

オリジナル記事

2022年8月2日 [印刷して先駆けて電子出版]
<https://doi.org/10.5946/ce.2021.210>
 pISSN: 2234-2400 • eISSN: 2234-2443



オープンアクセス

内視鏡再処理における新規チャンネル洗浄ボールブラシの有効性 : ランダム化比較試験

チョン・グアンヒョン¹、チョン・ドンチェ²、チェ・ウォン³、イ・ヒョヨン¹、オ・イルファン¹、ソン・ビョングワン¹

¹ 議政府乙支医療センター内科、消化器科、議政府乙支大学医学部、議政府、ソウル、乙支大学医学部、ノウォン乙支医療センター、臨床検査医学韓国、議政府、乙支大学医学部センター

³ 議政府乙支医療センター臨床検査科

² 部門

背景/目的 : 内視鏡チャンネルは洗浄が難しく、感染伝播の原因となる可能性がある。我々は、内視鏡チャンネル内に吸引され、通過時に内腔を掻き取り洗浄する新開発のチャンネル洗浄ボールブラシ (BB) の有効性を検討した。

方法 : 患者の検査に使用した上部消化管内視鏡および下部消化管内視鏡を、従来型ブラシ (CB) 群またはBB群に無作為に選択した。用手洗浄後、炭水化物、タンパク質、アデノシン三リン酸、およびヘモグロビンの有無を評価した。

結果 : CB群では56本、BB群では58本の内視鏡を洗浄した。炭水化物とタンパク質は、CB群でそれぞれ1本 (1.8%) と2本 (3.4%) の内視鏡で検出された ($p=1.000$)。ヘモグロビンは、CB群で1本 (1.8%) と3本 (5.2%) の内視鏡で観察された ($p=0.636$)。アデノシン三リン酸値は、CB群で 10.6 ± 15.9 、BB群で 12.5 ± 14.3 相対光単位であった ($p=0.496$)。CB群とBB群では、それぞれ27本 (48.2%) と19本 (32.8%) の内視鏡で微生物培養が陽性であった ($p=0.136$)。

結論 : 内視鏡的チャンネル洗浄プロセスにおいて、BB の有効性は CB の有効性と有意差がなかった。

キーワード : ボールブラシ、消毒、環境モニタリング、消化管内視鏡

導入

消化管内視鏡検査では、内視鏡が患者の粘膜に直接接触するため、感染伝播のリスクがあります。さらに、以下のような処置を行う際には粘膜バリアが破られるため、

内視鏡検査に伴う感染症は、患者自身の微生物叢から内因的に発生することもあります。ほとんどは内視鏡、内視鏡部品、再利用可能な内視鏡付属品など、以前の患者から伝染した病原菌や日和見微生物の媒介物となる可能性のある、不適切に再処理された機器による外因性感染です。^{2,4} 内視鏡検査を受ける患者間の交差感染を防ぐには、内視鏡の綿密な再処理が不可欠です。⁵⁻⁷

受付日: 2021年7月28日 改訂日: 2021年11月21日

受理日: 2021年12月5日

連絡先: ソン・ビョングワン 乙支大学医学部、議政府乙支医療センター、内科、消化器科、712 Dongil-ro, Uijeongbu 11759、韓国

Eメール: sbk1026@eulji.ac.kr

© これは、クリエイティブ コモンズ アトリビュション 非営利ライセンス (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) の条件に基づいて配布されるオープン アクセス記事です。このライセンスでは、元の作品が適切に引用されている限り、あらゆる媒体での非営利目的での無制限の使用、配布、複製が許可されます。

内視鏡チャンネルは、消化管内の様々な有機物や検体を吸引し、生検鉗子、ポリプ切除用スネア、注射針などの内視鏡の付属品を挿入するための通路です。これらの器具はチャンネル内に残留物を残しやすく、適切な洗浄・すすぎ工程が行われないと、残留物が固着してバイオフィルムを形成する可能性があります。^{8,9} 微生物がチャンネル内に埋め込まれると、

バイオフィルムを形成するため、プランクトン（自由浮遊性）微生物よりも洗浄化学物質に対する耐性が10～100倍高く、潜在的に有害な微生物を頻繁に放出します。4,10,11

