

# 内視鏡を介した病原体伝播とその検査法

## Propagation of pathogen via endoscope and its examination

あさ り せい し  
浅 利 誠 志  
Seishi ASARI

### はじめに

高度先進医療技術が広く国民に提供されるようになった現在、感染症や癌診断・治療に有用な各種内視鏡検査（呼吸器、消化器、膣、喉頭など）の医療における役割は重要である。しかし、一方では検査後内視鏡の適正な消毒が行われていない施設も多いため呼吸器内視鏡使用後の多剤耐性結核菌による感染例<sup>1)</sup>や十二指腸鏡を介した薬剤耐性菌（superbugs）の伝播の危険性が指摘<sup>2)</sup>されている。また、2015年2月19日に米国食品医薬品局（FDA）から出された注意勧告<sup>3)</sup>によると UCLA 医療センターで CRE（カルバペネム耐性腸内細菌）に多数の患者が感染した事例や 2013 年の 1 年間で 75 件の感染報告例（179 名が CRE に感染、7 名が発症し 2 名が死亡）などが紹介されている。ところが、医療の質の向上が求められている現在、これだけの感染事例が確認されているにも関わらず日米共に内視鏡消毒後の安全性を確認する細菌検査は義務化されていない。

これまで国内の病院の感染管理は、先進諸国に比し非常に遅れていたが 1995 年 7 月 27 日に厚生労働省直轄の公益財団法人日本医療機能評価機構の設立を機に国内の医療施設の組織的な質の改善が始まった。その後、2012 年診療報酬の改定に伴い感染防止対策加算 1（400 点）と加算 2（100 点）が新たに設けられ、組織的な感染管理体制の構築にそれなりの成果が得られた。しかながら、感染管理・対策のために必要な具体的な微生物検査を行う体制作りが進んでいないのが現状である。微生物検査室の本来の

業務である患者の感染症検査に関しても処理限度を超えている少人数制の国内の微生物検査室に対して、検査人員と勤務体制を考慮せずに各種の感染管理業務（内視鏡感染管理、遺伝子診断による薬剤耐性菌検査、各種サーベイランスの実施、手術場環境調査、透析室管理、滅菌管理、アウトブレイク時のウイルス抗体検査など）を要求しても実施は困難である。私は 1980 年大阪大学医学部附属病院に感染症相談室を設けて以降、内視鏡の汚染検査を実施し安全な再使用を提言してきた。ここでは汚染検査が必要な理由と検査方法および実施するための問題点を考察する。

### I. 内視鏡使用後に汚染検査が必要な理由

使用後の内視鏡は、乾燥を防ぎ速やかに洗浄・消毒を実施するのが原則である。これは、内視鏡の吸引チャンネルと送気・送水チャンネルが体液・血液等に曝露されるため、直ちに洗浄しないと付着した汚染物質が固着乾燥してしまうためである。しかしながら、内視鏡検査室と洗浄室の配置、搬送・洗浄人員、夜間就労体制などのさまざまな事情により多くの施設で全ての内視鏡について理想的な洗浄が出来ないのが実状である。

本稿では具体的な洗浄・消毒法については紙面の都合上割愛するが、洗浄・消毒法のガイドラインとしては、日本環境感染学会、日本消化器内視鏡学会、日本消化器内視鏡技師会より出版されている「消化器内視鏡の感染制御に関するマルチソサエティ実践ガイド 改訂版・2013.」を参考にして頂きたい。こ

ここでは汚染の主な原因と対応法について解説する。

## 1. 内視鏡自動洗浄機の管理不備による汚染の現状

写真1は内視鏡自動洗浄装置の上面部、また、写真2は洗浄装置下部に設置されている水道水をろ過するための水フィルターである。この水フィルターは、直径が $0.22\mu\text{m}$ 程度のメンブランフィルターでフッ素樹脂やセルロースアセテートで作られた多孔性の膜である。このメンブランフィルターは、その表面のみで水道水中の不純物を保持・除去するが単位表面積あたりの許容残渣量が極めて少ないため、定期的(月に1回程度)に交換する必要がある。

このフィルターの交換回数を減らしたり数ヶ月以上も交換しないと、写真3のような水道水中に常在する抗酸性菌がメンブランフィルター上で増殖しフィルターの清潔側の濾過水からも検出される。水道水中には緑膿菌を始めとして細菌、原虫、カビな



