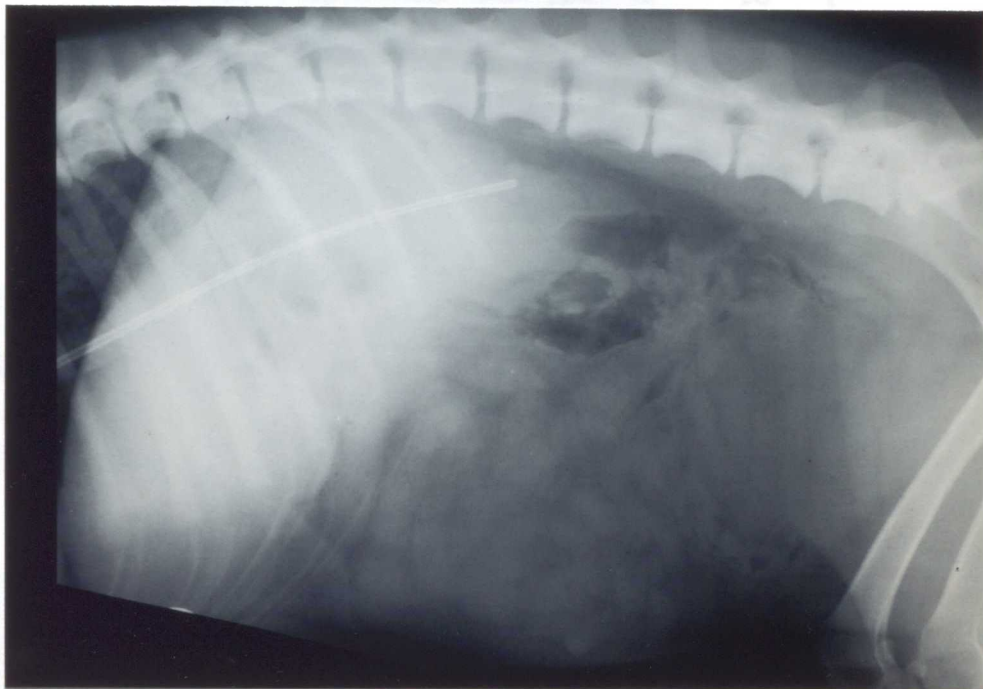


Fig.10E.

Balloon catheterization to the caudal vena cava

Balloon catheter was inserted to the caudal vena cava.

block

pro

Fig.11.

Measurement of heart rate using ECG

pro. Before blocked blood circulation of caudal vena cava

block. Immediately after blocked blood circulation of caudal

vein. Immediately after released blood circulation of caudal

vein. After 5 min. After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena

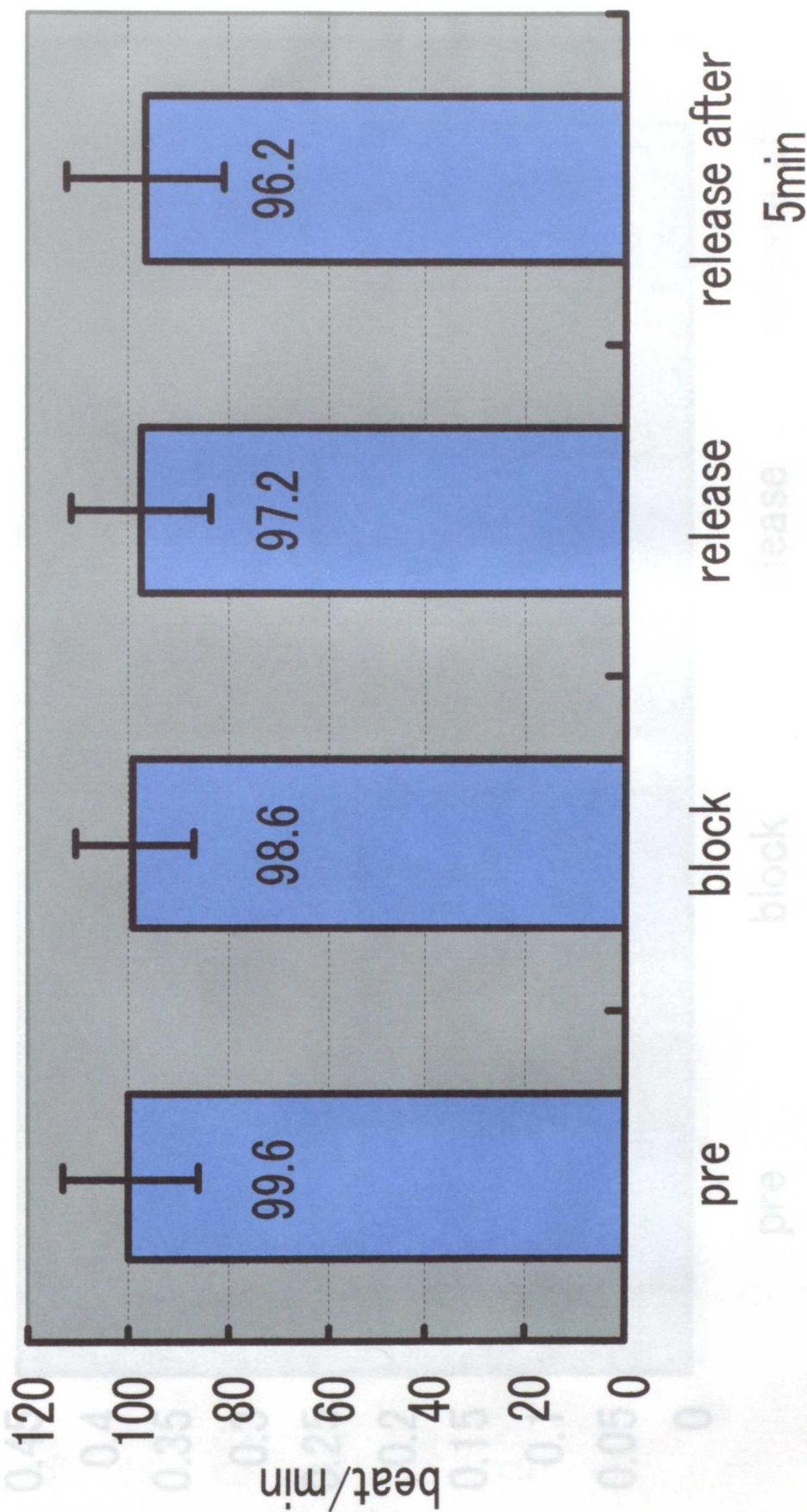


Fig.11.

Measurement of heart rate using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.



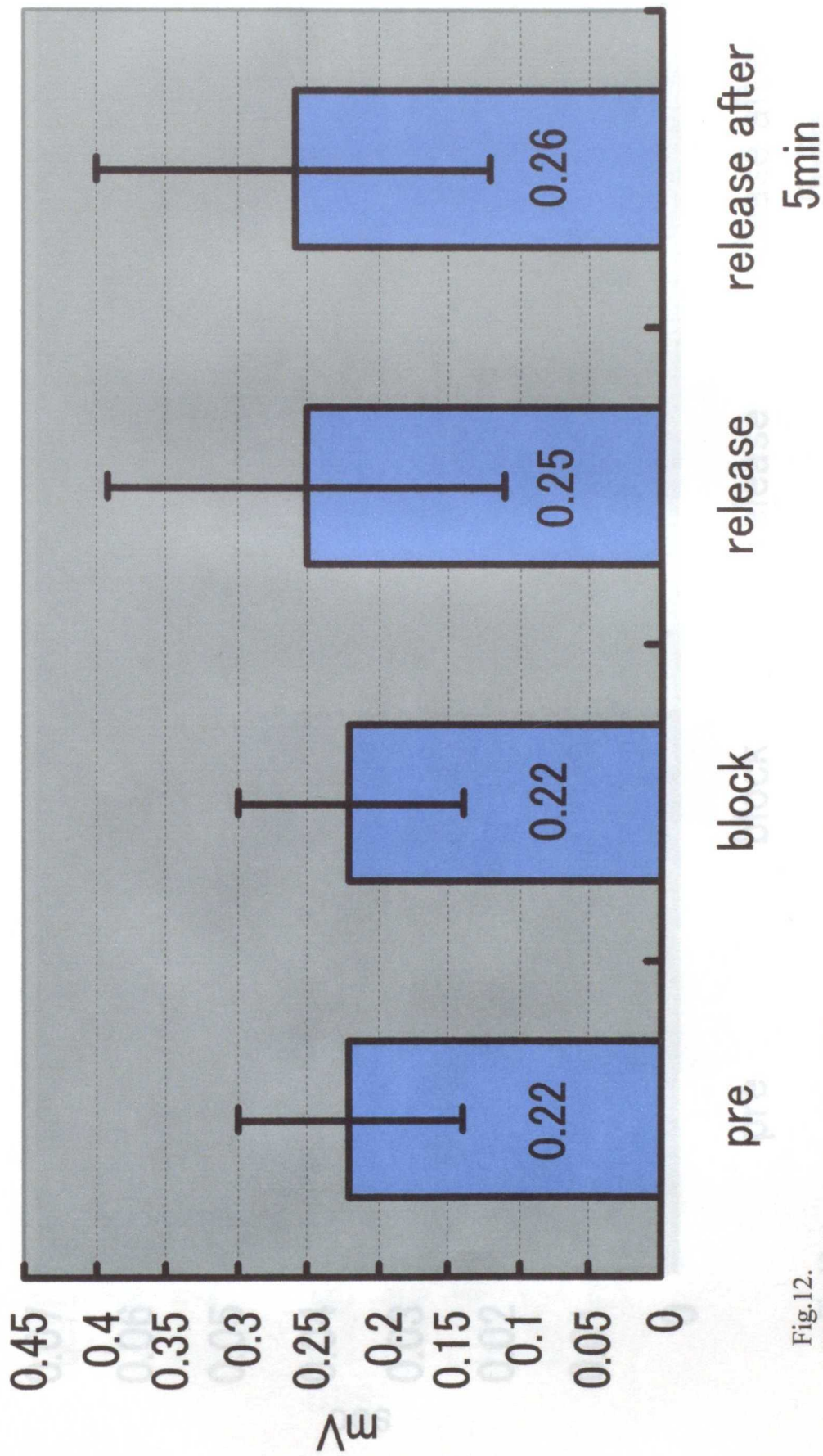


Fig.12.

Measurement of height of P wave using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.