内視鏡のチャンネルは細長い構造をしており、検査や洗浄が困難です。一般的に、内視鏡の再処理工程は、内視鏡の外部と内腔を手動で洗浄するステップと、内視鏡を高水準消毒液に浸漬して消毒するステップに分かれています。手動洗浄ステップでは、従来の内視鏡チャンネル洗浄方法として、チャンネルにブラシを挿入して汚れを掻き落とし、洗い流す方法が用いられています。5,7,12 このステップは、後続の消毒ステップを効果的に実施するために、完全に実施する必要があります。

しかし、このプロセスは煩雑で不完全になる可能性があります。内視鏡のシャフトを曲げた状態でブラッシングすると、ブラシは作業チャンネルの外壁に沿って移動し、ブラシの毛が湾曲部の内側にほとんど触れないことが分かっています。13 また、洗浄ブラシはチャンネル内に傷や破片を生じさせ、長期的には内視鏡に損傷を与える可能性があり、消毒プロセスの失敗につながる可能性があります。14

チャンネル洗浄ボールブラシ（BB）は、この欠点を補うために開発されたデバイスです。シリコン球体にマイクロファイバーを巻き付けた構造で、内視鏡チャンネル内に吸引され、通過時に内腔を掻き取り洗浄します。本研究は、消化器内視鏡のチャンネル洗浄におけるBBと従来のブラシ（CB）の効率を比較することを目的とした、企業主導の研究です。

方法

研究デザインと設定 本研究は、2020年8月から9月の間に二次紹介病院で実施されました。この病院では、年間約7,000件の上部消化管内視鏡検査と4,000件の下部消化管内視鏡検査を実施しており、関係者は全員5年以上の経験を持ち、韓国消化管内視鏡学会の監督下で毎年再処理研修とメンテナンス研修を受けています。本研究で使用した内視鏡はすべて、同病院に通院する患者の検査にも使用され、上部消化管内視鏡と下部消化管内視鏡をそれぞれ50台ずつ無作為に抽出し、コイントス法を用いてCB群とBB群に割り当てました。主要評価項目は、洗浄工程後の残留有機物で、オンサイト試験紙とアデノシン三リン酸（ATP）を用いて測定しました。

検査。副次的評価項目は微生物培養の結果であった。

BBと内視鏡革新的なBB

（EZジェットクリーンボール、Silverex社、韓国仁川）は内視鏡のチャンネルにフィットするように作られており、内腔径に応じて様々なサイズ（2.2、2.8、3.2、3.7、4.2mm）のボールが使用されています。このボールは、内視鏡のチャンネルの内径より0.5～1.0mm大きいマイクロファイバーで包まれたシリコンボールでできています。水に触れると、ボールは元のサイズ（約0.1mm）からわずかに膨張します。

（補足図1）。その後、内視鏡の先端で吸引します。この設計により、チャンネルの内腔を通過する際に内部を洗浄することができます（図1）。検査に使用した上部消化管内視鏡は、GIF-Q260およびGIF-H260（オリンパス、東京、日本、チャンネル径2.8mm、ユニバーサルコード径3.7mm）でした。下部消化管内視鏡としては、CF-Q260AL、CF-H260AL、CF-HQ290（オリンパス）を使用しました（チャンネル径はそれぞれ3.2、3.7、3.7mm、ユニバーサルコード径はすべて3.7mm）。

内視鏡の再処理と検体採取

内視鏡の再処理プロセスは、

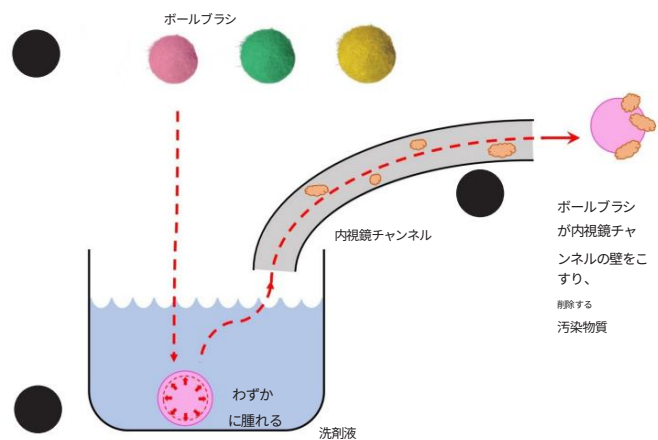


図1.ボールブラシ。(A) ボールブラシは、使用する内視鏡チャンネルのサイズに合わせて、左から順に2.8mm、3.2mm、3.7mmの3種類のサイズがあります。マイクロファイバーを巻いたシリコンボールでできています。(B) ボールブラシは水に入ると、元の大きさより少し膨らみます。(C) 内視鏡の先端でボールブラシを吸い込むと、内視鏡チャンネルの内腔を通過しながら内部を洗浄するように設計されています。