写真1 内視鏡自動洗浄機上面



写真2 内視鏡自動洗浄機内のメンブランフィルター

どがたくさん含まれているためフィルター交換は重要である。この様な汚染水で洗浄した内視鏡は、洗浄終了後も内腔に抗酸性菌が大量に付着しているため特に呼吸器内視鏡で気管支肺胞洗浄液(Bronchoalveolar Lavage Fluid: BALF)を採取した場合、塗抹陽性・培養陰性という結果となる。この結果、気管支肺胞洗浄を実施した患者は、抗酸性菌感染症を疑われ一定期間後に再検査となるが再検査の時点でも内視鏡洗浄装置の汚染が回避されていない時は「抗酸性菌感染症」と誤診されかねない事態となる。このような交換ミスを防止するためには、内視鏡センターを設立し業務の一環として担当者がフィルターの交換日・交換日時を記録する。汚染を検査する臨床検査技師としては、洗浄機器の汚染の原因とその対策法を詳細に理解しておくことが新たな検査の開発に繋がる。

## 2. 内視鏡施行医師による汚染

喀痰・粘液・血液などの生体材料が付着した使用後の内視鏡は、時間の経過に伴い材料が管腔内外に固着し手洗いおよび自動洗浄でも落ちにくくなる。このため夜間に内視鏡検査を行い直ちに洗浄できない時は、内視鏡表面をガーゼ清拭後内視鏡チャンネル内に洗剤を200ml以上何度かに分けて吸引しチャンネル内部に残留している血液や粘液などを除去する。さらに送気・送水チャンネルへの送水後に保湿スプレーを噴霧し半透明のビニール袋に入れ乾燥を防いで保管する。この操作においては先端部の破損に十分に留意する。内視鏡を行う全ての医師・スタッ



写真3 メンブランフィルター濾過水中の抗酸性菌  
(写真3は巻末のカラーページに掲載しています。)

フおよび検査を行う臨床検査技師に対して年に1～2回の講習会を開催し最低1回の受講を義務付けることが望ましい。

### 3. 洗浄ブラシ・予備洗浄液の不備による汚染

#### 1) 洗浄ブラシによる汚染

現在、内視鏡洗浄ブラシは使い捨てが主流で種々の形状のブラシが発売されているがコスト面の都合で再使用している施設も多い。写真4は、某病院で実際に使用されていた洗浄ブラシであるが使用していた医師は疑問も持たずに毛の抜けたブラシで一生懸命洗っていた。一人で洗浄を行っているところのようなケースも稀ではない。これまで洗浄ブラシは、流し台の蛇口などに放置されていたが各種細菌が付着し増殖の場となるブラシは使い捨て、または十分な洗浄・消毒の後に再使用し短期間で廃棄することが望ましい。

