

## ESDのための鉗子システムの開発

## Development of the forceps system for ESD

○大森統就(芝工大) 鈴木啓太(株式会社ナノ・グレインズ)

和田則仁(慶応大) 高橋良至(東洋大) 米田隆志(芝工大)

Tsunenari OMORI, Shibaura Institute of Technology

Keita SUZUKI, Nano grains Co.,Ltd

Norihito WADA, Keio University

Yoshiki TAKAHASHI, Toyo University

Takshi KOMEDA, Shibaura Institute of Technology

**Abstract:** ESD(Endoscopic Submucosal Dissection) attracts attention as the cure that can remove a tumor surgically without cutting the abdomen using the endoscope. However, there is a fault that treatment is long time because a procedure time is a high degree of difficulty. Grasping forceps exists to supplement this, but might damage the inside of the stomach because the tip is sharp. Therefore I developed the adsorption-type forceps using the vacuum pump. This adheres to a tumor by absorption pressure and forceps to pull. By the suction pad portion and flexible material, and allow for complex shapes without damaging the body. Having developed a flexible vacuum pad tip small to withstand use in an endoscope improves the adsorption efficiency is reported.

**Key Words:** ESD, Vacuum pad, Adsorption-type Forceps

## 1. 序論

近年、胃がんは検診受診率および、診断技術の向上により、切除部分が最小限で済む早期発見の症例が増え、低侵襲治療が可能となった。様々な低侵襲治療がある中でESD(Endoscopic Submucosal Dissection)は、腹部を切開せずに20[mm]以上の腫瘍を切除できる早期胃がんの治療法として注目されている。ESDは、高周波ナイフを用いて局所的に病変を削り取るため、より大きな病変を一括切除可能である。一方、内視鏡からの画像は病変の確認が難しく、手技時間の長期化や、出血頻度が高くなるといった欠点がある。その解決方法の一つに、Fig.1に示す外把持鉗子を用いる方法がある<sup>[1]</sup>。しかし、この方法は鉗子の先端が鰐口形状であるため、患部や周辺部位を傷つける危険がある。したがって、患部や周辺部位を傷つけずに視野拡大が可能な鉗子の開発が求められる。

本研究では、術中の視野狭窄の問題を解決するため、患部や周辺部位を損傷することなく牽引し、術野を広げることの可能な鉗子を開発することを目的とする。本論文では、吸着パッド部を柔軟な素材とすることで、体内を傷つけることなく複雑な形状に対応できるようにした。吸着効率を向上させるとともに内視鏡での使用に耐えられる小型でフレキシブルな真空パッド先端部を開発したので報告する。

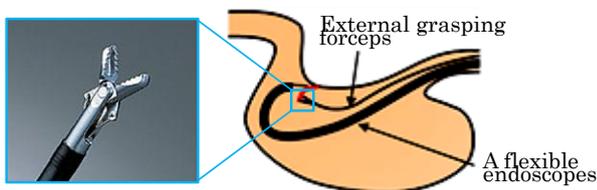


Fig.1 Schematic view of the outside grasping forceps

## 2. 吸着式鉗子の構成

開発中の吸着式鉗子は、Fig.2に示すように、粘膜層を点ではなく平面として牽引するため、3個の真空パッドを用いて患部を牽引するものである。シリコン素材でベローズ形状の真空パッドを用いることで、凹凸のある面にも吸着可能である。また、位置を特定できるよう、綿糸やワイヤーを使って先端部を左右に振る機能を有している。

吸着式鉗子としては、Fig.3のように、吸引圧を真空ポンプによって発揮させることで吸着を行う。吸引圧は電空レギュレータによって任意に制御を行い、保持対象の部位や形状に合わせて調節することで、患部を傷つけず安全に保持・牽引を行う。また、保持の際に吸引される血液や粘液、胃の内容物などをリザーバに溜めることで、チューブのつまりを防止する。さらに、それぞれのパッドに逆止弁を付けることで、3つの真空パッドのうち1つまたは2つが患部から外れても残りの真空パッドで吸着することが可能となる。

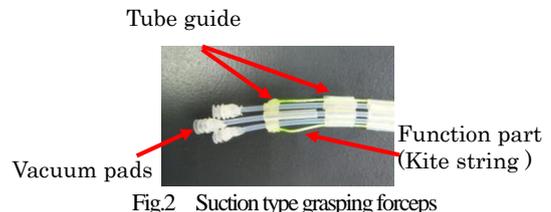


Fig.2 Suction type grasping forceps

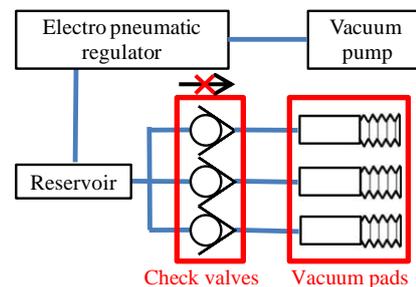


Fig.3 System description

## 3. パッドサイズの影響

昨年度までに開発した吸着式鉗子のガイド部はFig.2に示すように、吸引するチューブより径が大きいパッドを先端に用いていた。これには、先端外径が大きくなってしまいう問題点があるため、真空パッドの改良を行うこととした。改良前の真空パッドは外径5.0[mm]のベローズであったが、さらに細いFig.4に示す外径2.0[mm]、内径1.0[mm]で形状はベローズ2.5段とした。外径を2.0[mm]にすることにより小型化が図られ、安全に消化管を通過可能と考えられる。

