

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：23903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K16657

研究課題名(和文) 表面微細形状を有する脳血管内治療用カテーテルの開発

研究課題名(英文) Development of Catheters for Neuroendovascular Therapy with Micro-Surface Shape

研究代表者

西川 祐介(Nishikawa, Yusuke)

名古屋市立大学・医薬学総合研究院(医学)・助教

研究者番号：40625993

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：カテーテルの血管壁に対する摩擦力は、表面の親水性コーティングによって軽減されている。本研究ではこの摩擦力はカテーテルの表面微細形状によって軽減されないかを実証する目的であった。しかしながらコロナ禍により、表面微細形状のカテーテル製造がなくなってきた。これにより親水性コーティングのカテーテルの摩擦係数の測定と、この実験中に誘導困難な血管形状の検証を行った。結果は大動脈弓部においては選択血管起始部の高さが弓部大動脈小弯より低いかどうかは、Aorta type よりもICの選択を精度が高く評価できることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脳血管内治療において目的とする場所までカテーテルを誘導するためにはカテーテルの追従性は大きなかわりをもつ。カテーテルが血管内を進む時にカテーテルと血管内壁が触れ、これによる摩擦がカテーテルの追従性を低下させている。これまで発売されているカテーテルは表面コーティングによって摩擦力低下が行われてきたが、必ずしも十分とは言えない。そこで本研究ではカテーテル表面に微細形状をつけて血管内壁との間にかかる摩擦力を軽減できないか検討を行うこととした。

研究成果の概要(英文)：The frictional force of the catheter against the vessel wall is reduced by the hydrophilic coating on the surface. The purpose of this study was to demonstrate whether this frictional force could be reduced by the surface microtopography of the catheter. However, corona disruption made it impossible to manufacture catheters with a fine surface profile. We therefore measured the coefficient of friction of catheters with hydrophilic coatings and verified the vascular geometry that was difficult to induce during this experiment. The results showed that in the aortic arch, inner catheter selection can be more accurately evaluated based on whether the level of the origin of the selected artery is lower than the level of the lesser curvature of the aortic arch compared with evaluation of the aorta type III.

研究分野：Neuroendovascular catheter

キーワード：catheter coating

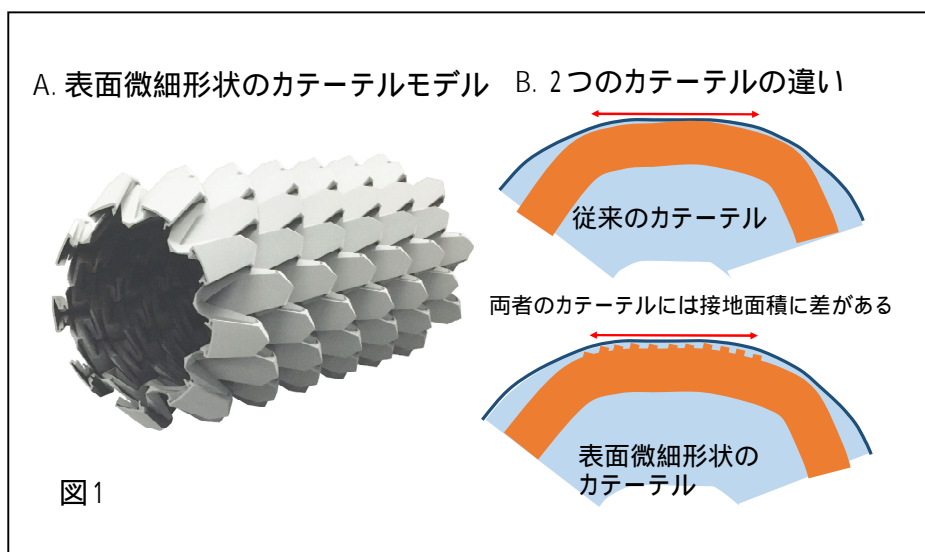
## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

脳血管内治療ではガイドカテーテルをより遠位に留置できることは、治療の成否にかかわる重要な因子である。ただしより太いカテーテルが遠位の血管に進めるためには、血管壁がカテーテルから受ける力を減らさなければならない。当時のカテーテルは表面の親水性コーティングで血管壁との間にかかる摩擦力を軽減し、素材の柔軟性と剛性のバランスをとることで追従性の向上に努めていた。