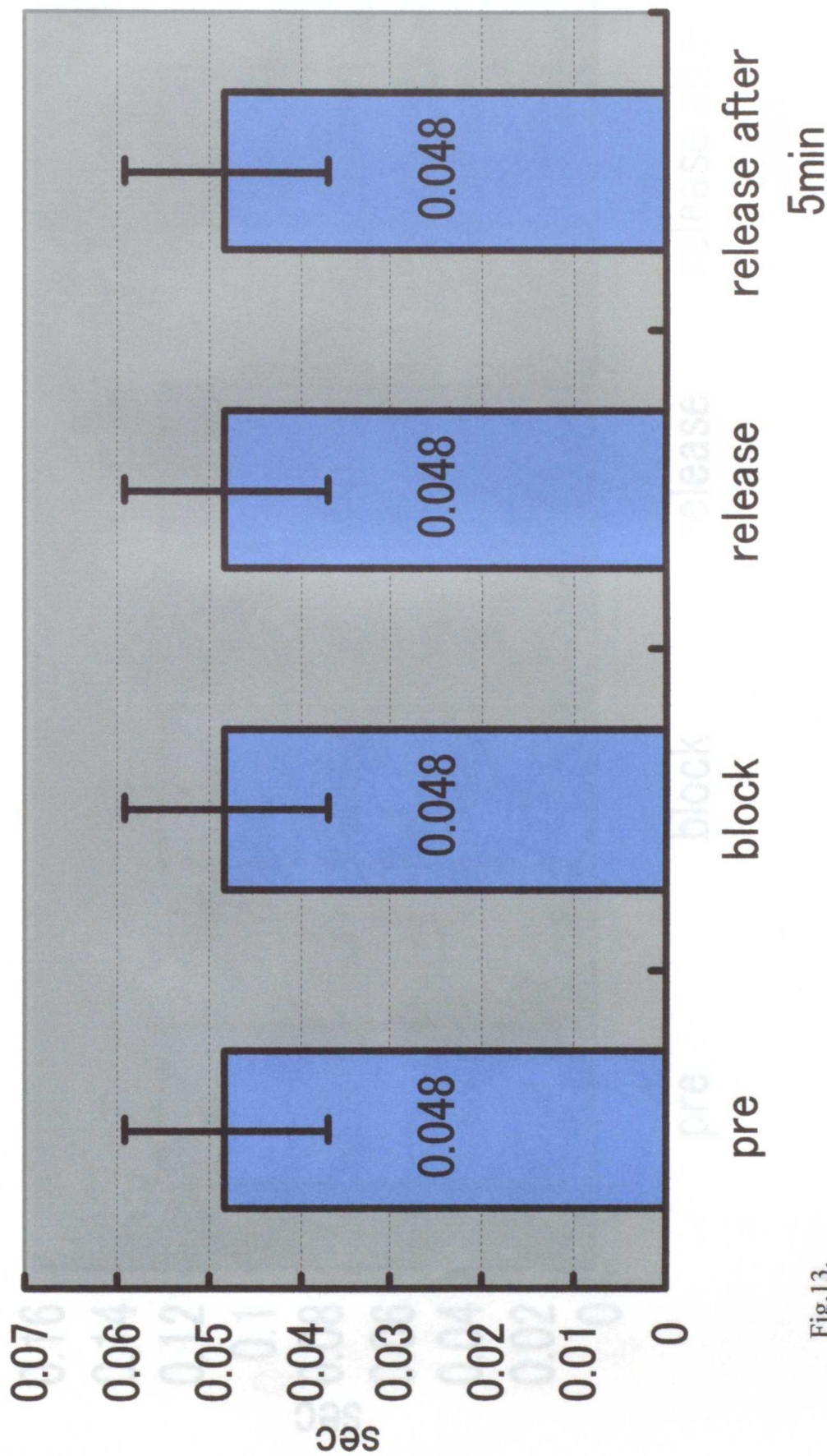


Fig.13.

Measurement of width of P wave using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.



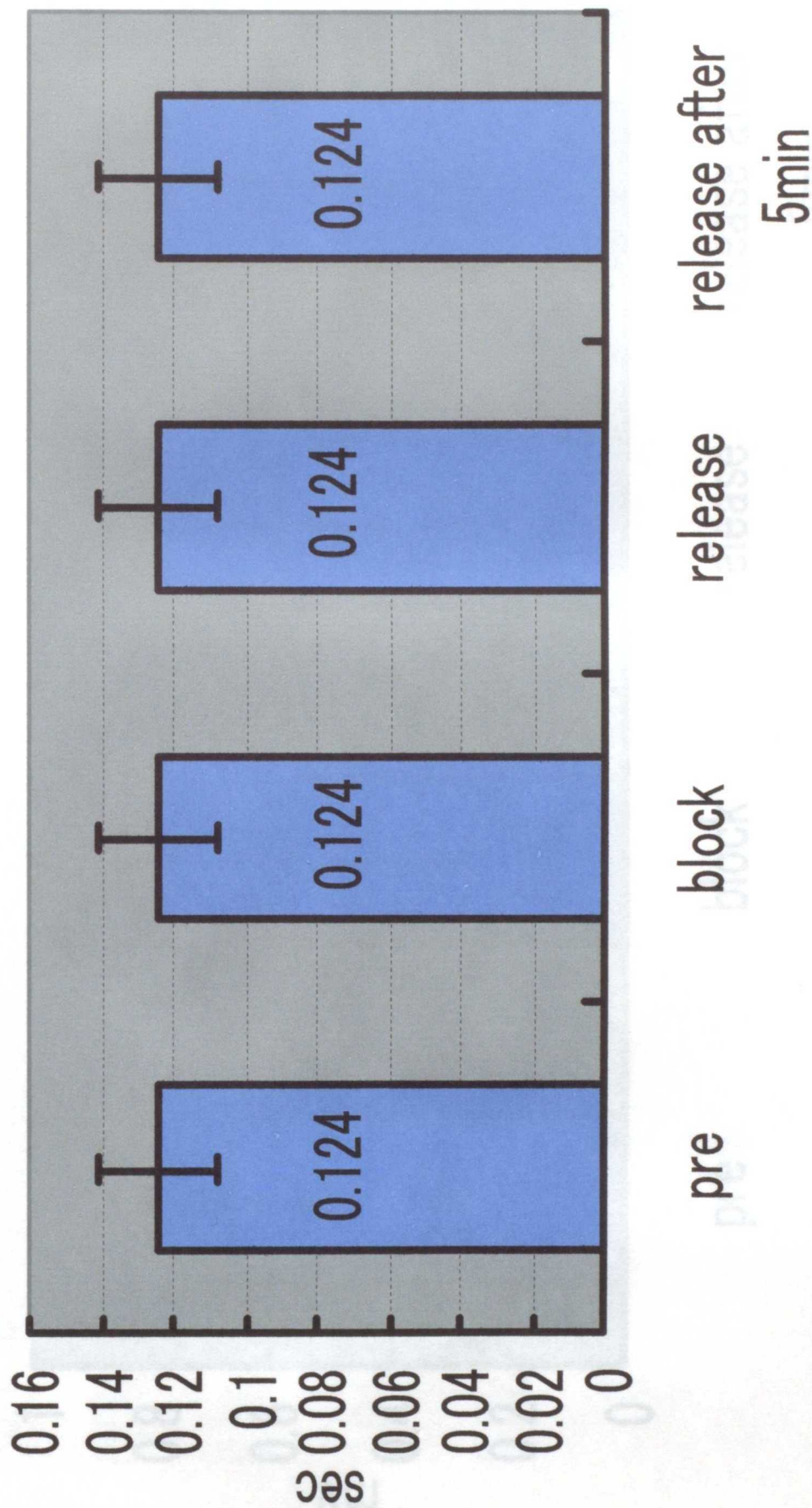


Fig.14.

Measurement of P-R interval using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.

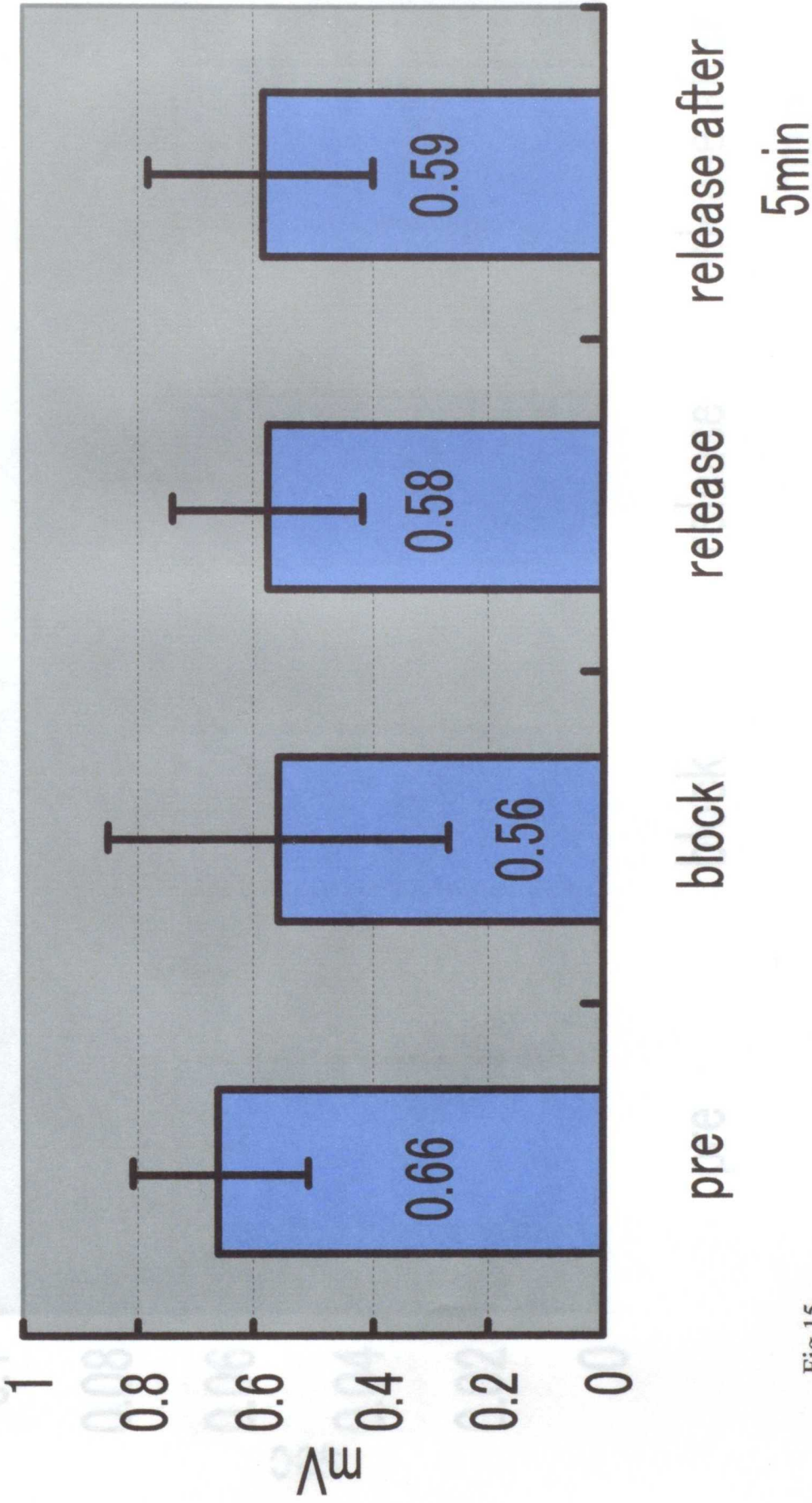


Fig.15.

Measurement of height of QRS complex using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.



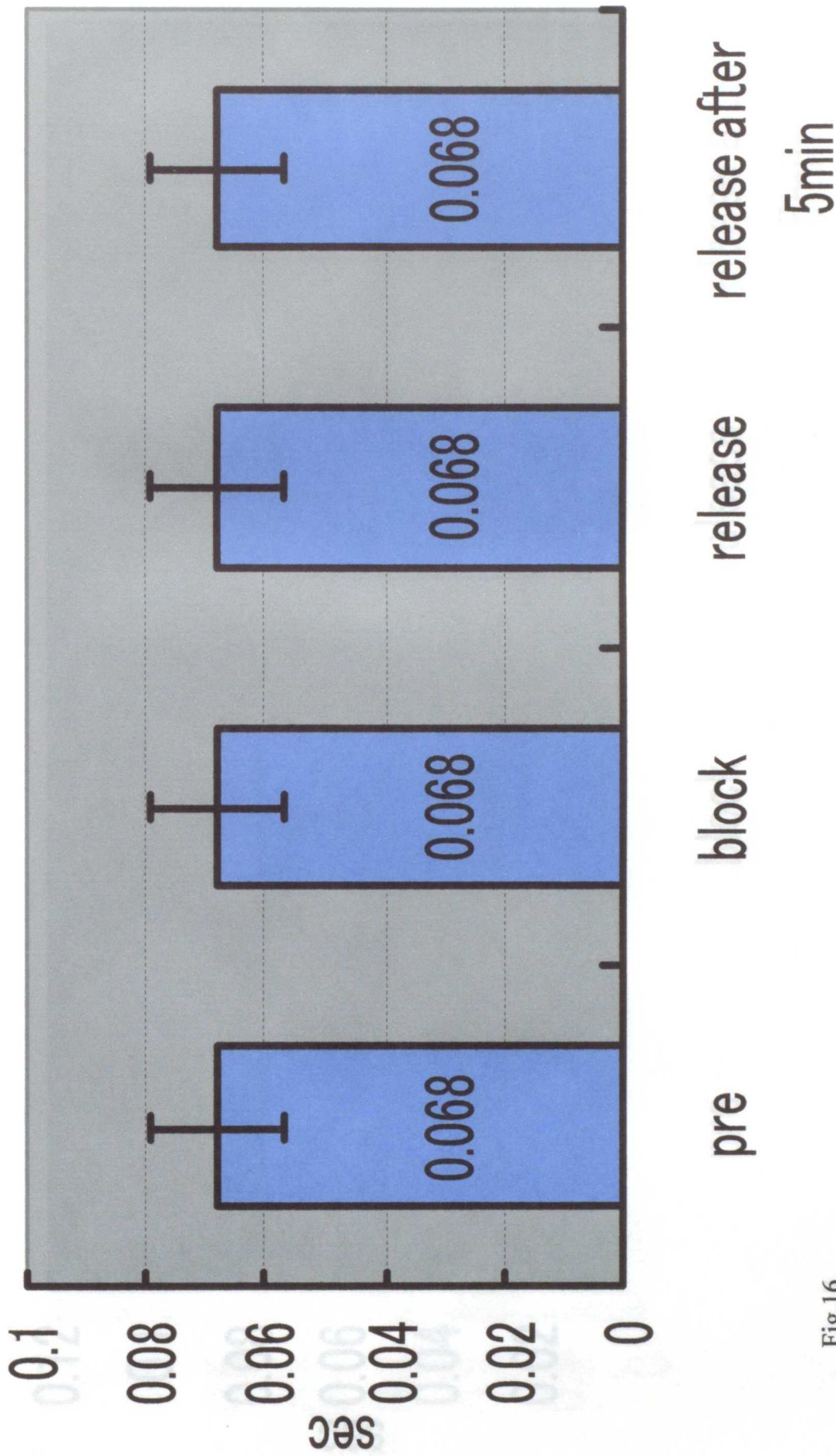


Fig.16.