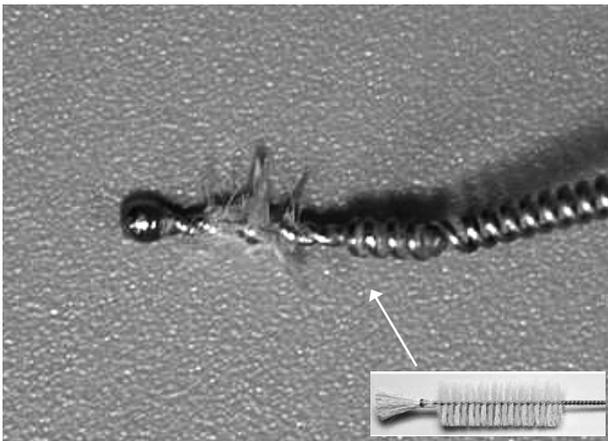


写真4 毛の無い洗浄ブラシ

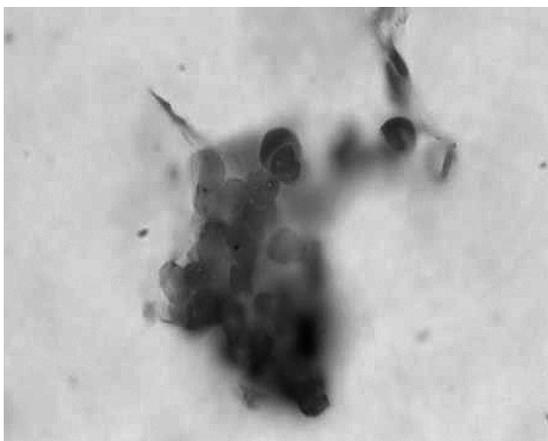


写真5 血液成分

#### 2) 内視鏡の予備洗浄液（酵素洗剤）使用の重要性

内視鏡の送気・送水ノズルの詰まりは、各種細胞成分や脂質成分が主な原因である。これらは乾燥するとノズルや管腔壁に固着し取れ難くなるため効果的に除去するためには蛋白・脂質を分解する酵素洗剤（温度：40～50℃、30分以上のつけ置き）の使用が有効である。ただし、活性は36℃～37℃付近で最も高くなるが酵素自身も蛋白であるため60℃以上では失活する。また、酵素洗剤の使用を軽視している施設もあるが、頻回に繰り返し使用される内視鏡を安全に長くトラブルなく使用するには酵素洗剤の使用は重要である。

写真5, 6は内視鏡の汚染検査洗浄液中に確認された患者由来の血液成分（赤血球）と細胞・粘液成分である。このような蛋白・脂質由来が多いため内視鏡の予備洗浄に酵素洗剤は欠かせない。

### 4. 内部構造の認識（洗浄しにくい理由）

写真7は国内で汎用されている内視鏡の吸引部を分解したときの内部構造である。驚くことに内部の吸引管は直線ではなく90度近く曲がった箇所が3カ所も見られる。この曲った構造が洗浄に支障をきたしていることは素人でも理解できる。1994年に内視鏡製造メーカーに構造の改善をたずねてみたが技術的に困難であるとの回答であった。洗浄スタッフは、内視鏡がこのような構造であることを認識しておく必要がある。また、製造企業にも洗浄効率が良く汚染の危険性が低い「安全な内視鏡」の開発を考えてほしいものである。

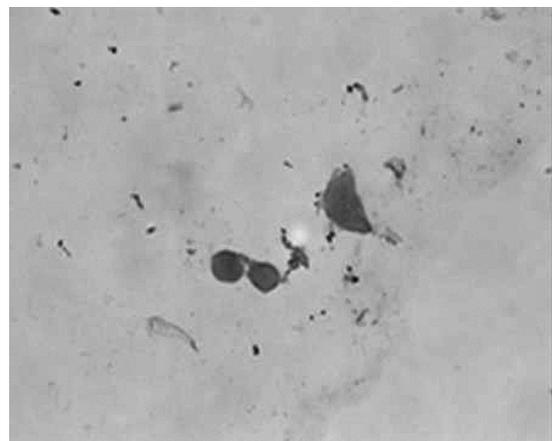


写真6 細胞・粘液成分

（写真5, 6は巻末のカラーページに掲載しています。）

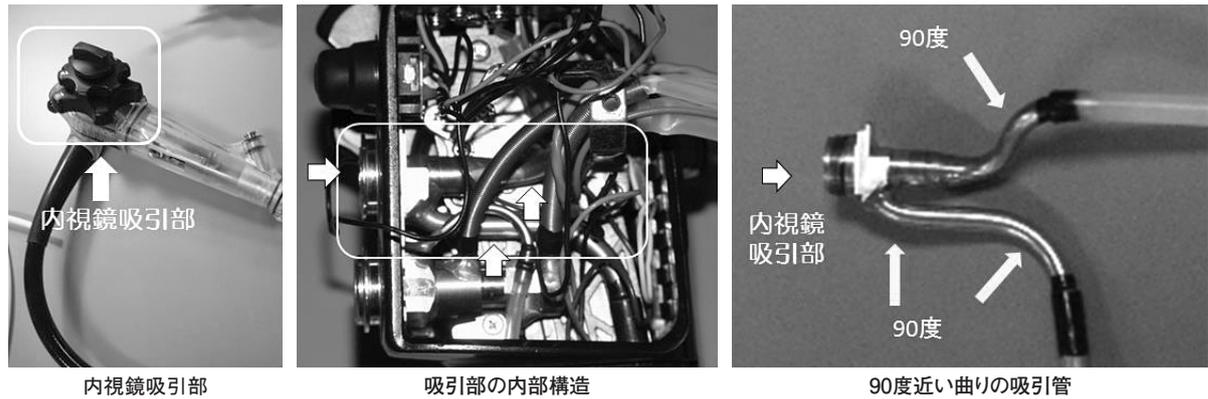


写真7

## II. 内視鏡汚染の検査法

内視鏡の汚染検査法に定まった方法はない。ポイントとしては、洗浄・消毒済みの内視鏡内腔を滅菌生理食塩水（以下、生食水）で強く吸引とフラッシングを無菌的に繰り返すという点である。内視鏡装置管理が専門の臨床工学士、培養検査する臨床検査技師、内視鏡の扱いに慣れた看護師などがチームを組み事前によく話し合ったのち2～3名で行う。