### 2. 研究の目的

脳血管内治療はデバイスの進歩により治療件数が伸びている分野である。しかし目標となる血管及び病変までカテーテルが到達できなければ治療することはできない。そのための工夫としてマイクロカテーテルの摩擦係数を下げる必要がある。現在までは表面コーティングによって行われてきたが、必ずしも十分とは言えない。そこで申請者は、これまでの発想とは全く異なる「カテーテル表面に微細形状をつけた」カテーテルを開発中である。これにより血管壁に対するカテーテルの接する面積を減らすことで摩擦係数を減らすことができると考えている。本研究では、これらの点を踏まえ、サメ肌様の表面微細形状を付けたカテーテル(図1A)を開発し、国産の医療器具開発につなげていく。



### 3. 研究の方法

カテーテルを動かすのに力が必要になるのは血管壁にカテーテルが接することにより、同部位に摩擦力が加かるからである。まずは従来の表面コーティングのカテーテルおよび表面微細形状のカテーテルでストレートのガラス管内でカテーテルを動かすための力を測定する。次に3Dプリンターを用いて大動脈弓から頭頸部までの血管モデルを作成し、近位部分のガイディングカテーテルから出ているカテーテルをたわまないようにケースに入れた状態で、何mm挿入したらカテーテルの先端が動き出すのかを計測することで、摩擦係数の測定方法とする。

### 4. 研究成果

#### 研究実績の概要

本研究では表面微細形状のあるカテーテルを作成し、従来の表面コーティングのカテーテルとの性能を比較検討することが目的である。

前年に引き続きカテーテルの摩擦力を測定するための血管モデルの作成および検討を行った。血管モデルはガイディングカテーテルの誘導を想定して大動脈弓部から頭蓋頸椎移行部の内頸動脈までとした。

### 【血管壁のみのモデル】

3D プリンターを用いて血管壁のみのモデルを作成した。血管の弾性や拍動を再現するために、素材はシリコンで壁が薄めのモデルを作成したが、充填剤を抜くと支持性が非常に弱く、元の形状を維持することが難しかった。このためモデルとしては採用できなかった。

### 【血管内腔をくり抜いた box 型モデル】

同様に 3D プリンターで箱型の樹脂から血管内腔部分をくり抜いた形の血管モデルを作成した。支持性は問題なく半透明のため外観から内部を確認することができたが、素材の問題から全体が非常に硬く、血管の拍動を再現することができなかった。このため十分な条件でカテーテルの摩擦係数測定はできないと判断し、測定用の血管モデルとしては採用できなかった。

### 【拍動流をもちいたシリコンモデル】

本モデルでは界面活性剤入りの灌流液を流すシリコン血管モデルを作成し、従来のカテーテルでカテーテルを押しかけたときにかかる力から摩擦係数を測定することができた。

従来の計画では作成した血管モデルでカテーテルの摩擦係数を測定し、作成している表面微細形状をもつカテーテルのデザインとして改善点を検討する予定であったが、コロナ禍の影響で海外工場の閉鎖に伴い本研究のカテーテル作成が実現できなくなってしまった。

そのため本研究を進めていく中でどのような症例に対してカテーテルの誘導が困難であるかどうかを検討し、学会発表および論文として発表した。

結果としては大動脈弓小弯の高さと選択した血管の起始部の高さが後者のほうが位置が低位の場合はガイドカテーテルを誘導するにあたり通常よりも返しが長いカテーテルを用いて誘導することが必要であることが分かった（図 2）