Measurement of width of QRS complex using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.

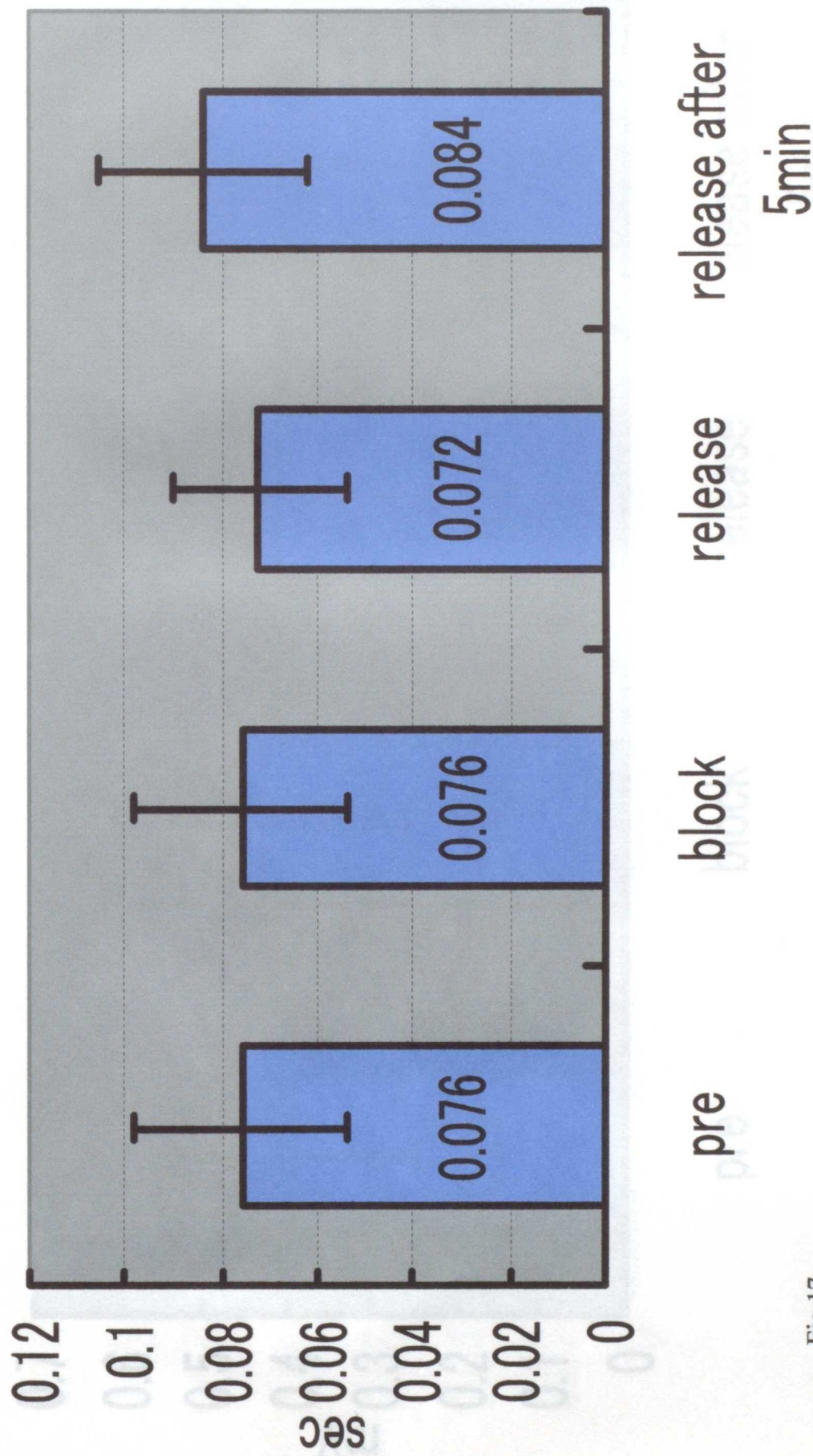


Fig.17.

Measurement of S-T segment using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.



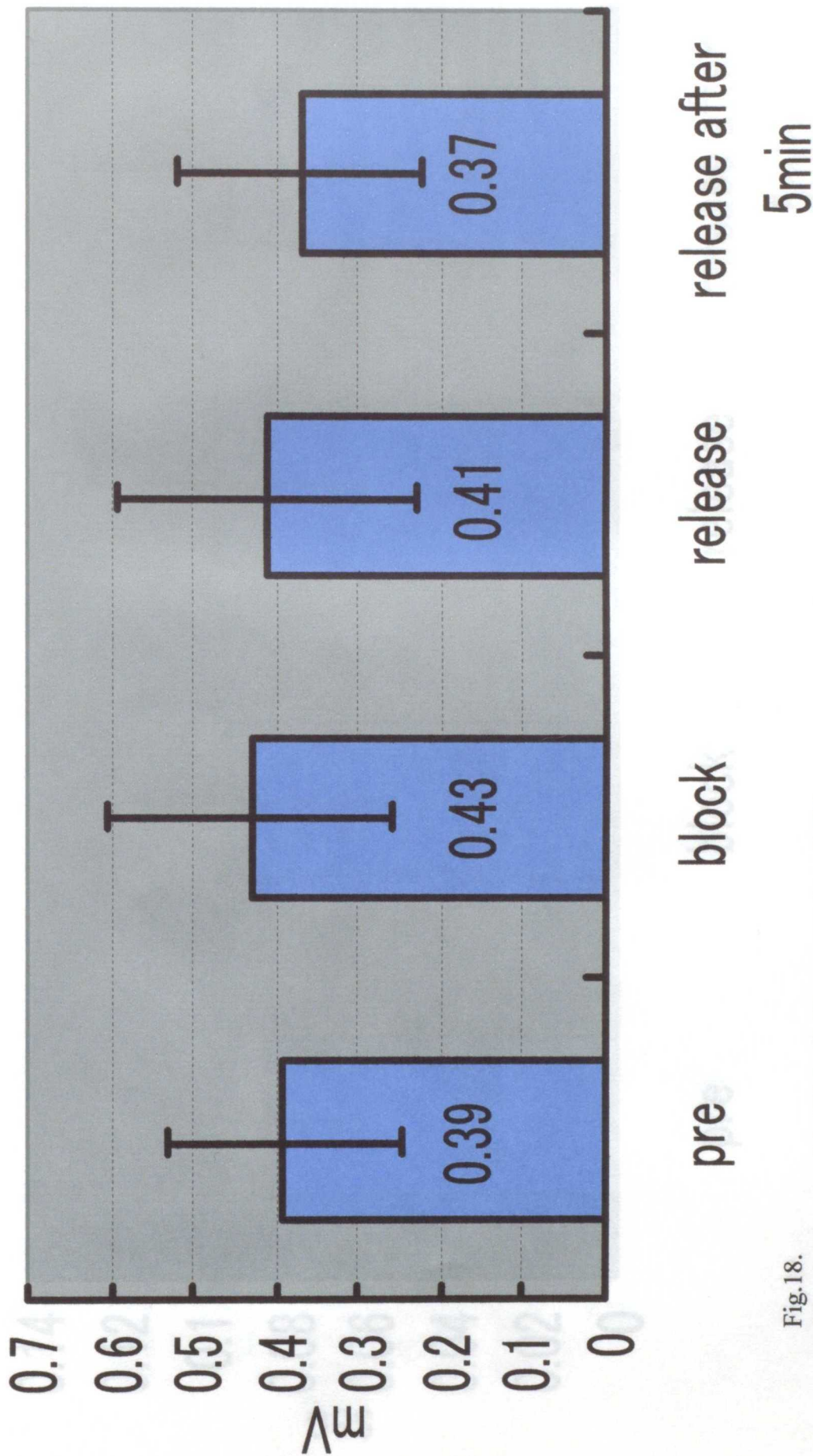


Fig.18.

Measurement of height of T wave using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.

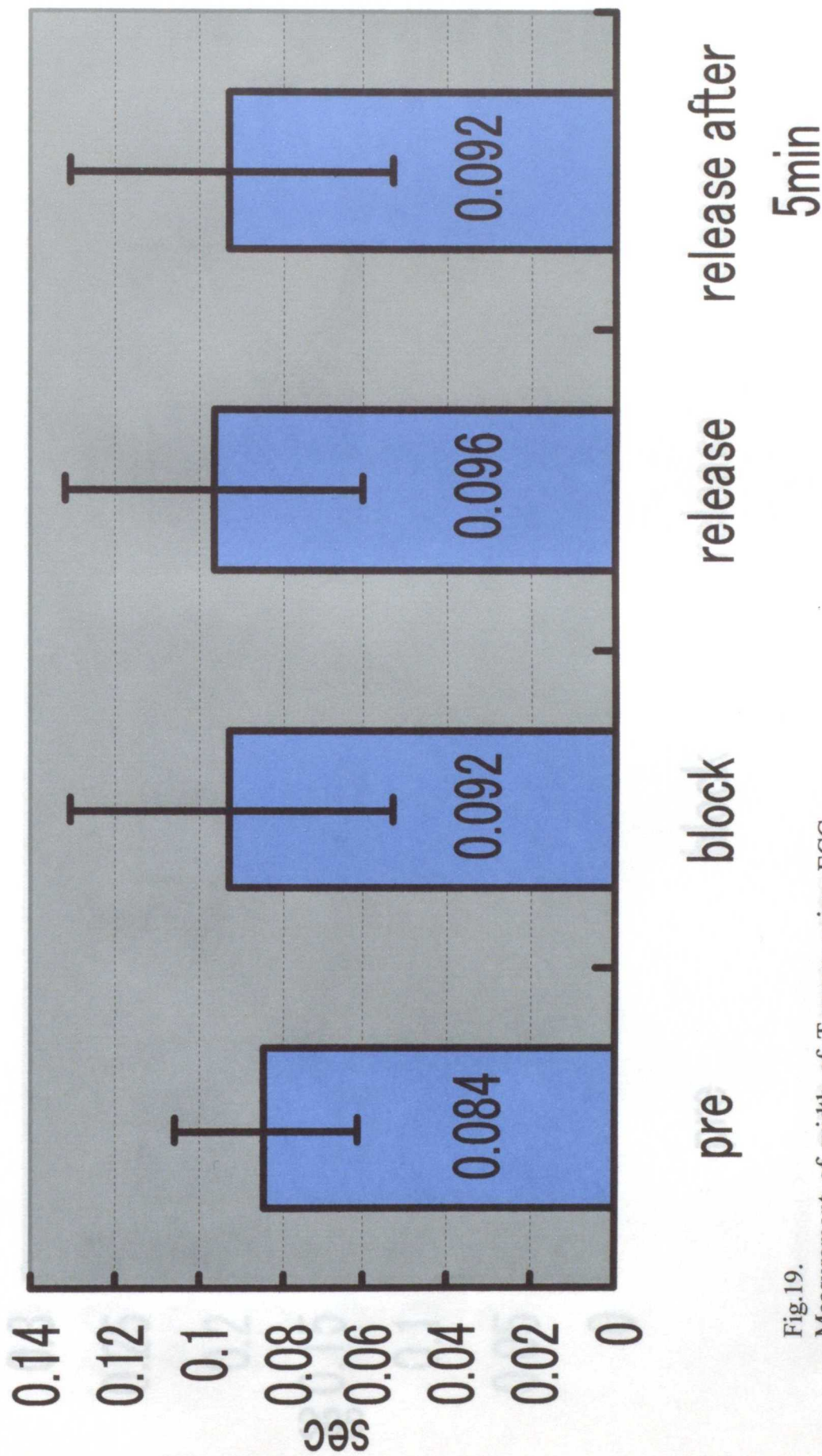


Fig.19.

