

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K10427

研究課題名(和文)マイクロカテーテルのカニューレシオン難易度解明と科学的トレーニングシステムの開発

研究課題名(英文)Clarification of difficulty of microcatheter catheterization and development of a scientific training system

研究代表者

曾山 武士 (Soyama, Takeshi)

北海道大学・大学病院・助教

研究者番号：00794059

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：1.カテーライゼーションの難易度が異なる複数の標的血管を有する血管模型を開発した。2.Type archから分岐する標的血管へのカテーライゼーションの難易度が高くなる原因を明らかにした。3.術者間で、カテーライゼーションの手技に要する時間を比較する方法を確立した。4.段階的に難易度を引き上げながらカテーライゼーションのトレーニングを行うことが可能であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

標的血管へのカテーライゼーションは血管内治療における基本手技だが、その難易度が高くなる原因は明らかにされていない。本研究では3Dプリンターで印刷した血管模型を用いて、弓部大動脈(Type arch)から分岐する標的血管の分岐の高さと分岐角度がカテーライゼーションの難易度に及ぼす影響を明らかにした。我々が開発した血管模型は、術者間でカテーライゼーションに要する時間を比較できることから、血管内治療の技術レベルの標準化に貢献できる可能性がある。また、初学者がカテーライゼーションのトレーニングを臨床の場ではなく、血管模型を用いて難易度を段階的に引き上げながら行うことを可能にした。

研究成果の概要(英文)：1. We developed vascular models with multiple target vessels with different degrees of difficulty in catheterization. 2. We clarified the cause of increased difficulty in catheterization into target branch of type III arch. 3. We established a method to compare the time required for catheterization procedures among operators. 4. It was suggested that it is possible to train catheterization into target vessels, increasing the difficulty level step by step.

研究分野：インターベンショナルラジオロジー

キーワード：カニューレシオン カテーライゼーション 難易度 トレーニング 血管模型

1. 研究開始当初の背景

透視下に標的血管へとカテーテルを挿入する手技であるカテーテライゼーションは血管内治療における必須手技であるにもかかわらず、その難易度をあらかじめ予測することはできず、初学者は臨床の場で、治療の経験を積む中でその手技を学ばざるをえなかった。従って、血管内治療の技術の伝承にはしばしば長い期間を要し、徒弟制度のように指導医の手技を間近で「見て、盗む」ことが血管内治療の専門医として独り立ちするために必要となる側面があった。このような状況で、初学者が成長の過程で起こしうる血管内治療の手技時間の延長や造影剤使用量の増加、合併症のリスクを患者が背負うことは、ある程度まではやむを得ないことと考えられていた。

カテーテライゼーションのトレーニングに用いる血管模型はいくつか開発されてはいたが、いずれも標準的な血管解剖を基にデザインされていたため、初学者でも短時間のトレーニングで容易にカテーテライゼーションに成功した。これらを用いてカテーテルとガイドワイヤーの基本操作を学ぶことはできたが、様々な血管解剖とそれに起因する様々な難易度を有する患者の血管へのカテーテライゼーションに備えるためのトレーニングとしては、不十分であった。

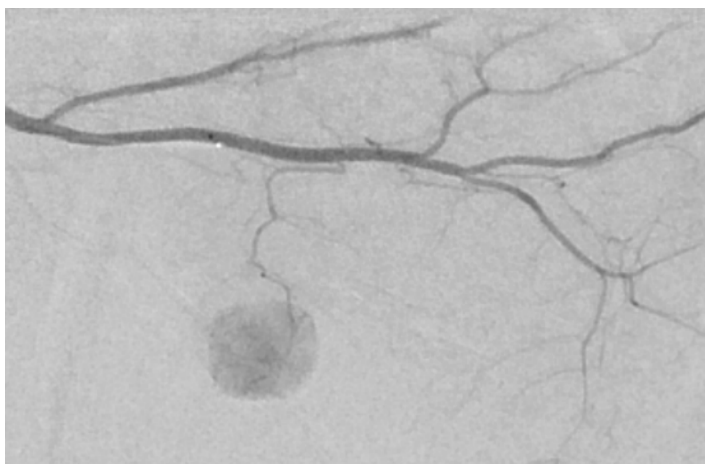


図1. 肝細胞癌に対する肝動脈化学塞栓療法における血管造影像。母血管から尾側（下向き）に分岐する細径の分枝（標的血管）が栄養動脈となり、肝細胞癌（腫瘍状構造）に供血している。