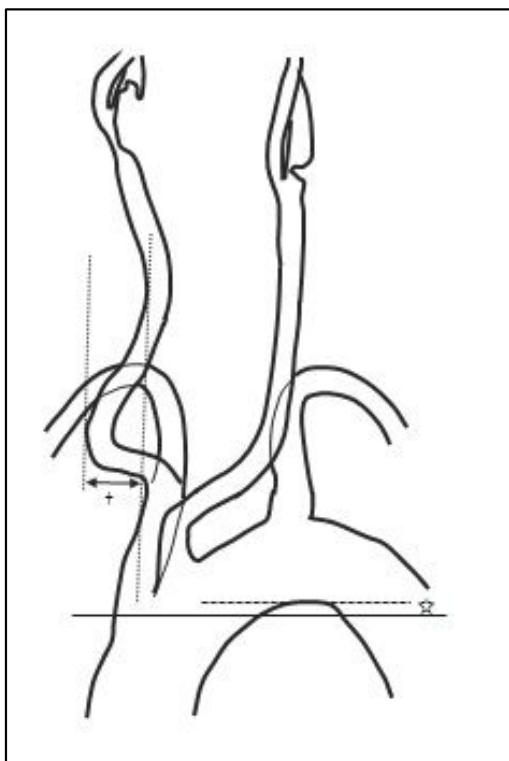


図 2

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Inoue H, Omura M, Nishikawa Y, Mase M, Matsukawa N	4. 巻 11
2. 論文標題 The Feasibility of Mechanical Thrombectomy on Single-Plane Angiosuite: An In-Depth Analysis of Procedure Time	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cerebrovascular Diseases Extra	6. 最初と最後の頁 112-117
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1159/000519555	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Inoue H, Omura M, Nishikawa Y, Mase M, Matsukawa N	4. 巻 12
2. 論文標題 Aplastic or twig-like middle cerebral artery and cardiogenic cerebral embolism mimicking moyamoya disease with RNF213 polymorphism: A case report	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Interventional neuroradiology	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/15910199211062016 journals.sagepub.com/home/ine	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Shibata T, Nishikawa Y, Kitamura T, Mase M	4. 巻 12
2. 論文標題 Cavernous sinus dural arteriovenous fistula accessed through a straightened superficial temporal vein	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgical Neurology International	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.25259/SNI_1035_2021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Teishiki SHIBATA, Yusuke NISHIKAWA, Takeshi TORIGAI, Takumi KITAMURA, Hiroshi YAMADA, Noritaka AIHARA, Hiroyuki KATANNO, Mitsuhiro MASE	4. 巻 31
2. 論文標題 Balloon Test Occlusion of the Carotid Artery: Internal Validation of Predictive Results.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Turk Neurosurg	6. 最初と最後の頁 710-717
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5137/1019-5149.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Shibata T, Oomura M, Nishikawa Y, Mase M.	4. 巻 15
2. 論文標題 Direct Brachial Approach for Acute Basilar Artery Occlusion: Technical Note and Preliminary Clinical Experience.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neurointervention.	6. 最初と最後の頁 31-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5469/neuroint.2019.00290	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katano H, Nishikawa Y, Yamada H, Iwata T, Mase M.	4. 巻 12
2. 論文標題 Profile of genetic variations in severely calcified carotid plaques by whole-exome sequencing.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surgical Neurology International	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25259/SNI_387_2020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masahiro Oomura, Takumi Kitamura, Kenichi Adachi, Yusuke Nishikawa, Mitsuhiro Mase.	4. 巻 30
2. 論文標題 Development of internal carotid artery dissection during masturbation.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105387	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Nishikawa	4. 巻 13-3
2. 論文標題 Selection of appropriate inner catheter for placement of guiding catheter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neuroendovascular Therapy	6. 最初と最後の頁 120-124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5797/jnet.oa.2018-0090	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Nishikawa	4. 巻 13
2. 論文標題 Selection of appropriate inner catheter for placement of guiding catheter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neuroendovascular Therapy	6. 最初と最後の頁 120-124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 西川祐介 柴田帝式 山中智康 大野貴之 打田淳 片野広之 相原徳孝 間瀬光人
2. 発表標題 ハイブリッド手術室で治療した未破裂脳動脈瘤の特徴と抗血栓療法について
3. 学会等名 第50回日本脳卒中の外科学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西川祐介 山中智康 内田充 大野貴之 片野広之 相原徳孝 間瀬光人
2. 発表標題 Mass effectによる視力視野障害が著名に改善した部分血栓化巨大脳動脈瘤の2例
3. 学会等名 第80回日本脳神経外科学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西川祐介 山中智康 内田充 坂田知宏 山田紘史 谷川元紀 間瀬光人
2. 発表標題 膠芽腫に対する低濃度NBCAを用いた内視鏡下摘出術前塞栓術
3. 学会等名 第37回日本脳神経血管内治療学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西川祐介 山中智康 内田充 間瀬光人
2. 発表標題 硬膜動静脈瘻 TSSDAVFに対するTAEの仕込み
3. 学会等名 第37回日本脳神経血管内治療学会総会
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

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