Measurement of width of T wave using ECG

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.



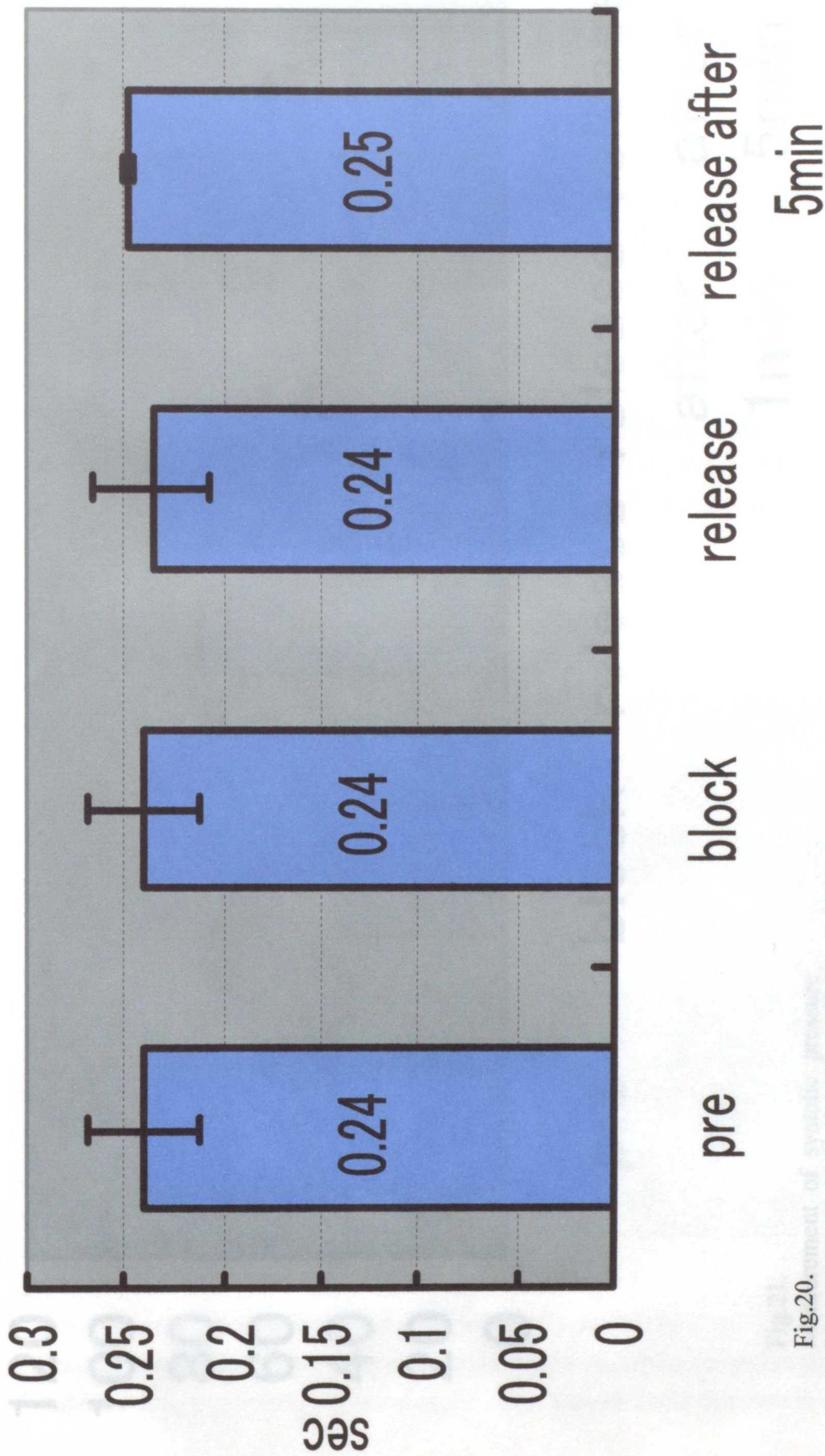


Fig.20.  
Measurement of Q-T interval using ECG  
Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.  
Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.  
Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.  
Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.

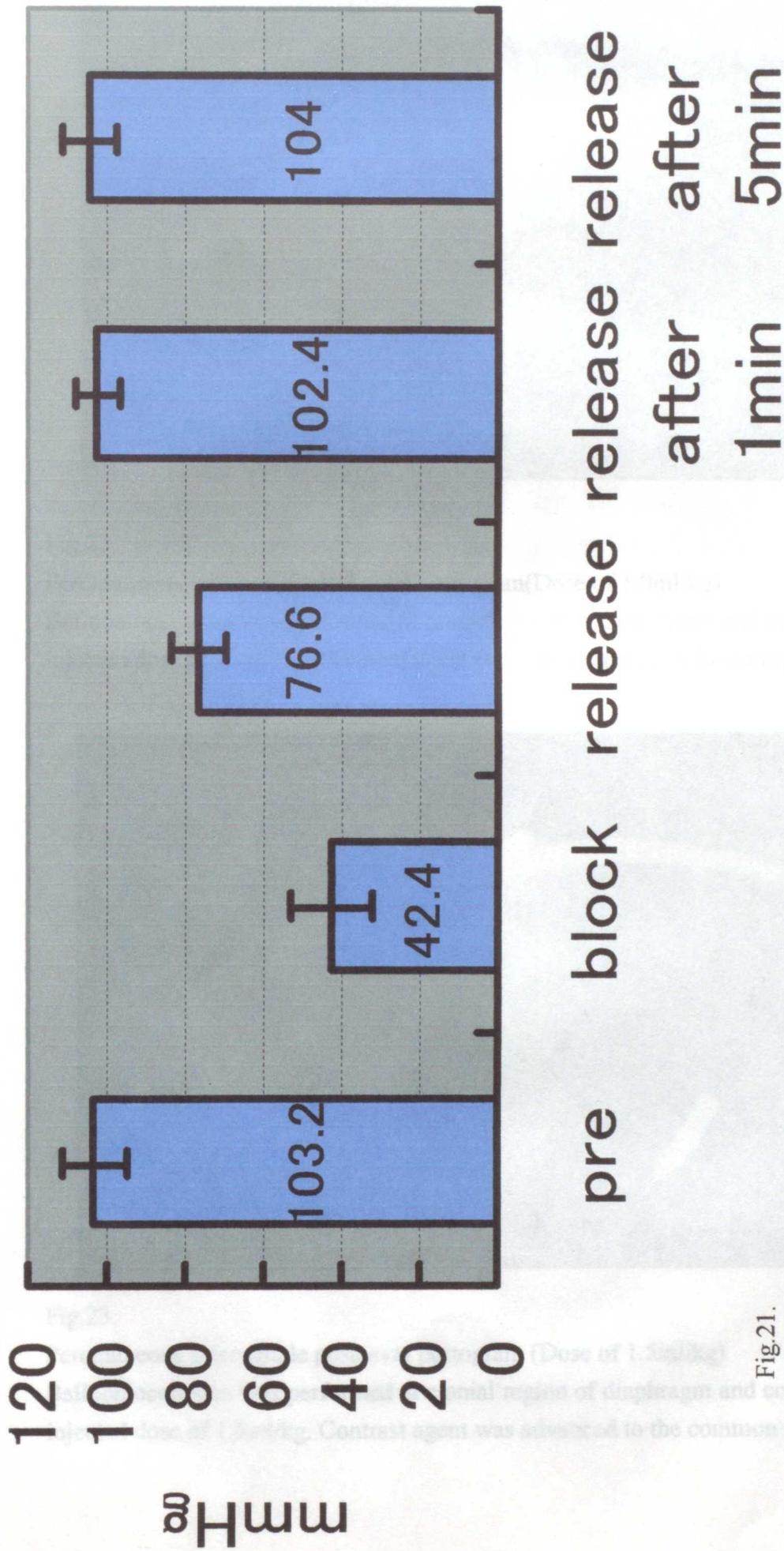


Fig.21.

Measurement of systolic pressure

Pre: Before blocked blood circulation of caudal vena cava.

Block: immediately after blocked blood circulation of caudal vena cava.

Release: immediately after released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 1 min: After 1 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.

Release after 5 min: After 5 minutes from released blood circulation of caudal vena cava.



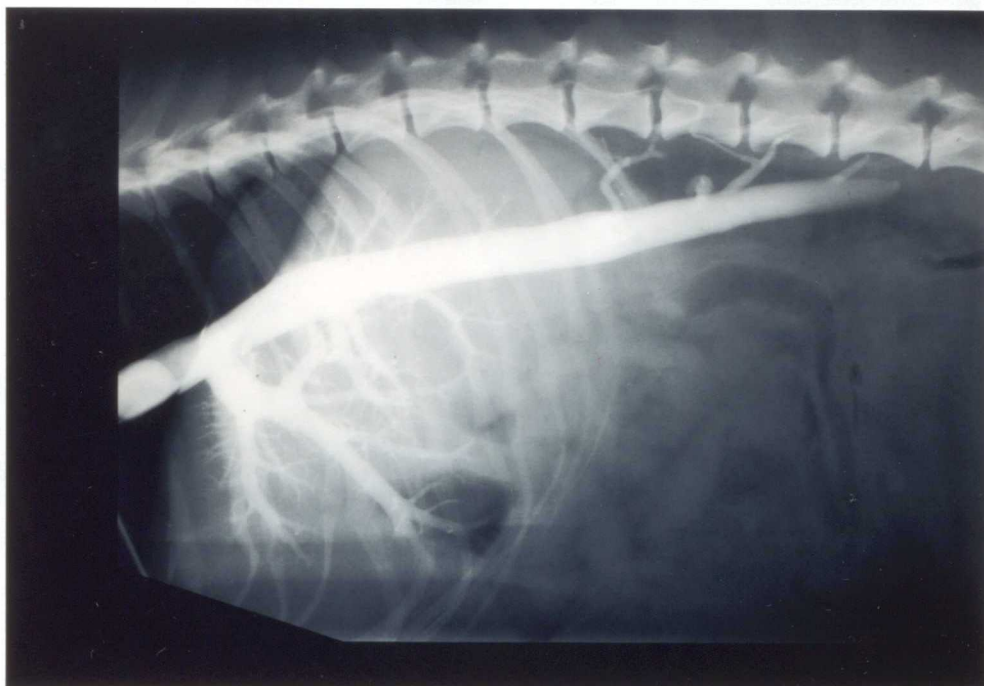


Fig.22.

Percutaneous retrograde postcaval portogram(Dose of 1.0ml/kg)

Balloon occlusion was performed at cranial region of diaphragm and contrast agent was injected dose of 1.0ml/kg. Contrast agent was not advanced to the common iliac vein.

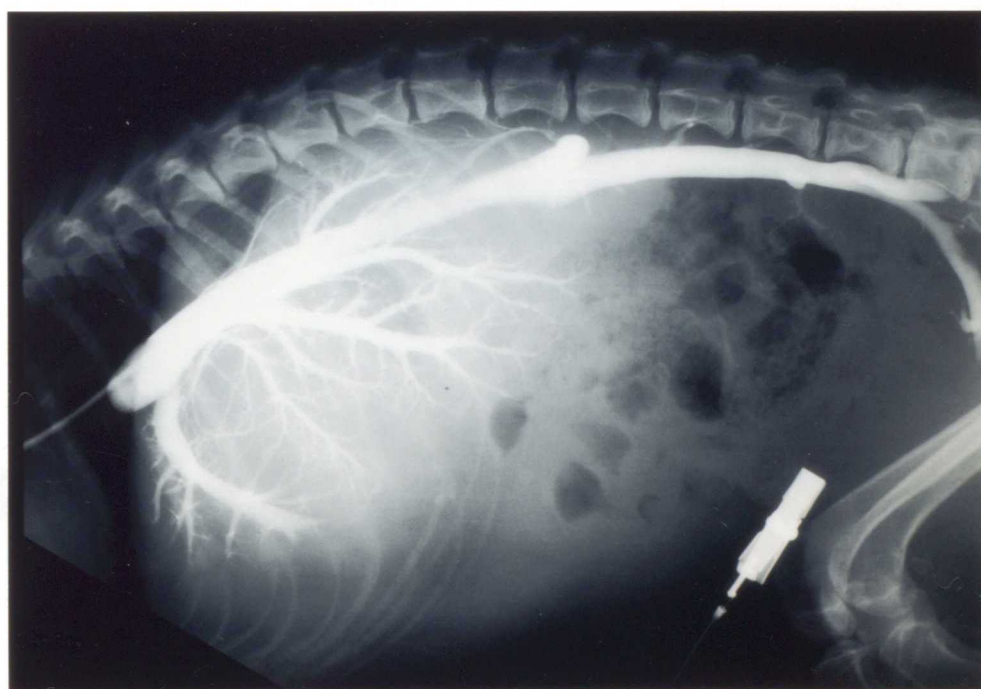


Fig.23.