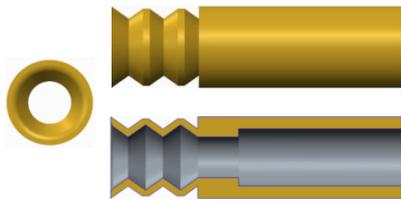


Fig.4 New vacuum pad

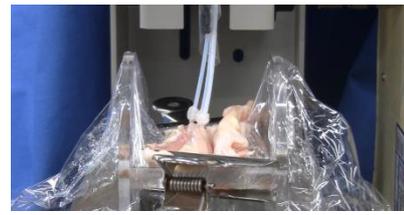


Fig.6 Experiment image

4. 類似サイズ真空パッドによる保持力比較実験

4-1. 実験目的および方法

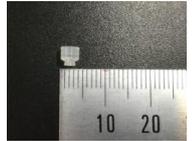
Fig.4 に示した新規真空パッドの型製作のため、内径が同程度かつ類似した形状の真空パッドを用いて十分な保持力を得られるか評価および、従来の真空パッドとの保持力の比較を目的として実験を行った。実験に用いた真空パッドの仕様を Table 1 に示す。これは、(A)が従来の真空パッドのもので(B)が類似サイズの真空パッドの仕様である。

実験は、Fig.5, Fig.6 に示すように、自動式スタンド上に取り付けられた固定台上に豚の胃を固定し、スタンドのストローク部に取り付けたフォースゲージを介して、吸着式鉗子で豚の胃を吸着しながら牽引した。吸引圧は-50[kPa]とし、真空パッドは1本~3本で変化させ、それぞれ保持力をフォースゲージで計測しPCで計測データを取り込んだ。豚の胃を牽引してから真空パッドが外れるまでを1試行とし、試行はそれぞれ30試行を行った。

また、保持力[N]の理論値は式(1)のように真空パッドの内径の面積 $\pi r^2$ [mm<sup>2</sup>]と真空ポンプにより出力し、真空レギュレータにより制御した吸引圧 P[kPa]の関係により表すことが可能である。

$$F = \frac{\pi r^2 P}{10} \quad (1)$$

Table 1 Specification of vacuum pad

	(A)	(B)
Inner diameter[mm]	2.0	1.0
Outer diameter[mm]	5.0	2.0
Shape	2.5 step of bellows	0.5 step of bellows
Manufacturer	OHTANI	CONVUM
		

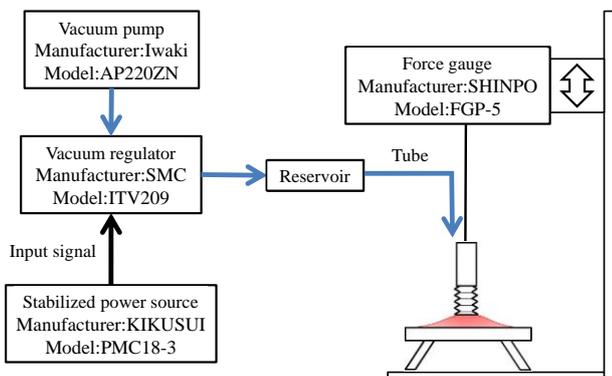


Fig.5 Condition of the experiment

4-2. 結果および考察

真空パッド(A)と(B)の比較を Fig.7, 真空パッド(B)の保持力の実測値と理論値の比較を Fig.8 に示す。新規真空パッドと同様の内径である(B)は、従来使用していた(A)と比較すると保持力が減少した。これは、(A)に対して(B)の吸着面積が小さいためである。また、先行研究において腫瘍の安定した牽引を行うために必要な保持力は 0.3 [N] とされており、パッド 3 個でも実現できていない。しかし、今回用いた(B)は 0.5 段ベローズである。より柔軟性の高い 2.5 段にすることで、保持力の向上が期待できる。

理論値と実測値の比較では、式により算出した値である理論値より実測値が高い値を示した。これは豚の胃が剛体でないため、吸引によってパッド内に組織が入り込むことが理由と考えられる。従って、理論値よりも小さな面積でも実現可能である。

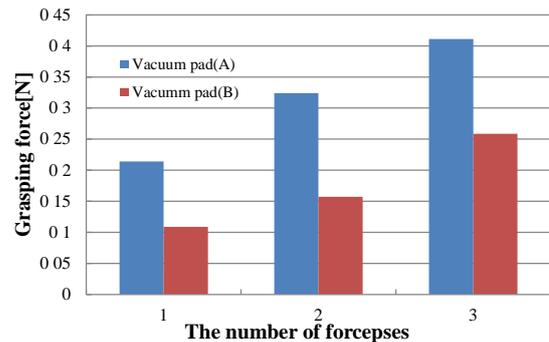


Fig.7 Comparison between A and grasping force to B

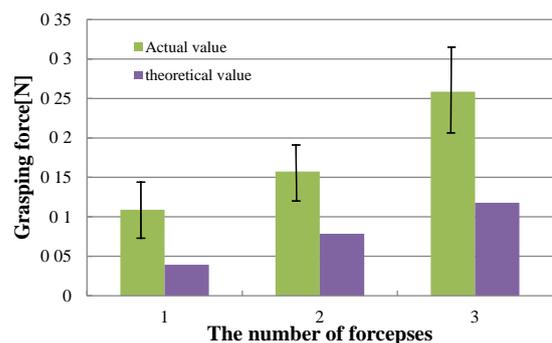


Fig.8 Comparison between theoretical value and actual value

5. 結論

ESDの手技時間短縮および胃の損傷を防ぐため、吸着式鉗子の開発を行った。今後は、新規真空パッドにより保持力の評価を行い、安定した牽引が可能かを検証する。

参考文献

- 1) 後藤田卓, 小田一郎, ガンを切らずに直す内視鏡治療「ESD」がわかる本, 講談社, p.10, 2011
- 2) 色紙江美 内視鏡手術ツールシステムの開発-ESD 用ツールの開発- 芝浦工業大学修士論文, 2012