



Title	Expandable Metallic Stent の拡張力に関する基礎実験
Author(s)	斎藤, 誠一郎; 澤田, 敏; 藤原, 義夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1990, 50(6), p. 686-688
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19997
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

研究速報

Expandable Metallic Stent の拡張力に関する基礎実験

鳥取大学医学部放射線医学教室

斎藤誠一郎	澤田 敏	藤原 義夫	小山 司
小谷 和彦	田辺 芳雄	谷川 昇	堀 郁子
吉田弘太郎	小西 義人	勝部 吉雄	

（平成2年1月24日受付）

（平成2年4月2日最終原稿受付）

Fundamental Experiment about Expansile Force of Expandable Metallic Stent

Seiichiro Saito, Satoshi Sawada, Yoshio Fujiwara, Tsukasa Koyama, Kazuhiko Kotani,
Yoshio Tanabe, Noboru Tanigawa, Ikuko Hori, Koutaro Yoshida,
Yoshito Konishi and Yoshio Katsube

Department of Radiology, Tottori University School of Medicine

Research Code No. : 209.9

Key Words : Expandable Metallic stent, Expansile force

So far expansile force of expandable metallic stent has been estimated by only wall-distending pressure P.

We estimated expansile force of stent by not only P but also a force per one unit length of wire F. F corresponds to the degree of digging into the vessel wall.

P and F were thought to be useful in selecting the best stent.

I. 結 言

Gianturco らにより開発された Expandable Metallic Stent¹⁾（以下ステントと略）は血管はもとより胆道や気管においても臨床応用が始まっており、さらに消化管や尿路への使用も検討されている。しかし、各症例に最適なステントの諸条件を知る上で必要となるステントの拡張力に関しては Fallone らの報告²⁾を見るにすぎない。

今回、筆者らは、彼らの測定方法を用い、ワイヤー径、ペント数、ステント長、ステント径の異なった種々の Gianturco type のステントについて拡張力を測定し、ステントの拡張力を相対的に評価したので、その結果について報告する。

II. 実験方法

各種ステントを写真用フィルムに巻き、それを

分銅で引っ張り、分銅の重量とその時のステント径を測定した（Fig. 1）。但し、フィルム自体の剛性や弾性等の種々の力学的要因を全て併せて復元力とみなし、フィルムだけを巻いて同様の測定を行なった後、実測値から差し引いた。ステントは Cook 社製 Guide Wire のコアに用いられている Stainless Steel Wire を用い、ワイヤー径、ペント数、ステント長およびステント径の異なる合計40種類のステントを作成した。即ち、ワイヤー径を0.013, 0.016, 0.018inch, ペント数を4, 6, 8箇所、ステント長を1, 2, 3cmのそれぞれ3種類づつとし、計27種類のステント（ステント径はペント長と同じ）、又、ステント長が3cmで、ステント径が2, 3, 4cmのステントも別に作成した。

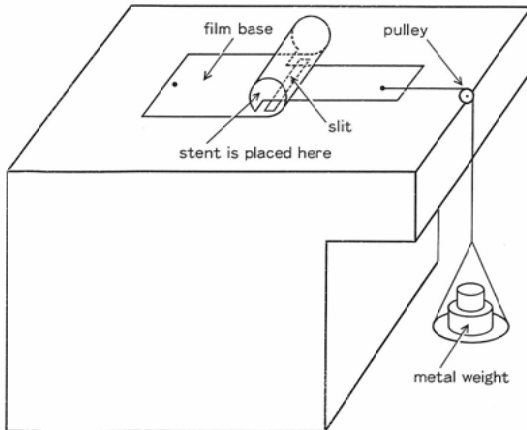


Fig. 1 Measurement apparatus.

III. 結 果

1) ワイヤ径が異なる場合

ベント数, スtent長およびstent径が一定でワイヤ径が0.013, 0.016および0.018inchの3種類のstentにおいて, stent径の変化率 $\Delta R/R_0$ と分銅の重さ W との関係は, Fig. 2Aに示す如く, ワイヤ径が太い程, 同一の変化率をもたらすために必要な分銅の重さは大であった。

2) ベント数が異なる場合

ワイヤ径, stent長およびstent径が一定でベント数が4, 6, 8箇の3種類のstentにおいて $\Delta R/R_0$ と W との関係は Fig. 2Bに示す如く, ベント数が少ない程, 同一の変化率をもたらすために必要な分銅の重さは大であった。

3) Stent長が異なる場合

ワイヤ径, ベント数およびstent径が一定でベント長が1, 2, 3cmの3種類のstentにおいて $\Delta R/R_0$ と W との関係は Fig. 2Cの如く, stent長が短くなる程, 同一の変化率をもたらすために必要な分銅の重さは大であった。

4) Stent径が異なる場合

ワイヤ径, ベント数およびstent長が一定でstent径が2, 3, 4cmの3種類のstentにおいて $\Delta R/R_0$ と W との関係は Fig. 2Dの如く, stent径が異なっても, 同一の変化率をもたらすために必要な分銅の重さは一定であった。