### 1. 洗浄消毒済み内視鏡の汚染検査法

#### 1) 洗浄方法

- ① 15～20mLの生食水を入れた太口の滅菌試験管（50～100mL容器）に内視鏡先端を浸す。  
（写真8）

写真8 内視鏡汚染調査方法  
（サンプル採取）

- ② 鉗子口より注射器で滅菌生食水を吸引する。

（写真9）

- ③ 内視鏡内部を吸引した洗浄液を試験管内側に強くフラッシングし、①～③を15回繰り返す。この時、液が管外に漏れないように介助者は洗浄液が噴出する内視鏡先端から試験管底を徐々に離しながら調整する。

#### 2) 洗浄液の塗抹・培養検査法

洗浄液は、3000rpm、20分遠心後、その沈査をグラム染色とチール・ネルゼン染色を実施する。また、培養検査は一般細菌、真菌および抗酸性菌について行うが目的に応じて培地を追加する。培養困難なクリプトスポリジウム、赤痢アメーバや洗浄液からは発育し難いヘリコバクターなどは塗抹検査に重点を置く。また、CREやMDRP（多剤耐性緑膿菌）などの抗菌薬耐性菌を目的とする場合は、最終同定に

写真9 鉗子口より注射器で  
滅菌生食水を吸引する

留意し疑わしいコロニーが検出された場合は保健所、衛生研究所および国立感染症研などに相談する。なお、サンプリング開始から塗抹検査終了までの時間は約2時間を要する。

### 3) 内視鏡を介して汚染の可能性がある微生物・

#### 感染症

前記の塗抹・培養検査では証明が難しいが内視鏡を介して伝播の可能性の高い微生物が存在していることを知っておく必要がある。特に下記①～④の微生物による院内感染発生時は汚染源として疑う。

- ①大腸内視鏡：ノロウイルス、ロタウイルス、クリプトスポリジウム、クロストリジウム・ディフィシル、赤痢アメーバなど
- ②呼吸器内視鏡：クリプトコックス、アスペルギルス、コクシジオイデス、RSウイルス、レジオネラ、結核、非定型抗酸性菌、インフルエンザウイルスなど
- ③消化器内視鏡：ヘリコバクターなど
- ④全ての内視鏡：HBV (B型肝炎ウイルス)、HCV (C型肝炎ウイルス)、HIV (ヒト免疫不全ウイルス) など

## Ⅲ. 内視鏡汚染判明時の対応と検査データの紹介

### 1. 内視鏡の汚染判明時の対応

内視鏡汚染判明時の対応としては、表1に示すような対応を講じている。この対応は大阪大学病院内での対応であり、各施設の内視鏡の所有本数や検査回数・検査人員数等によって対応内容は異なる。

表1の項目2～4：塗抹または培養検査のいずれかが陽性（準汚染、汚染、濃厚汚染）と判定された

場合は直ちに汚染内視鏡を使用中止とし内視鏡を酵素洗剤に30分以上浸漬後、再度自動洗浄機による消毒・洗浄を実施し再検査を行う。また、同時に中材での洗浄・消毒法の現場確認、ブラシ・消毒剤交換・メンブランフィルター交換回数および自動洗浄機のメンテナンスチェックなどを実施し現場スタッフと話し合うことが大切である。2度目の洗浄消毒後に塗抹・培養検査が陰性なら使用可能とする。一方、2度の洗浄・消毒でも塗抹または培養が陽性の場合は、酵素洗剤浸漬と洗浄消毒を再度実施し陰性化しない場合は基本的にオーバーホールとし業者に委託する。