Percutaneous retrograde postcaval portogram (Dose of 1.5ml/kg)

Balloon occlusion was performed at cranial region of diaphragm and contrast agent was injected dose of 1.5ml/kg. Contrast agent was advanced to the common iliac vein.

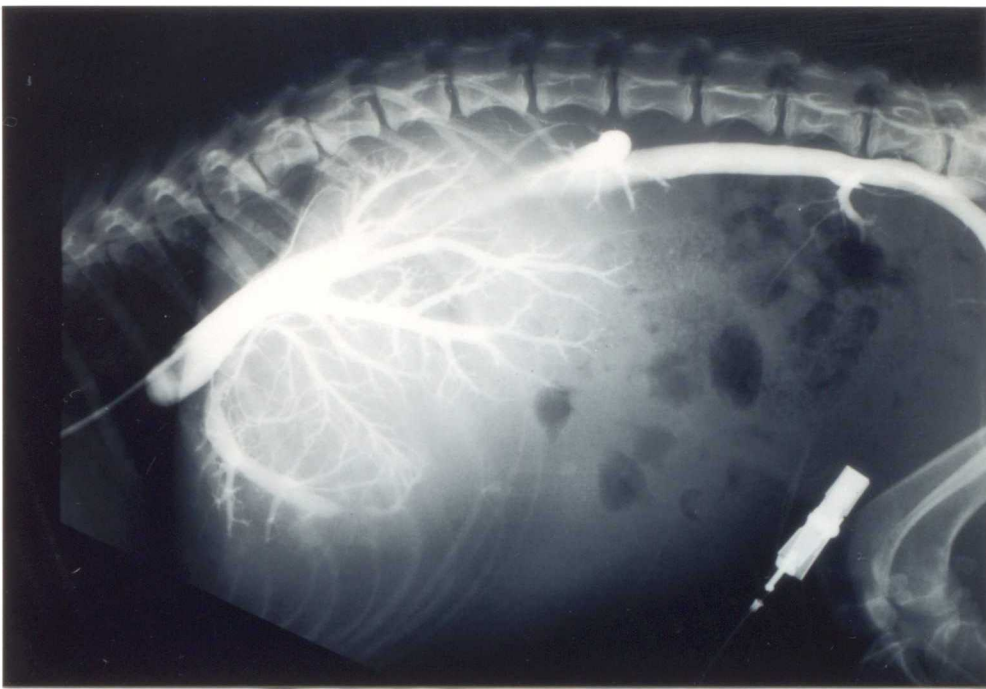


Fig.24.

Percutaneous retorograde postcaval portogram (Dose of 2.0ml/kg)

Balloon occlusion was performed at cranial region of diaphragm and contrast agent was injected dose of 2.0ml/kg. Contrast agent was advanced to the common iliac vein. Retrograde caudal venogram of 2.0ml/kg was contrasted almost as same as dose of 1.5ml/kg.

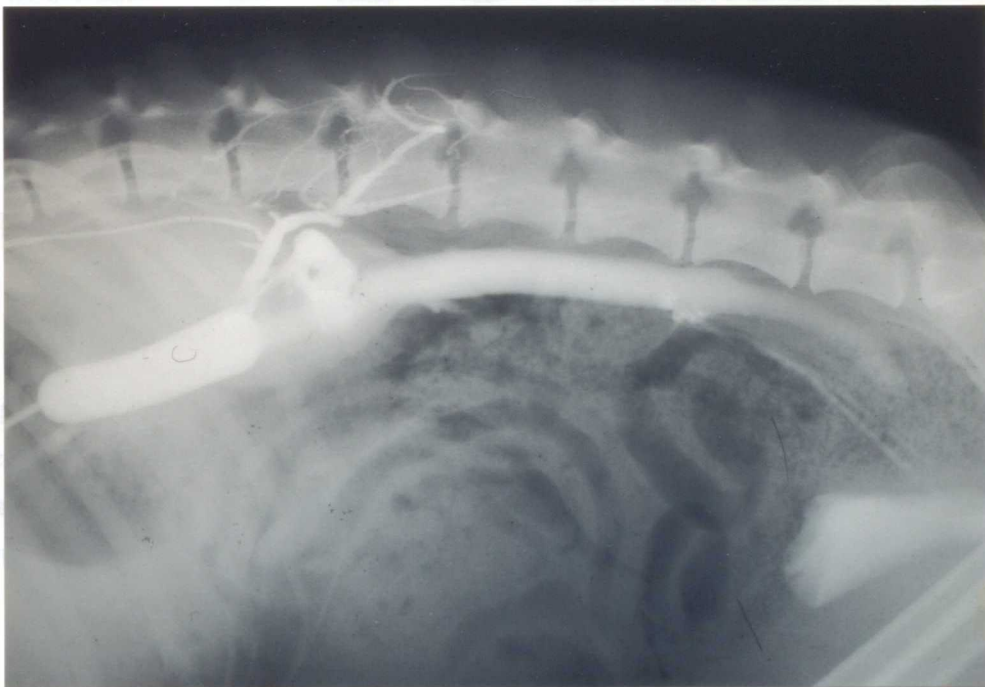


Fig.25.

Percutaneous retorograde postcaval portogram (Dose of 1.0ml/kg)

Balloon occlusion was performed at caudal region of hepatic veins and contrast agent was injected dose of 1.0ml/kg. Contrast agent was advanced to the common iliac vein.

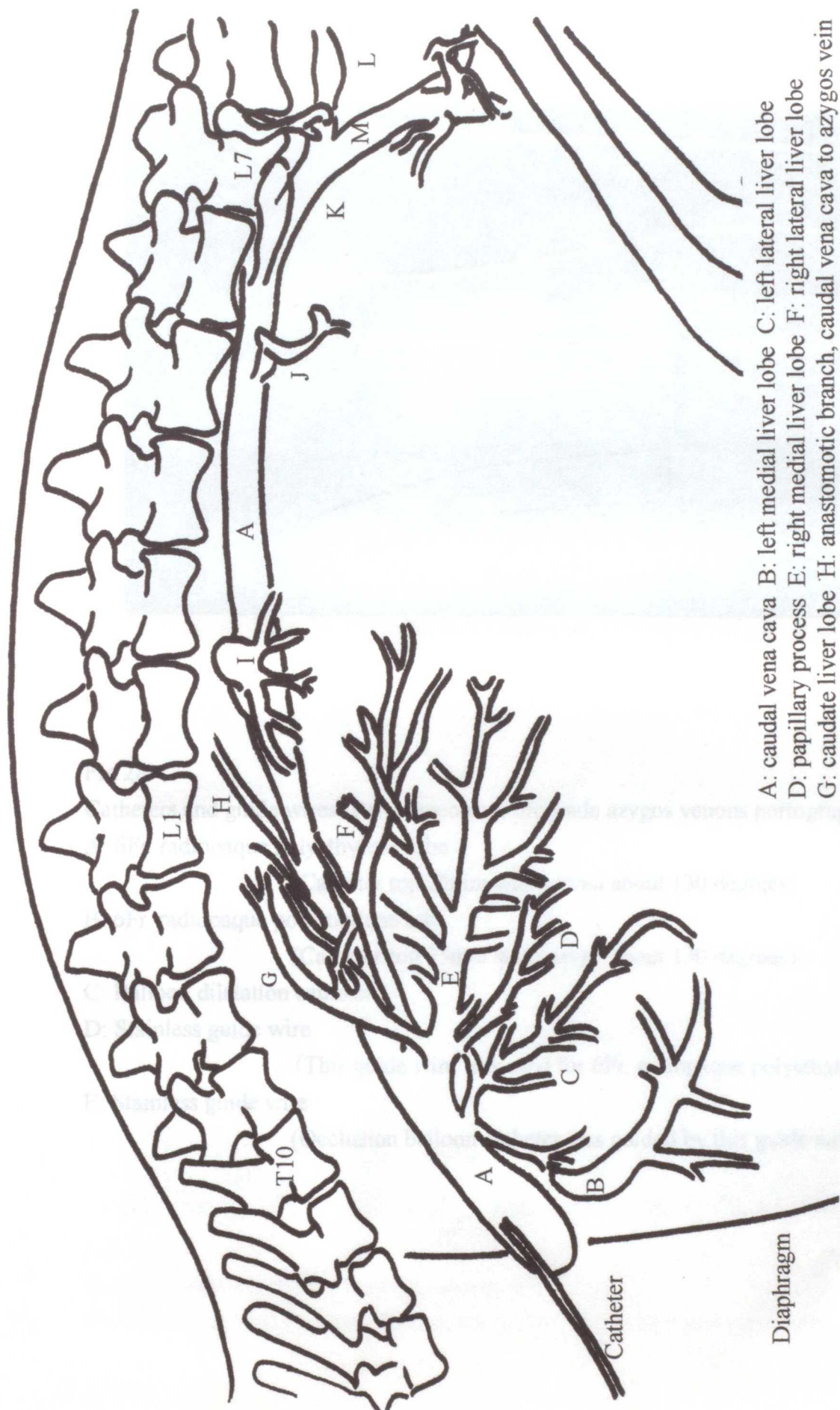


**Fig.26.**

**Percutaneous retrograde postcaval portogram (Dose of 1.25ml/kg)**

**Balloon occlusion was performed at caudal region of hepatic veins and contrast agent was injected dose of 1.25ml/kg. Contrast agent was advanced to the common iliac vein.**





- A: caudal vena cava B: left medial liver lobe C: left lateral liver lobe  
D: papillary process E: right medial liver lobe F: right lateral liver lobe  
G: caudate liver lobe H: anastomotic branch, caudal vena cava to azygos vein  
I: renal vein J: deep circumflex iliac vein K: common iliac vein  
L: internal iliac vein M: external iliac vein

Fig.27.  
Branching pattern of the caudal vena cava



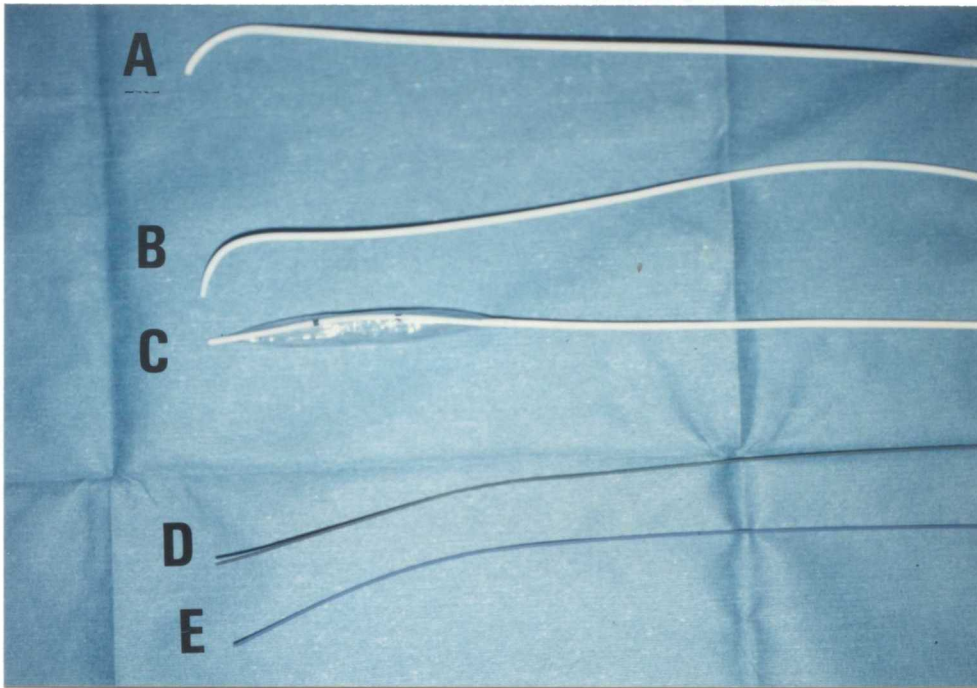


Fig.28.

