

東邦大学学術リポジトリ

Toho University Academic Repository

タイトル	Experimental safety evaluation of inflated assisting balloons for endovascular surgery
別タイトル	脳血管内治療における各アシストバルーン拡張時圧力測定での実験的安全評価
作成者（著者）	竹内, 昌孝
公開者	東邦大学
発行日	2022.03.16
掲載情報	東邦大学大学院医学研究科 博士論文 内容の要旨及び審査結果の要旨.
資料種別	学位論文
内容記述	主査：周郷延雄 / タイトル：Experimental safety evaluation of inflated assisting balloons for endovascular surgery / 著者：Masataka Takeuchi, Atsushi Uyama, Takashi Matsumoto, Kazuma Tsuto, Yoshifumi Konishi, Satoshi Iwabuchi / 掲載誌：Journal of Neuroendovascular Therapy / 巻号・発行年等：15(11): 707-711, 2021 /
著者版フラグ	none
報告番号	32661甲第1013号
学位記番号	甲第692号
学位授与年月日	2022.03.16
学位授与機関	東邦大学
DOI	10.5797/jnet.oa.2020_0205
その他資源識別子	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jnet/advpub/0/advpub_oa.2020_0205/article_char/ja/
メタデータのURL	https://mylibrary.toho-u.ac.jp/webopac/TD82123056

博士學位論文

論文内容の要旨

および

論文審査の結果の要旨

東邦大学

竹内昌孝より学位申請のため提出した論文の要旨

学位番号甲第 692 号

学位申請者 : 竹 内 昌 孝

学位論文 : Experimental safety evaluation of inflated assisting balloons for endovascular surgery

(脳血管内治療における各アシストバルーン拡張時圧力測定での実験的安全評価)

著 者 : Masataka Takeuchi, Atsushi Uyama, Takashi Matsumoto, Kazuma Tsuto, Yoshifumi Konishi, Satoshi Iwabuchi

公表誌 : Journal of Neuroendovascular Therapy
DOI: 10.5797/jnet.oa.2020-0205

論文内容の要旨 :

緒言:脳動脈瘤に対するコイル塞栓術は、従来、不整形、広径、大型の脳動脈瘤では適応外とされていた。しかし、アシストバルーンを用いたアジャクティブテクニックにより、コイル塞栓術の適応は拡大した。アシストバルーンは、広径もしくは分枝血管を有する脳動脈瘤に汎用され、脳動脈瘤頸部の形成や分枝血管の保護のみならず、マイクロカテーテルの固定や血流遮断などの様々な使用法があり、脳血管内治療には必須のデバイスである。今回我々は、T字型シリコン血管モデルを用いて各種アシストバルーンを一定径に拡張させ、バルーン内圧を測定、比較検討したので報告する。

結果:T字路内に入り込む各アシストバルーンが一定の高さに達する必要圧力の結果は、3.5mmの高さに達する必要圧力は、Shouryu balloon 4mm×7mm、Shouryu balloon 7mm×7mm、Scepter balloon4×11、Hyperform balloon 4mm×7mm、Hyperform balloon 7mm×7mm、Transform balloon の順に低かった。4.5mmの高さに達する必要圧力は、Shouryu balloon 7mm×7mm、Shouryu balloon 4mm×7mm、Scepter balloon 4mm×11mm の順に低かった。

考察:実験結果では、各アシストバルーンは拡張時にバルーン内圧格差があることが確認された。3.5mmの高さの拡張では Shouryu balloon 4mm×7mm が比較検討した中で最も低圧であり、4.0mm、4.5mmの高さでの拡張では Shouryu balloon 7mm×7mm バルーンが最も低圧であった。アシストバルーンを過拡張させ、脳動脈瘤頸部の形成や分枝血管の保護を目的とした remodeling テクニックによる