ここで注意すべき事項は、培養検査で大腸菌や緑膿菌などの一般細菌が検出されるということは、培養では検出が困難なウイルス、真菌、抗酸性菌、寄生虫類も死滅していない可能性が高いということを認識しておく。このような知識は、実際に感染管理を行っている専門家でないとは解らないため、アウトブレイク時の汚染源・感染源として認識しておくことが大切である。また、特に留意すべき事項は、汚染チェックは査察ではなく協力して清潔管理を行うという共通の意識を現場スタッフと共有することである。

### 2. 内視鏡汚染調査の現状

大阪大学医学部附属病院検査部では、1980年より散発的に年に2回程度内視鏡汚染調査を実施していたが2008年からは感染制御のための正式な検査部業務として定期的に汚染調査を開始した。これは、感染制御のための環境調査の重要性と臓器移植のための感染症遺伝子診断検査の拡充が病院内で真に理解され微生物検査室のスタッフが増員されたことが

表1 内視鏡の清浄度判定（大阪大学医学部附属病院・検査部）

| 項目 | 塗抹 | 培養 | 判定   | 対応   |
|----|----|----|------|--|
| 1  | -  | -  | 清浄   | 使用制限なし   |
| 2  | +  | -  | 準清浄  | 直ちに使用中止とし再度、酵素洗剤に浸漬後に自動洗浄機で洗浄後、塗抹検査が陰性なら使用可能とする。陽性の場合は汚染に準ずる。抗酸性菌が陽性の場合はフィルター交換時期をチェックする。  |
| 3  | -  | +  | 汚染   | 直ちに使用中止とし再度、酵素洗剤に浸漬後に自動洗浄機で洗浄後、培養検査が陰性なら使用可能とする。一方、2度目の洗浄後も塗抹・培養いずれかが陽性の場合は3度目の浸漬+洗浄・消毒を実施し陰性の場合は使用可能とする。一方、3度目の消毒でも塗抹・培養いずれかが陽性の場合は基本的にオーバーホールとし業者に委託する。オーバーホールは長期間内視鏡が使用できなくなるため施設の実状に応じた対応が必要である。 |
| 4  | +  | +  | 濃厚汚染 |  |

定期検査を行えるようになった理由である。

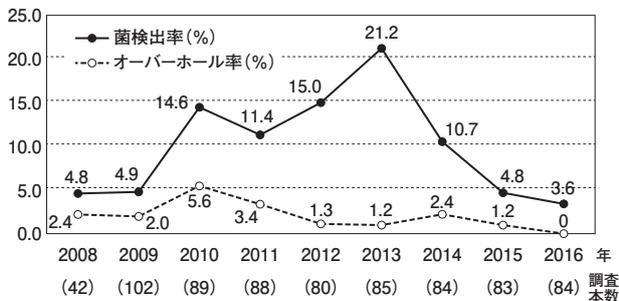
### 1) 過去 10 年間の汚染頻度の経年変化とその原因

図 1 に示したように内視鏡（上部消化管内視鏡、下部消化管内視鏡、気管支鏡：計 737 本）からの菌検出率は 2013 年をピークにその後減少傾向にある。2013 年に検出率が高くなっているのは、1 回目の培養検査が陽性でその後 1 回目の再洗浄・消毒で培養は陰性となるが、次の再検査で菌が検出される事例が多かったためである。これは内視鏡管腔内や吸引チャンネル内に比較的薄いバイオフィームが形成されていたためと考えられる。さらに、特定の内視鏡が何度も培養陽性になっていることも理由の一つとして挙げられる。これは新たに導入した内視鏡の性能が顕著に向上しているため使用頻度が増すためである。このように汚染率が上昇した時は、いつもと違う事項（新人スタッフの雇用、新型内視鏡の汎用、高頻度の夜間使用など）を考慮する。

### 2) 培養陽性内視鏡からの検出菌の内訳

汚染調査で培養陽性と判明したのは、上部消化管内視鏡は 43 本、下部消化管内視鏡は 30 本が陽性で気管支鏡はすべて陰性であった。検出菌は表 2 に示すように上部・下部内視鏡共にほぼ同様で、2 回目の洗浄・消毒後の場合でも 1 回目と同様の菌が検出されている。

この結果は、バイオフィーム内の深部に存在している菌は 2 回目の洗浄・消毒でも殺菌が困難なことを示唆している。これは、現在使用されている消毒剤（内視鏡ガイドライン推奨：過酢酸、グルタラル、フタラル）がバイオフィーム内へ浸潤し難いためである。このように一度バイオフィームが形成されると除去が非常に困難となるため使用直後の水