Catheters and guide wires (Percutaneous retorograde azygos venous portography)

A: 6Fr. radiopaque polyethylene tube

(Catheter top 20mm was curved about 130 degrees)

B: 6Fr. radiopaque polyethylene tube

(Catheter top 25mm was curved about 130 degrees)

C: Balloon dilatation catheter

D: Stainless guide wire

(This guide wire was used for 6Fr. radiopaque polyethylene tube.)

E: Stainless guide wire

(Occlusion balloon catheter was guided by this guide wire.)

Fig.29.

Balloon catheter was guided to the azygos vein

(Guide wire was inserted pass through the 6Fr. radiopaque polyethylene tube)

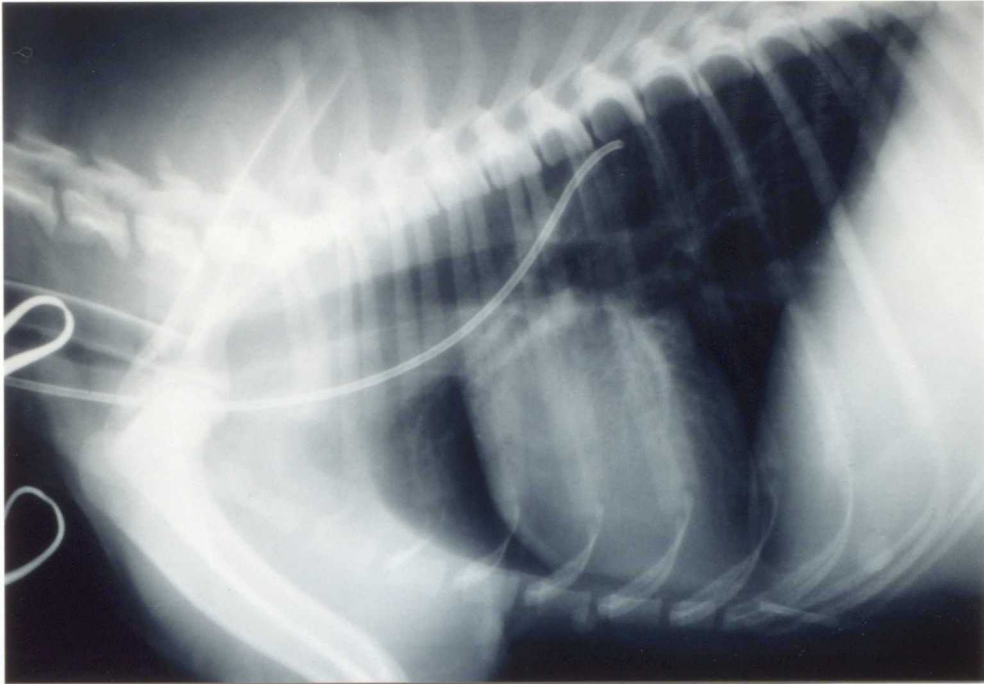


Fig.29A.

Balloon catheterization to the azygos vein

Catheterization of the 6Fr. radiopaque polyethylene tube to the azygos vein

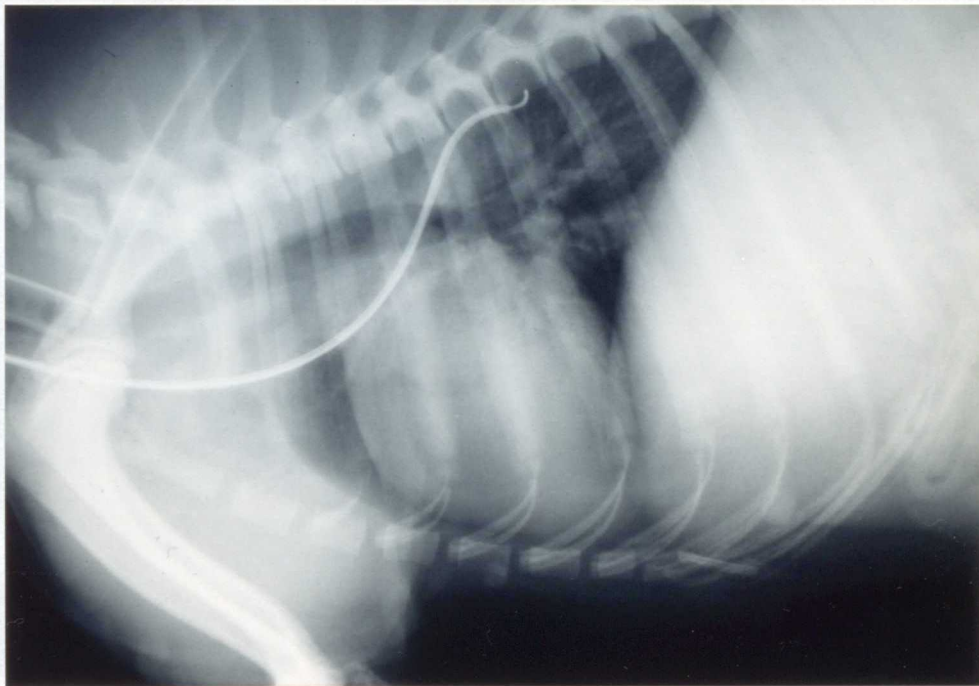


Fig.29B.

Balloon catheterization to the azygos vein

Guide wire was inserted pass through the 6Fr. radiopaque polyethylene tube.

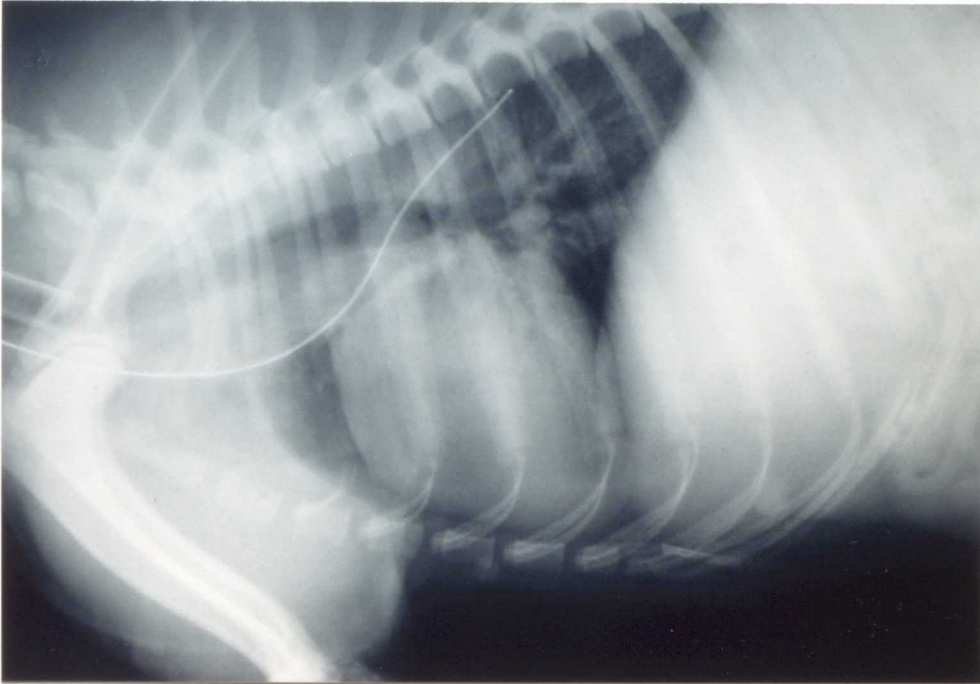


Fig.29C.

Balloon catheterization to the azygos vein

6Fr. radiopaque polyethylene tube was plucked out and guide wire was remained.

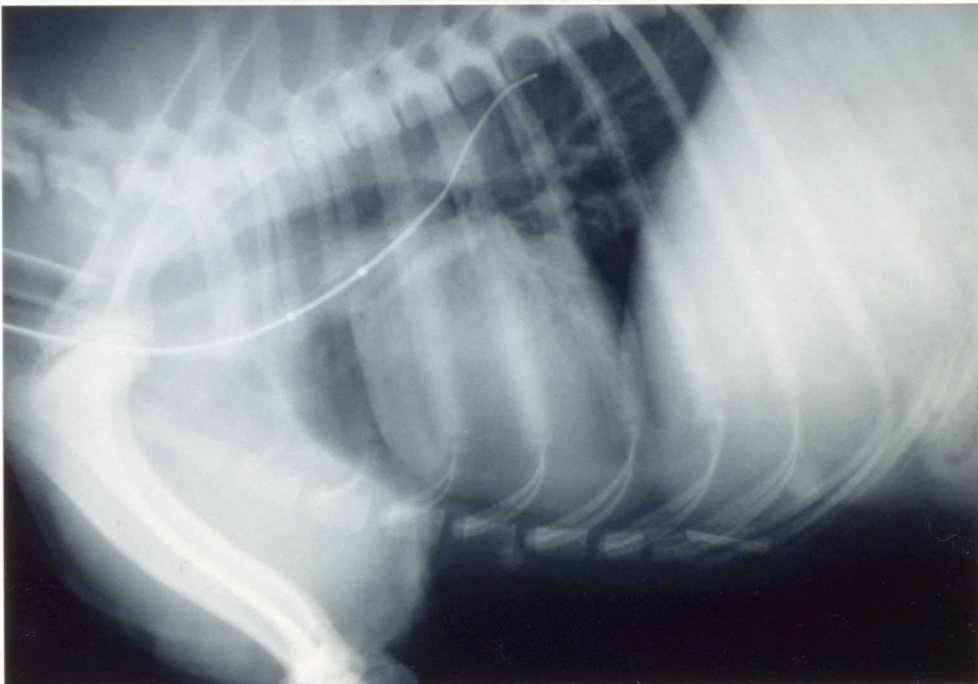


Fig.29D.

Balloon catheterization to the azygos vein

Balloon catheter was guided along the guide wire.



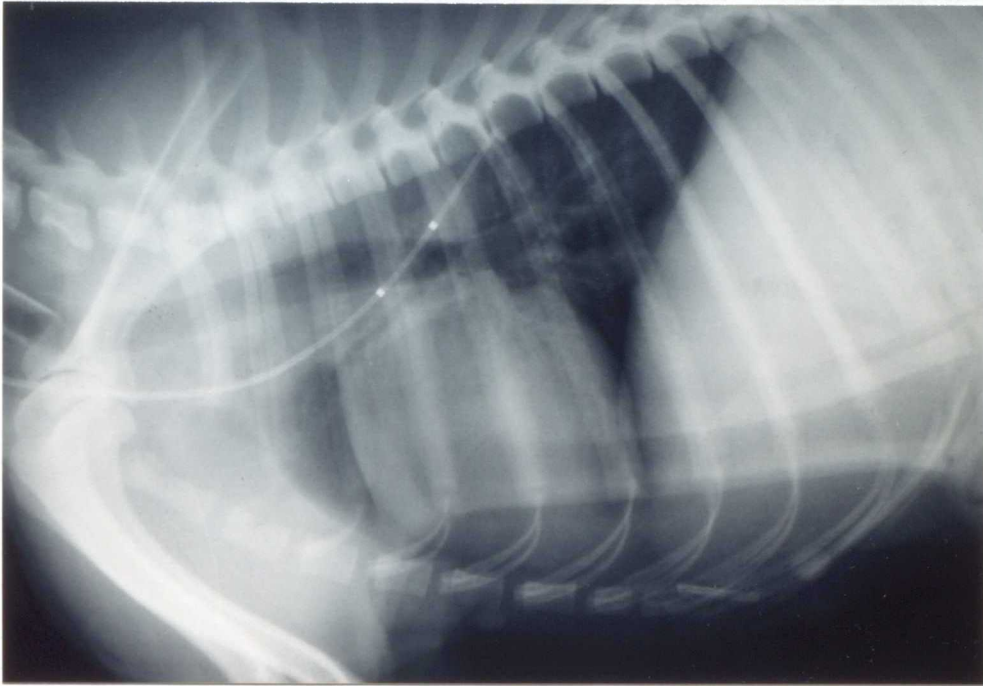


Fig.29E.