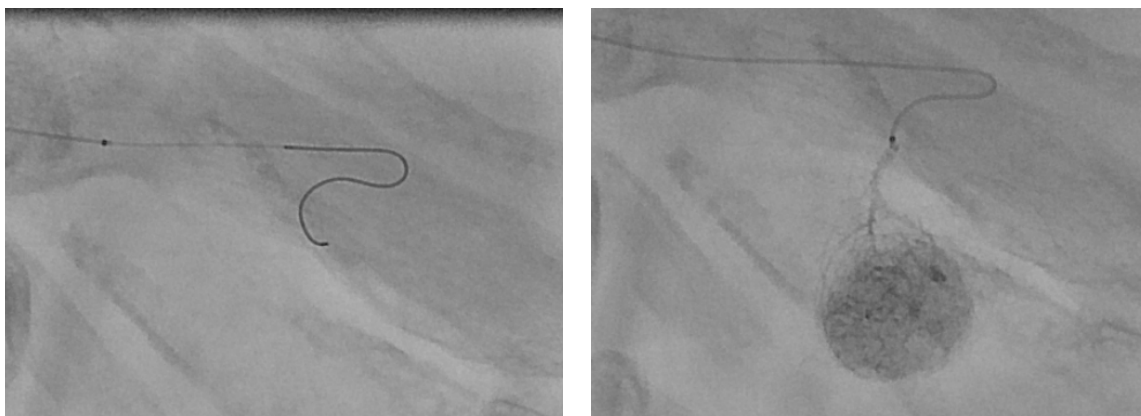


図2. 一般的なカテーテライゼーション（Over the wire 法）。血管壁を傷つけないように、先に標的血管内へとガイドワイヤーを先進させ（左）、ガイドワイヤーに被せるようにしてカテーテルの先端を標的血管内へと挿入する（右）。カテーテライゼーションが成功すると、肝細胞癌に対し選択的に抗がん剤を注入できるようになる。

そこで、本研究ではカテーテライゼーションが困難な標的血管の解剖学的特徴を明らかにするために、①カテーテライゼーションできなかつた（または長時間を要した）標的血管に対する先端可動型マイクロカテーテルの有用性を臨床的に明らかにした。次に、この時の知見を基に、②弓部大動脈の血管模型を CAD でデザインして 3D プリンターで印刷し、カテーテライゼーション実験を行うことで、標的血管の分岐の高さと分岐角度がカテーテライゼーションの難易度に及ぼす影響を明らかにすることを目標とした。

2. 研究の目的

- (1) マイクロカテーテルのカテーテライゼーションが困難な標的血管に対する先端可動型マイクロカテーテルの有用性を明らかにする。
- (2) 弓部大動脈から分岐する標的血管の分岐の高さと分岐角度がカテーテライゼーションの難易度（手技時間）に及ぼす影響を明らかにし、難易度を予測するための新たな指標を開発する。
- (3) (2) で開発した血管模型を用いて、初学者が難易度を段階的に引き上げながらカテーテライゼーションのトレーニングを行うシステムを提案する。

3. 研究の方法

(1) 肝細胞癌に対する肝動脈化学塞栓療法の際に、先端非可動型マイクロカテーテル（通常のマイクロカテーテル）の先端をカテーテライゼーションできなかった、または 60 分以上を要した 14 の栄養動脈（標的血管）に対し、①先端非可動型マイクロカテーテルと②先端可動型マイクロカテーテルを用いたカテーテライゼーションの手技に要した時間を血管造影記録から後方視的に計測し、①と②のカテーテライゼーションに要した平均時間を、対応のある t 検定で比較した。

(2) ブラウザベースで 3D デザインやモデリングができるフリーソフトウェア (Tinkercad) を使用して、弓部大動脈の 3 つの高さから 3 つの角度で標的血管（頸動脈を模したもの）が分岐する血管模型をデザインし、STL 形式で 3D プリンター (Form2) に出力し、フレキシブルレジン（柔軟性のある素材）で印刷した。各々の標的血管に対し、血管内治療の専門医（脳神経外科、放射線診断科）8 名と血管内治療の経験が 30 例未満の医師 23 名が、4F JB2 カテーテルと .035inch のラジフォーカスガイドワイヤーを使用して、透視下にカテーテライゼーション実験を行い、その手技時間を計測した。