資料提供：満井友美 他 第32回日本環境感染学会総会2017 一部改変

図 1 内視鏡からの菌検出率  
(2008～2016年：のべ737本調査)

表 2 培養陽性内視鏡の内訳  
(2008～2016年：のべ737本調査)

#### 1. 洗浄度調査(1回目)

| 種類  | 上部消化管内視鏡                       | 下部消化管内視鏡                   |
|-----|--------------------------------|----------------------------|
| 本数  | 44                             | 32                         |
| 検出菌 | 腸内細菌、緑膿菌、ブドウ糖非発酵菌、カンジダ、グラム陽性桿菌 | 腸内細菌、緑膿菌、ブドウ糖非発酵菌、カンジダ、腸球菌 |

※気管支鏡：すべて培養陰性

#### 2. 洗浄度調査(2回洗浄消毒後)

| 種類  | 上部消化管内視鏡          | 下部消化管内視鏡 |
|-----|-------------------|----------|
| 本数  | 11                | 10       |
| 検出菌 | 1回目の洗浄度調査と同様の菌が検出 |          |

資料提供：満井友美 他 第32回日本環境感染学会総会2017 一部改変

洗・酵素洗剤への浸漬などの基本処理が汚染回避の鍵となる。

## IV. 安全安心のための内視鏡総合管理

内視鏡汚染低減化の工夫としては、個人で行える事項とチーム・組織で対応すべき事項を内視鏡スタッフに繰り返し教育することが基本である。

### 1. 職員教育の徹底

内視鏡汚染の現状と汚染の原因を講習会等を通じてスタッフに毎年認識させる。

### 2. 内視鏡センターの設立または内視鏡消毒の中央化の推進

300床以上の病院では内視鏡センターの設立、300床未満では内視鏡消毒の中央化の推進を奨める。特に内視鏡の消毒は手洗いが主で自動洗浄消毒装置を過信しないことを説明する。また、内視鏡自動洗浄消毒装置本体の衛生管理の徹底を図る。

### 3. 清潔維持のために臨床工学士または内視鏡専門看護師がすべき事項

院内における全ての内視鏡に背番号を付け使用者名、消毒時間、保管状況、使用頻度等のトレーサビリティの管理を徹底する。

### 4. 感染管理の面より臨床検査技師がすべき事項

定期的に内視鏡の汚染調査を実施・報告し汚染の防止を啓発する。また、汚染継続時は施設の実状に

応じて消毒回数やオーバーホールの条件を検討する。

## 5. 微生物検査室の体制整備と人材育成

患者由来材料の感染症検査は検査部微生物検査室で行うが、内視鏡の汚染確認や疫学統計処理などの多岐に渡る感染管理事項は検査部業務とは定められていない。これは、診療報酬のつかない感染管理検査は基本的に検査部で実施することが出来ないためである。このため現状では、感染防止対策加算で得た収入より検査費用を工面するか、または費用は病院公費とし検査は検査部に依頼するしかない。また、多岐に渡る感染管理業務を遂行していくためには、積極的に新たな業務を導入していく臨床検査技師の育成が、将来的に安全・安心の医療を支えていくためには必須である。

## おわりに

院内でだれが内視鏡汚染に気付き、その汚染を証

明できるのか？それは臨床検査技師である。また、だれが内視鏡の清潔度を長期的に維持管理できるのか？それは臨床工学士または内視鏡専門看護師である。将来的には、感染管理の必要性を自ら認識して自発的に新たな感染防止対策を行っていきけるチームが育ってほしいものである。

## 文 献

- 1) Agerton T, Valway S, Gore B, Pozsik C, et al. Transmission of a highly drug-resistant strain (strain W1) of *Mycobacterium tuberculosis*. Community outbreak and nosocomial transmission via a contaminated bronchoscope. *JAMA*. 1997 Oct 1; **278**(13): 1073-1077.
- 2) Muscarella LF. Risk of transmission of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae and related "superbugs" during gastrointestinal endoscopy. *World J Gastrointest Endosc*. 2014 Oct 16; **6**(10): 457-474.
- 3) FDA Safety Communication : Design of endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) duodenoscopes may impede effective cleaning. Feb 17, 2015.