Balloon catheterization to the azygos vein

Balloon catheter was inserted to the azygos vein.

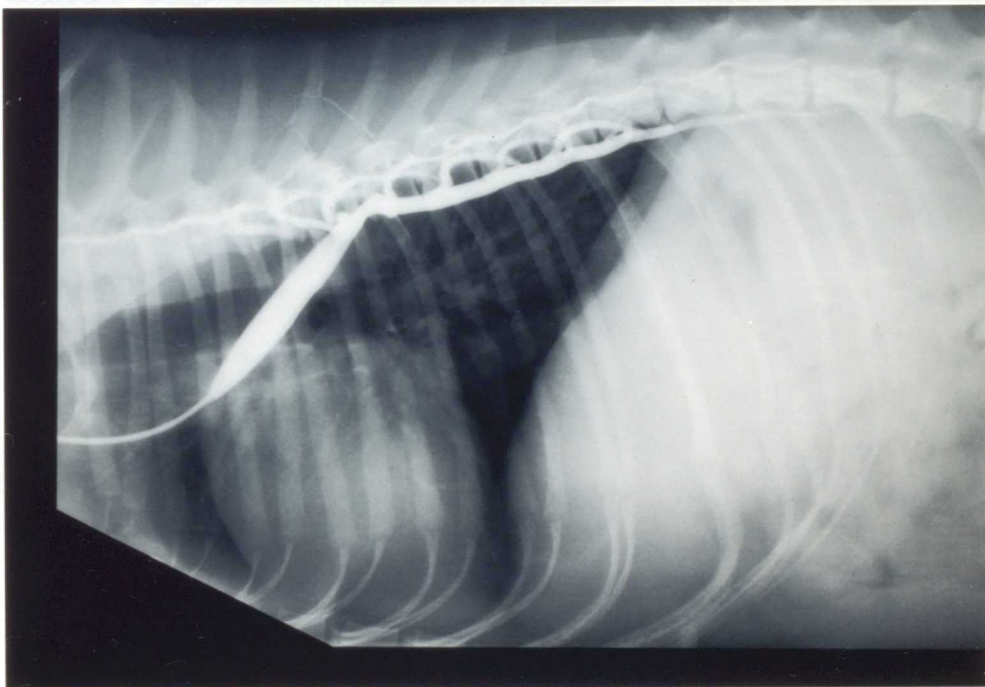


Fig.30.

Percutaneous retorograde azygos venous portogram(Dose of 0.3ml/kg)

Contrast agent was injected dose of 0.3ml/kg. Contrast agent was not advanced to the caudal vena cava.

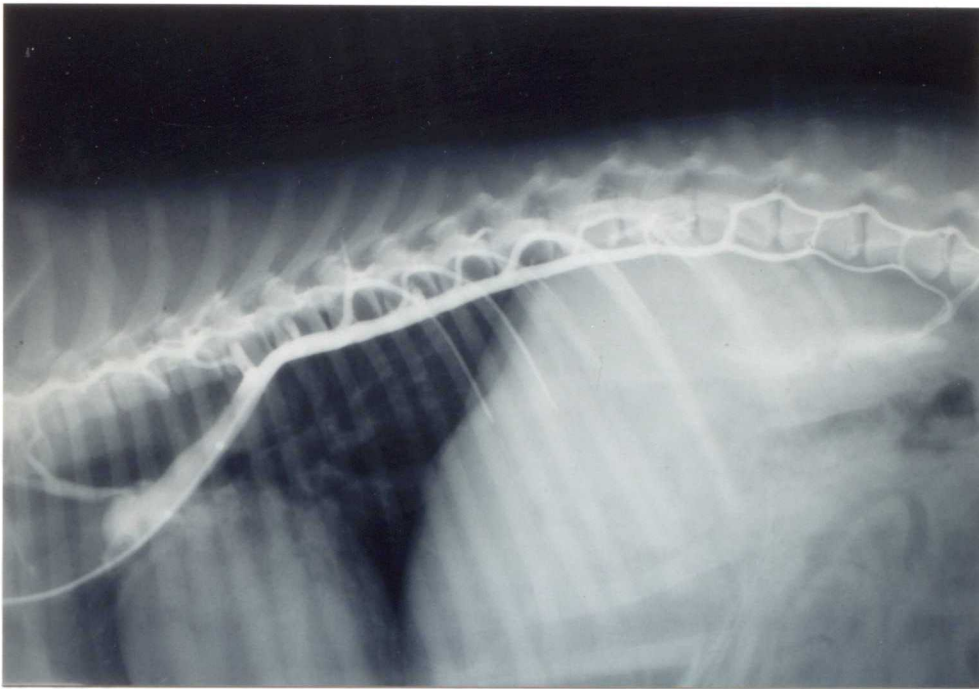


Fig.31.

Percutaneous retrograde azygos venous portogram (Dose of 0.5ml/kg)

Contrast agent was injected dose of 1.5ml/kg. Contrast agent was advanced to the caudal vena cava.

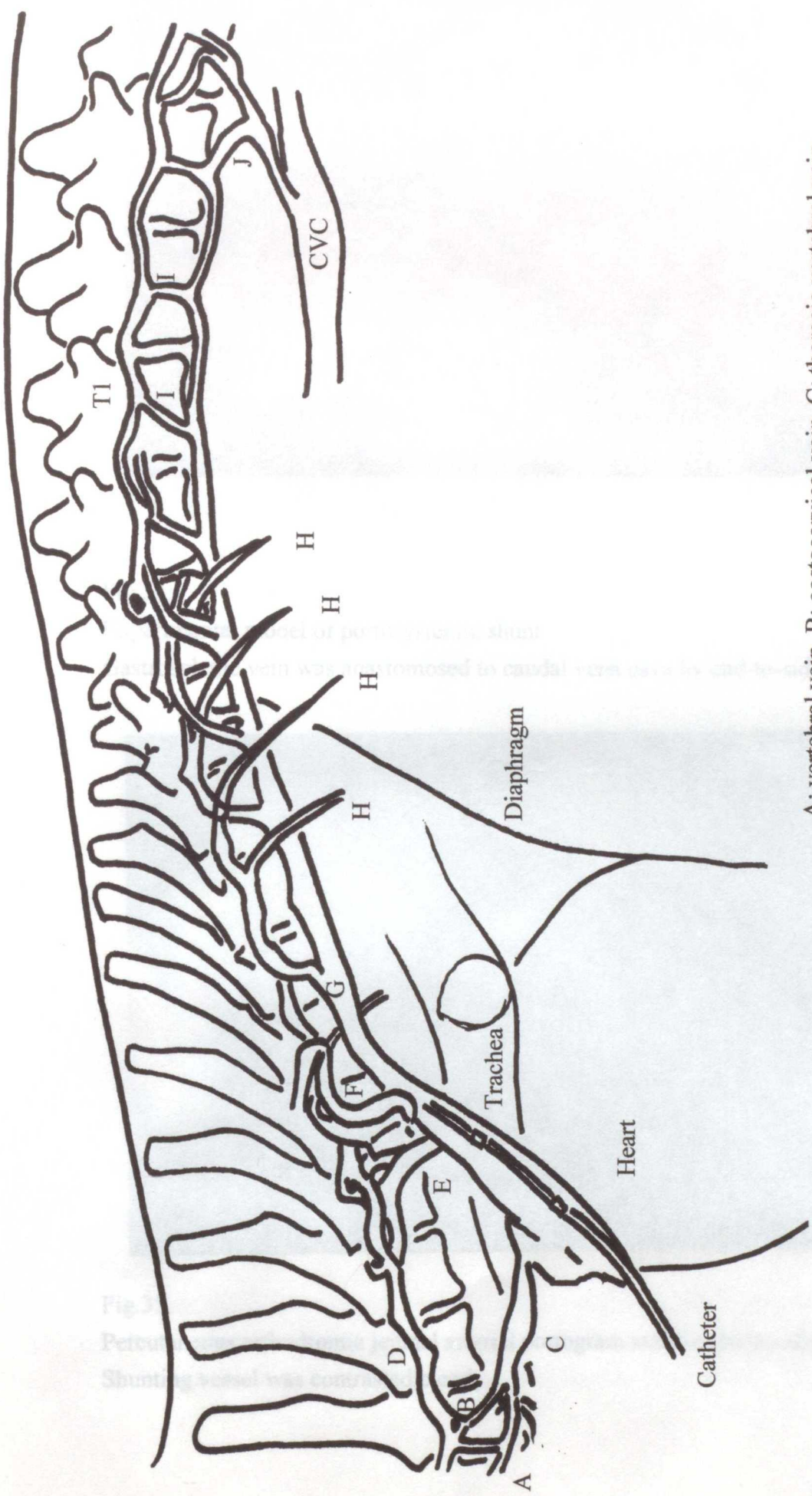


Fig.32.

Percutaneous retrograde azygos venous portogram (Dose of 0.7ml/kg)

Contrast agent was injected dose of 2.0ml/kg. Contrast agent was advanced to the caudal vena cava. Retrograde azygos venogram of 0.7ml/kg was contrasted almost as same as dose of 0.5ml/kg.





A: vertebral vein B: costocervical vein C: thoracic vertebral vein  
D: vertebral plexus E: 4th intervertebral vein F: 5th intervertebral vein  
G: azygos vein H: intercostal vein I: basivertebral vein  
J: anastomotic branch, caudal vena cava to azygos vein

Fig.33.  
Branching pattern of the azygos vein

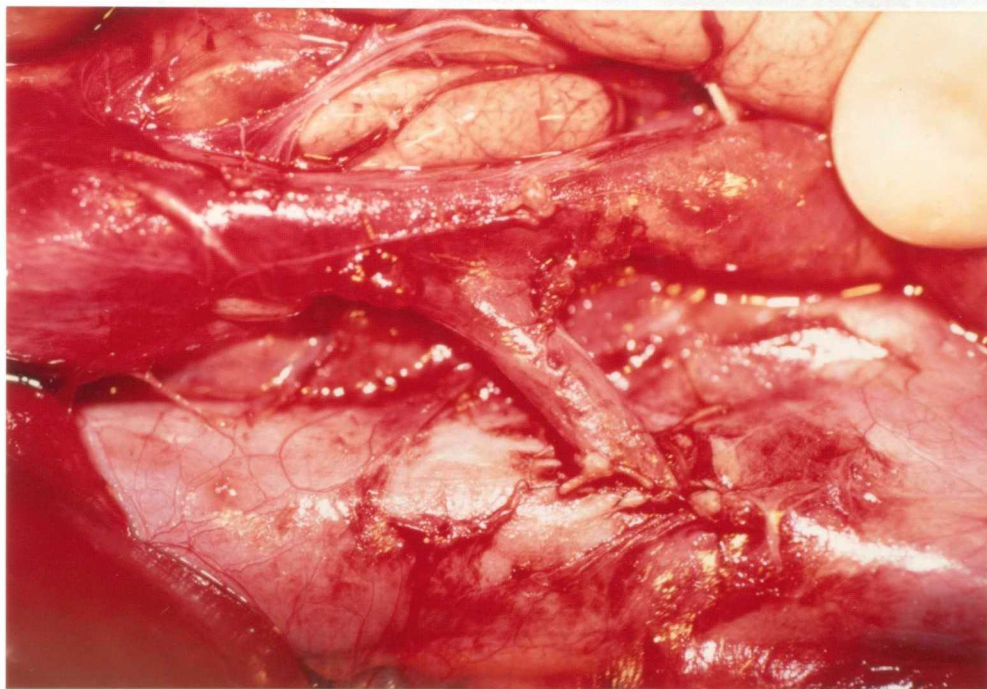


Fig.34.  
Experimental model of portosystemic shunt  
Gastrosplenic vein was anastomosed to caudal vena cava by end-to-side anastomosis.



Fig.35.  
Percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram in the experimental model  
Shunting vessel was contrasted clearly.