は、米国消化器内視鏡学会7、欧州消化器内視鏡学会5、韓国消化器内視鏡学会12が一般的に推奨する標準法に準拠しています。簡単に説明すると、内視鏡検査後の使用時点で前洗浄を実行し、その後内視鏡を再処理エリアに移動して手動洗浄を実行します。BB グループの手動洗浄手順では、適切なサイズの BB を 2 つ、酵素洗剤溶液に入れ、遠位端からチャンネルに沿って吸引します。次に、吸引バルブを取り外し、ユニバーサルコード (3.7 mm) の適切なサイズの BB を吸引シリンダーに取り付けます。吸引ボタンを再び取り付け、溶液を再度吸引してユニバーサルコードを洗浄します。CB グループでは、滅菌済みのディスポーザブル CB (VS-20B、Vision Medical、仁川、韓国) 方法が使用されました。ブラシはユニバーサルコードと内視鏡の遠位端の方向に挿入されました。

両グループともチャンネル洗浄後直ちにサンプルを採取し、米国保健福祉省、食品医薬品局、疾病管理予防センター、米国微生物学会が共同で開発した十二指腸鏡監視サンプリングおよび培養プロトコルを改変したフラッシュ・ブラシ・フラッシュ法を使用しました。15簡単に説明すると、サンプル収集容器を内視鏡の遠位端の下に置き、生検ポートに生理食塩水 20 mL を注入して器具のチャンネルをフラッシュし、サンプル収集容器内の液体を収集した。さらに、器具のチャンネルに空気を送り込み、残留液を収集した。次に、滅菌したチャンネル洗浄ブラシを生検ポートに挿入し、先端から液体を収集した。先端から出てきたブラシヘッドもワイヤー カッターで切断し、容器に収集した。続いて、生理食塩水と空気による液体フラッシュ処理を繰り返した。

残留有機物および微生物の評価微生物培養を含むすべての試験は、手作業による洗浄

直後（再処理手順の完了後ではない）に採取したサンプルを用いて実施しました。液体採取後直ちに、再処理担当者がChannelCheck16試験紙（Healthmark Industries、米国ミシガン州フレイザー）を用いて、残留炭水化物、タンパク質、およびヘモグロビンの存在を現場で評価しました。これは、試験紙を採取した液体に5秒間浸し、90秒間待機した後、色の変化を観察するというものでした。

炭水化物、タンパク質、ヘモグロビンの検出濃度は、それぞれ 25、30、0.25 µg/mL でした。微生物量は、再処理担当者が液体を採取した直後に綿棒 (Lucipac A3;18 Kikkoman Corp.) を使用する市販のオンサイト ATP 測定キットであるルミノメーター17 (Lu-mitester Smart; Kikkoman Corp., 千葉県) を使用してATP レベルで測定しました。ATP レベルは相対光単位 (RLU) で測定しました。ストリップテストで有機残留物が陽性の場合、または ATP テストで 40 RLU を超えた場合は、洗浄プロセスを再度実行して再テストを行い、ストリップテストが陰性であることを確認し、RLU 値が 40.18 未満に低下していることを確認しました。

微生物培養微生物の存在を確認する

ために、サンプル採取容器に採取した液に45 mLのDey-Engley中和培地（Sigma-Aldrich、米国ミズーリ州セントルイス）を加え、10〜20秒間ボルテックスミキサーで攪拌した。

その後、コンカルチュープに移し、3,500×gで15分間遠心分離した。ペレットを血液寒天培地に塗布し、35°C〜37°Cで72時間培養した。

微生物培養は、蘆原乙支医療センター、乙支大学の研究室で実施されました。

統計解析 内視鏡洗浄後の

残留有機物および微生物の検出に関する過去の研究が見つからなかったため、各群の目標サンプル数を任意に50、サンプル数を100と設定した。連続変数（ATPレベル）は平均±標準偏差として示し、2群の比較にはStudent t検定を使用した。カテゴリ変数（有機物および微生物培養物の存在）は数値（％）で示し、カイ二乗検定を使用して分析した。測定値は頻度と割合（％）で示す。両側p値<0.05を統計的に有意であると判断する。すべての統計解析はRソフトウェア（R for Windows V.4.0.0、The R Foundation for Statistical Computing、オーストリア、ウィーン）を使用して実施した。