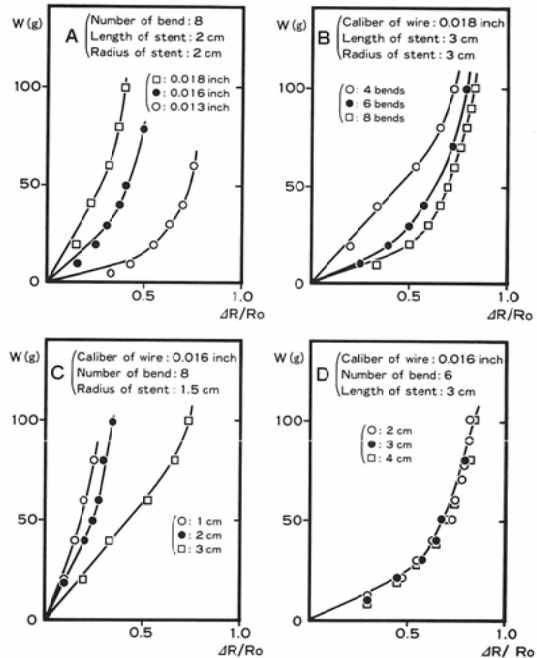


Fig. 2 Relation between $\Delta R/R_0$ and W (g) in the case of different caliber of wire (2-A), different number of bend (2-B), different length of stent (2-C) and different radius of stent (2-D).

IV. 考 案

筆者らは Fallone ら²⁾と同様の結果を得たが, ベント数に関しては Wright らの報告¹⁾とは逆であった。又, Fallone ら²⁾はstentに Laplace の定理を適用して, wall-distending pressure P をstent拡張力の指標に用いているが, 臨床的にstentを挿入する管腔には弾性が存在するので局所的な食い込みがみられる。この食い込みが強すぎるとstentが管腔を穿通し, 食い込まなければ移動しやすくstentの表面を内膜が覆わない。このため, stentには適度な食い込みが必要であると考えられる。又, 圧力が同じでも管腔自体の弾性とワイヤの要素が異なればstentが局所的に管腔に食い込む程度が異なるのでstentの拡張力を評価するためには, 圧力だけでなくワイヤが管腔に食い込む程度も考慮する必要がある。ここである管腔に対してワイヤ径を一定として線とみなし, ワイヤに均一な力がかかるとすると, 管腔への食い込み度はstentの単

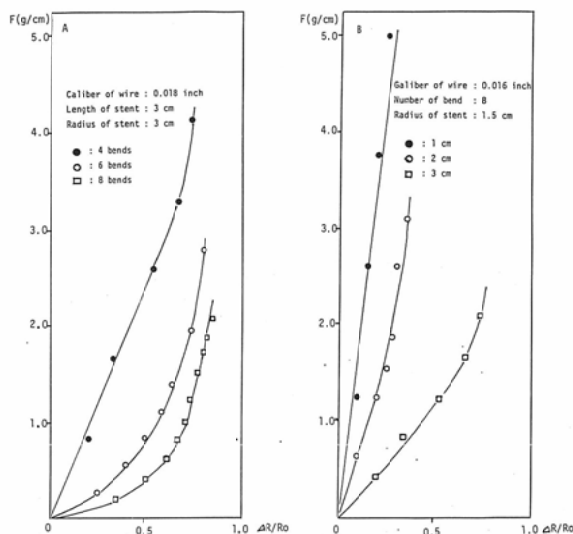


Fig. 3 Relation between $\Delta R/R_0$ and F (g/cm) in the case of different number of bend (3-A) and different length of stent (3-B).

位長さにかかる力 F に依存するので F は食い込み度を相対的に評価するための 1 つの指標になり得ると考えられた。更に, Fallon²⁾ はステント径が Full Expansion の状態 (R_0) の 50% 以下の状態も考慮して近似式を求めているが, 臨床的には Hooke の法則が成立する 70~90% の範囲内で使用されることが多く, ベント数を N , ステント長

を L , ステントの高さを H (収縮時には $H \approx L$), ステントの半径を R とし, その時の分銅の重量を W , ステントの半径の変化量を ΔR , 弾性定数を k とすると圧力 P は

$$P = W/2\pi R_0 H \quad W = k\Delta R$$

$$\{H = \sqrt{L^2 - 4R^2 \sin^2(\pi/2N)}\}$$

で表され, ワイヤの単位長さにかかる力 F は

$$F = W/2NL = k\Delta R/2NL$$

で表される。ステント径の変化率 $\Delta R/R_0$ と F (g/cm) との関係を Fig. 3 に示す。

今後は拡張力と生体反応との関係を実験的に調べてみる必要があると考えられる。

V. 結 論

ステントの拡張力に関して基礎実験を行ない, その結果を報告するとともに, 拡張力を相対的に評価するための数式を考案した。

稿を終えるにあたり, 御指導と御校閲を賜った鳥取大学教養部物理学教室, 逢坂 豪教授に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Wright KC, Wallace S, Gianturco C, et al: Percutaneous endovascular stents: An experimental evaluation. Radiology 156: 69-72, 1985
- 2) Fallon BG, Wallace S, Gianturco C: Elastic characteristics of the self-expanding metallic stents. Invest Radiol 23: 370-376, 1988