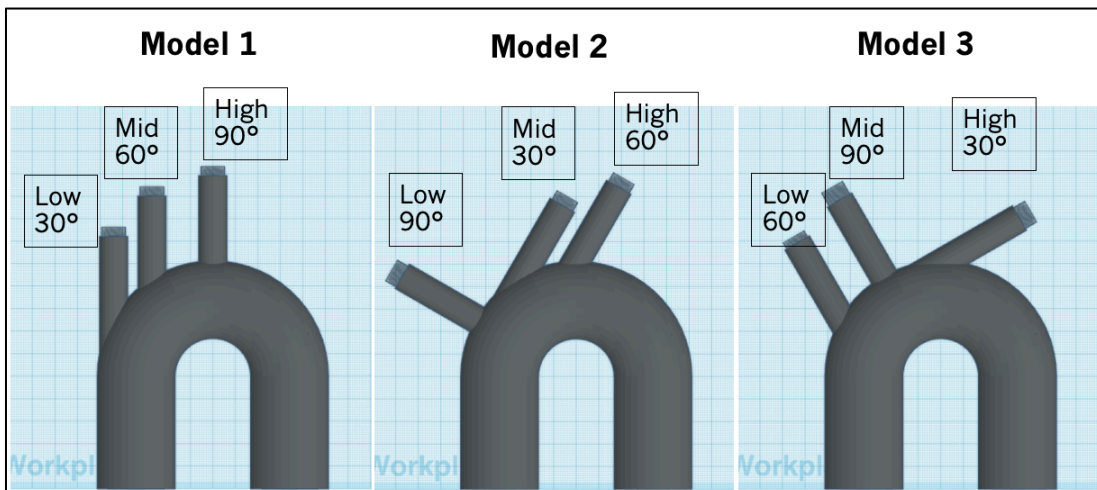
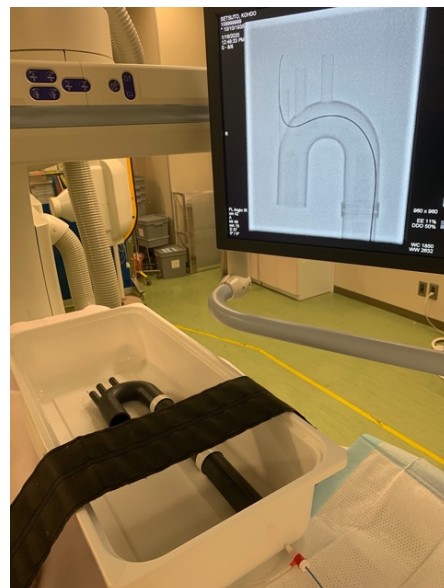


図 3. CAD でデザインした血管模型。計 9 つの標的血管は、High、Mid、Low の 3 つの高さから、30°、60°、90° の 3 つの角度で分岐している。

図 4. 作成した血管模型と実験の様子。術者は透視下にカテーテルとガイドワイヤーを操作して、標的血管内にカテーテルを挿入（カテーテライゼーション）する。各々の標的血管へのカテーテライゼーションに要した時間を計測し、解析した。



(3) (2) の実験結果を基に、カテーテライゼーションに要する平均時間によって、標的血管へのカテーテライゼーションの難易度を易、中間、難の3つに分類した。

4. 研究成果

(1) 定性的に、太径の母血管から細径の標的血管が反転するように分岐すると、カテーテライゼーションの難易度が高くなることが明らかになった。

(2) 弓部大動脈から分岐する標的血管の「分岐位置」と「分岐角度」の組み合わせで、カテーテライゼーションの難易度を予測できることが明らかになった。

(3) 作成した3つの血管模型を用いて、術者間でカテーテライゼーションの手技に要する時間を比較する方法を確立した。

(4) 作成した3つの血管模型を用いて、難易度を段階的に引き上げながらカテーテライゼーションのトレーニングを行う手法を提案した。

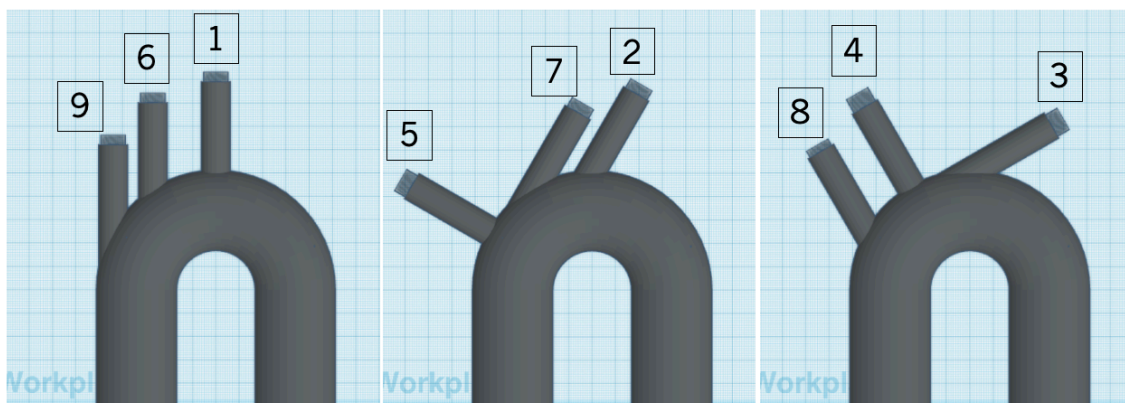


図5. カテーテライゼーションの難易度は1→9の順に高くなる。1～4は易、5～8は中間、9は難と分類した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 曾山 武士 |
| 2. 発表標題 Catheterization into challenging vessels |
| 3. 学会等名 IVRリサーチミーティング |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 曾山 武士 |
| 2. 発表標題 Catheterization into branches of simplified type 3 arch models |
| 3. 学会等名 第50回 日本IVR学会総会 |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|---------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 工藤 與亮 (Kudo Kohsuke) (10374232) | 北海道大学・医学研究院・教授 (10101) | |
| 研究分担者 | 阿保 大介 (Abo Daisuke) (30399844) | 北海道大学・大学病院・准教授 (10101) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------------------|--|--|----|
| 研究 分 担 者 | 作原 祐介 (Sakuhara Yusuke) (40374459) | 北海道大学・医学研究院・客員研究員 (10101) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
| | |