治療法がある。この際、拡張されたバルーンは血管に沿って拡張し母血管壁への圧力が低圧であることが、理想のアシストバルーンであり、Shouryu balloon を選択すべきである。アシストバルーンを用いたコイル塞栓術では、血栓塞栓性合併症や血管解離などの報告がある。バルーン拡張に伴う血管壁へのメカニカルストレスには、ずり応力、伸展、圧力に分類される。各アシストバルーンには、注入量に対する拡張径の記載や推奨注入量、最大注入量の記載はあるが、各拡張径でのバルーン内圧の記載はない。以上より、本実験は、バルーン内圧を数値化することにより相対的な血管壁に対するメカニカルストレスの評価が可能であり、安全性という観点からも有用性は高い。各アシストバルーンによる圧格差が生じる最大の理由は、バルーンルーメンの素材の相違であると考えている。Shouryu balloon は、スチレン系エラストマーを採用している。エラストマーとは、弾力を表す elastic と重合体を表す polymer を合わせた造語である。スチレン系エラストマーは、ソフトセグメントとして、弾性を付与するためのゴム成分であり、柔らかい性質を与える役割を持ち、ハードセグメントは高温では流動するものの、常温では変形を阻止する拘束的な役割を持っている。本実験結果より、Shouryu balloon の素材であるスチレン系エラストマーは、伸縮性に優れていることが示唆された。一方、Hyperform balloon や、Transform balloon は過拡張時のバルーン内圧は、やや高圧であった。バルーンルーメンの素材は、クロロブレンであり弾力性に優れていることが示唆された。アシストバルーンは、シングルルーメンとダブルルーメンに分けられる。シングルルーメンバルーンは、Shouryu balloon、Hyperform balloon、Transform balloon である。ダブルルーメンバルーンは、Scepter balloon である。シングルルーメンバルーンはカテーテル先端をワイヤーでシールすることでバルーンの拡張が可能となるが、誘導性に乏しいという欠点がある。一方、ダブルルーメンバルーンは誘導性に優れているが、シングルルーメンバルーンと比較し拡張、収縮に時間を要し、拡張時の手元に若干の抵抗を感じる。この現象から、バルーンルーメンの弾力性が強く、バルーンの内圧は高い印象を抱いていた。しかし、4.5mm までの拡張においても、Scepter balloon は Shouryu balloon の次に内圧が低圧であった。

結語:各アシストバルーンは拡張時に圧格差があり、数値化することで、安全性評価の1つの指標となった。本実験は、各アシストバルーンの使用法による選択が可能となり、安全な脳血管内治療に寄与する実験であった。

1. 学位審査の要旨および担当者

学位番号甲第 692 号	氏 名	竹 内 昌 孝
学位審査担当者	主 査	周 郷 延 雄
	副 査	五 味 達 哉
	副 査	堀 正 明
	副 査	根 本 匡 章
	副 査	狩 野 修

学位論文の審査結果の要旨 :

脳動脈瘤コイル塞栓術におけるバルーン支援技術は、脳動脈瘤頸部のリモデリングや穿通枝の保護など様々な用途がある。一方で、術中の血管内でのバルーンの膨隆程度については放射線画像上で形体的変化としてとらえられるものの、バルーン内の圧変化や、各バルーン別での差異についてはいまだ明らかにされていない。本研究では T 字型に接合された空洞のシリコンモデルを用いて、各補助バルーンが一定の突出程度(3.5mm, 4.0mm, 4.5mm)まで膨隆する圧を測定し、それぞれのバルーンの特徴および差異を検討した。研究方法として直径 3mm の T 字型シリコン血管モデル内で生理食塩水を注入して膨らませ、ファイバー圧力センサーで圧を測定した。バルーンは SHOURYU HR (4mm×7mm と 7mm×7mm)、HyperForm (4mm×7mm と 7mm×7mm)、Scepter XC (4mm×11mm)、TransForm SC (4mm×7mm) の 6 種類であった。その結果、バルーンを突出レベル 3.5mm まで膨らませるのに必要な圧力は SHOURYU HR (4mm×7mm) で最低であった。4.5mm までの膨隆長に必要な圧力は、SHOURYU HR (7mm×7mm) で最も低く、HyperForm (4mm×7mm、7mm×7mm) および TransForm SC (4mm×7mm) では圧が 700mmHg とファイバー圧力センサーの計測値外に達したため測定できなかった。測定誤差はすべての補助バルーンで 5mmHg 以内であった。本研究では、各補助バルーン間の内圧の差異が示された。SHOURYU HR (4mm×7mm と 7mm×7mm) は、低い内圧で容易に膨隆することから不規則な形状の脳動脈瘤や広い動脈瘤頸部のリモデリングに適していると考えられた。

2021 年 7 月 28 日 19 時から学位審査会が行われ、審査委員から、シリコン血管自体の変形の程度、圧測定回数の設定、本研究のバルーン支援技術の安全性への寄与など多数の質問がなされ、申請者はすべての質問に対して明確に返答していた。本研究は脳血管内治療の各補助バルーンにおける内圧変化に着目した点で新規性が高く、臨床的にも適切な補助バルーンの選択およびその安全性に寄与する有用な研究であり、審査委員全員から学位授与にふさわしい研究であると判断された。