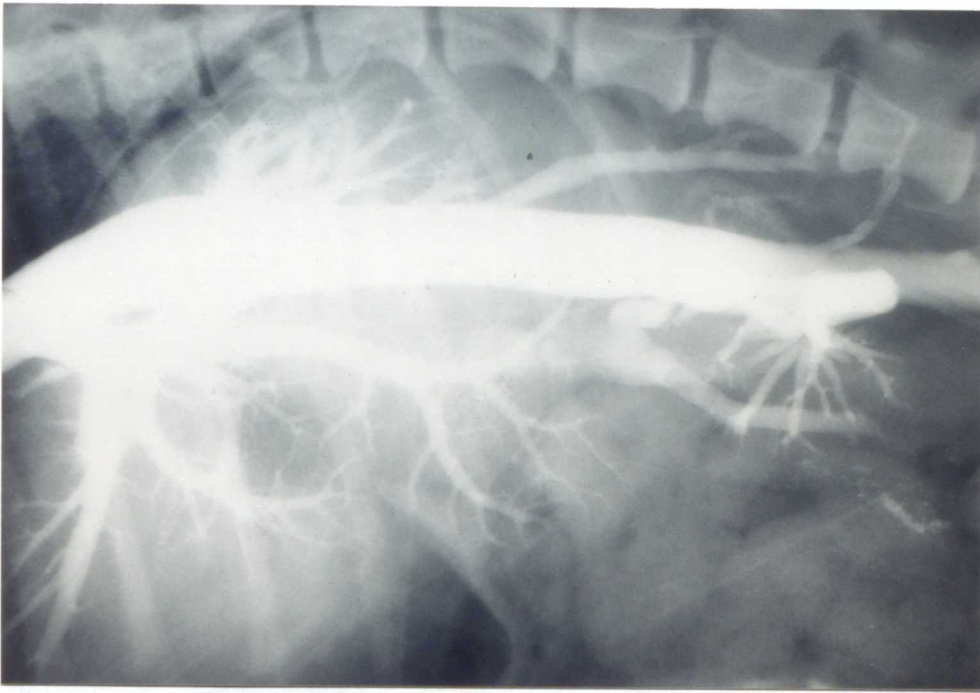


Fig.36.

Percutaneous retorograde postcaval portogram in the experimental model  
 Balloon occlusion was performed at cranial region of diaphragm. Shunting vessel was  
 contrasted clearly and contrast agent was advanced to portal vein.



Fig.37.

Percutaneous retorograde postcaval portogram in the experimental model  
 Balloon occlusion was performed at caudal region of hepatic vein. Shunting vessel was  
 contrasted clearly and contrast agent was advanced to portal vein.

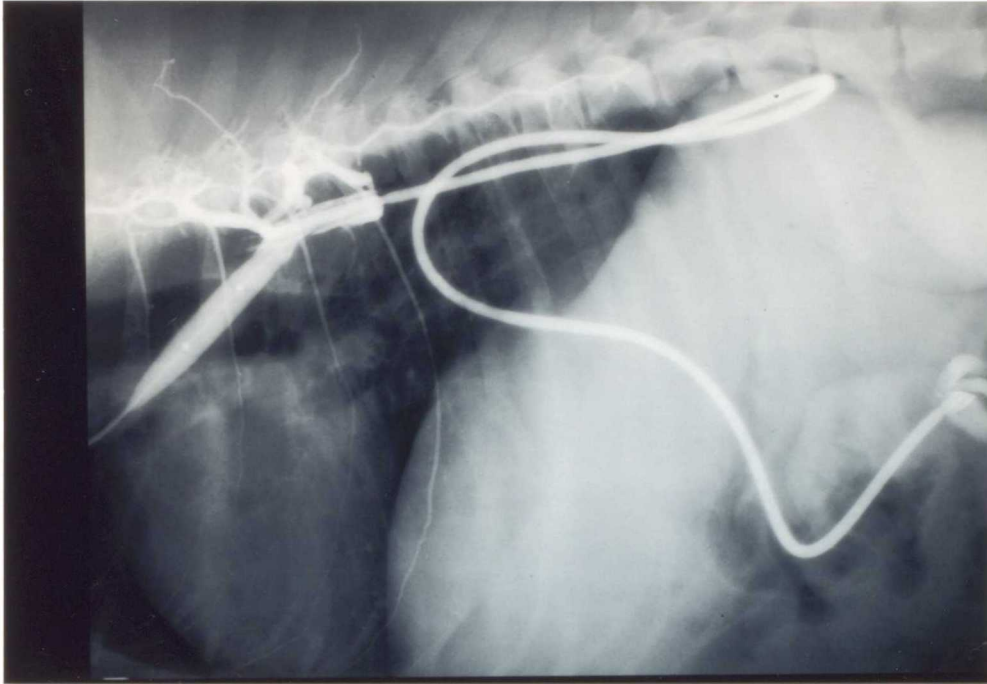


Fig.39.

Percutaneous retrograde azygos venous portogram in the experimental model

Fig.38.

Percutaneous retrograde azygos venous portogram in the experimental model  
Shunting tube was contrasted clearly and contrast agent was advanced to portal vein.

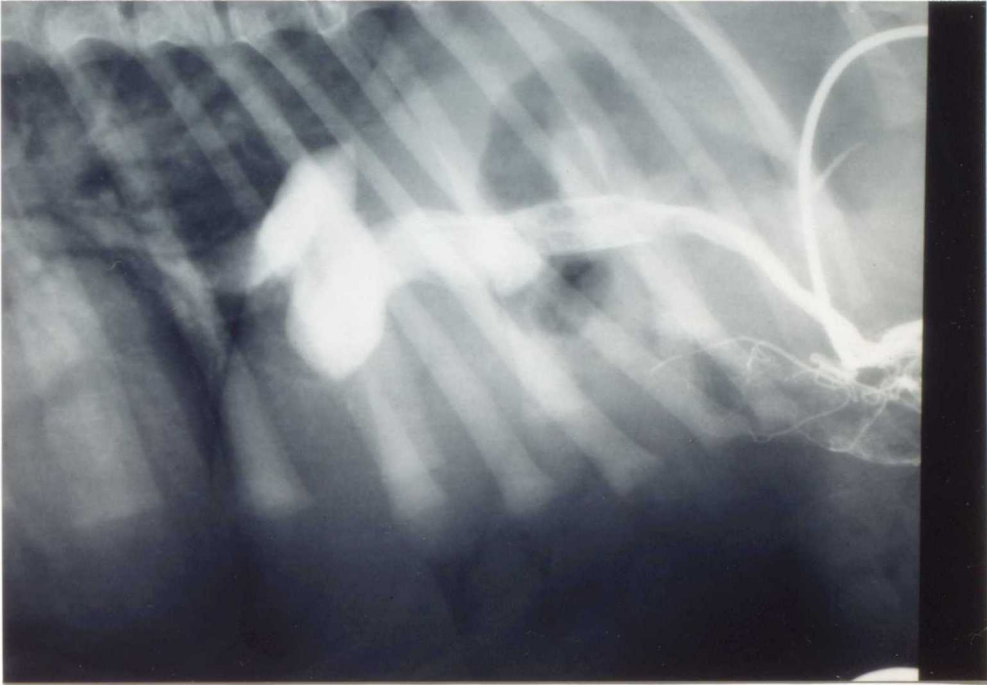


Fig.39.

Percutaneous orthodromic jejunal arterial portogram in the clinical case  
(4-month-old 8.4kg Saluki breed)

Intrahepatic shunting vessel was contrasted. Contrast agent was advanced from shunting vessel of portal vein to caudal vena cava.



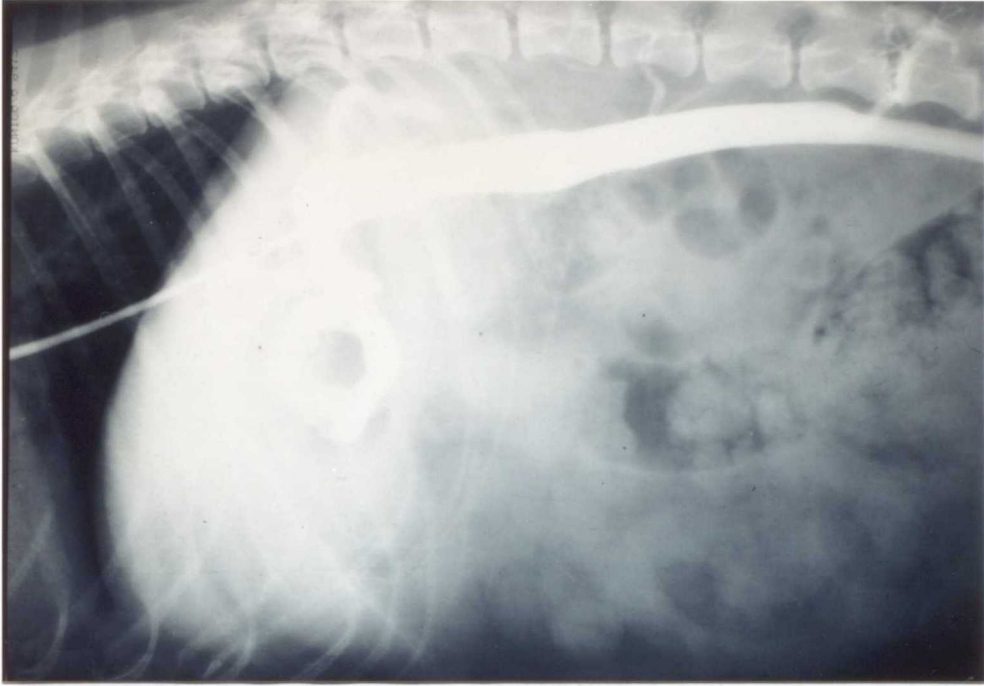


Fig.40.

Percutaneous retorograde postcaval portogram in the clinical case

(4-years-old 7.4kg Miniature Schnauzer breed)

Extrahepatic shunting vessel was contrasted. Contrast agent was advanced retrogradly from caudal vena cava to shunting vessel.

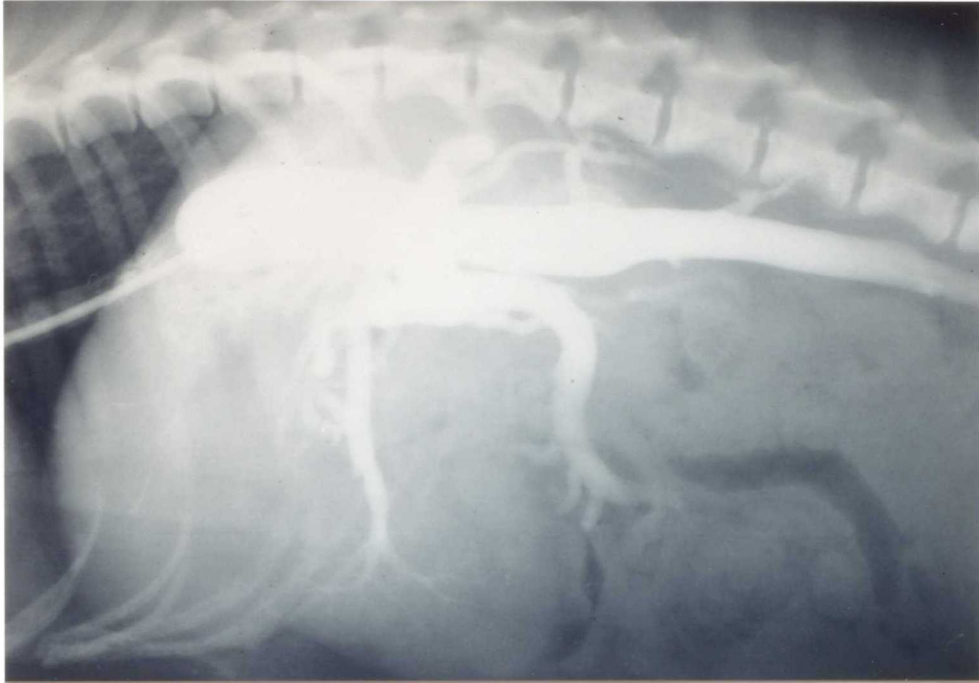


Fig.41.

Percutaneous retorograde postcaval portogram in the clinical case

(10-month-old 4.6kg West Highland White Terrier breed)

Extrahepatic shunting vessel was contrasted. Contrast agent was advanced retrogradly from caudal vena cava to shunting vessel.