倫理的な声明

本研究プロトコルは、乙支大学医学部附属ノウォン乙支医療センター倫理委員会（IRB番号：NON2020-002）の審査と承認を受けた。本研究はヒトを対象とした研究ではないため、インフォームド・コンセントは不要であった。本研究は倫理ガイドラインに従って実施された。



1975 年のヘルシンキ宣言の。

結果

内視鏡合計114
本の内視鏡を洗浄・検査し、計画数をわずかに上回った。CB洗浄は上部内視鏡29本、下部内視鏡27本、BB洗浄は上部内視鏡29本、下部内視鏡29本を洗浄した（表1）。上部消化管内視鏡検査に使用した内視鏡の機種は、管径2.8mmのGIF-Q260（オリンパス製）とGIF-H260であった。また、下部消化管内視鏡検査には、CF-Q260AL（管径3.2mm）、CF-H260AL、CF-HQ290（管径3.7mm）を使用した。上部消化管内視鏡検査と下部消化管内視鏡検査の比率に差はなかった。

（p=0.997）、内視鏡モデルの割合（p=0.963）は両群間で有意差がなかった。BBが内視鏡チャンネル内で詰まった症例はなかった。

残留炭水化物、タンパク質、ヘモグロビン洗浄プロセス後、CBグループとBBグループの内視鏡1本（1.8%）と2本（3.4%）で残留炭水化物とタンパク質が検出されました（p=1.000）。
同様に、CB群およびBB群では、それぞれ1台（1.8%）および2台（3.4%）の内視鏡で残留タンパク質が検出されました（p=1.000）。残留ヘモグロビンは、CB群およびBB群でそれぞれ1台（1.8%）および3台（5.2%）の内視鏡で陽性でした（p=0.636）（表2）。CB群では、残留炭水化物、タンパク質、ヘモグロビンがすべて1台の内視鏡で検出されたのに対し、BB群では、残留炭水化物、タンパク質、ヘモグロビンがすべて2台の内視鏡で検出されたのに対し、

表1.内視鏡の詳細

変数	ボールブラシ（n=58）	従来のブラシ（n=56）	p値
内視鏡検査 上部消化管内			0.997
視鏡検査 下部消化管内	29 (50.0)	29 (51.8)	
視鏡検査 内視鏡モデル	29 (50.0)	27 (48.2)	
GIF-Q260 (CD,2.8 mm)	19 (32.8)	21 (37.5)	0.963
GIF-H260 (CD,2.8 mm)	10 (17.2)	8 (14.3)	
CF-Q260AL (CD,3.2 mm)	10 (17.2)	11 (19.6)	
CF-H260AL (CD,3.7 mm)	8 (13.8)	7 (12.5)	
CF-HQ290 (CD,3.7 mm)	11 (19.0)	9 (16.1)	

値は数値 (%) として表示されます。
GI、胃腸、CD、管の直径。

表2.有効性アウトカム

変数	ボールブラシ（n=58）	従来のブラシ（n=56）	p値
テストストリップで陽性			
炭水化物	2 (3.4)	1 (1.8)	1.000
タンパク質	2 (3.4)	1 (1.8)	1.000
ヘモグロビン	3 (5.2)	1 (1.8)	0.636
ATP (RLU)	12.5±14.3	10.6±15.9	0.496
微生物培養			
文化に肯定的	19 (32.8)	27 (48.2)	0.136
CFU (数)			0.033
成長なし 1~10	39 (67.2)	29 (51.8)	
	13 (22.4)	17 (30.4)	
11~100	3 (5.2)	10 (17.9)	
>100	3 (5.2)	0	

値は数値 (%)または平均±標準偏差として表示されます。
ATP、アデノシン三リン酸、RLU、相対光単位、CFU、コロニー形成単位。

一方にはヘモグロビンが存在します。

ATPレベルと微生物培養の測定

チュア

ATPレベルはCBで10.6±15.9および12.5±14.3 RLUであった。

BB群では、2本の内視鏡でATPレベルが40 RLU以上（44 RLUおよび100 RLU）であり、CB群では1本の内視鏡でATPレベルが40 RLU以上（117 RLU）であった。CB群およびBB群では、それぞれ27本（48.2%）および19本（32.8%）の内視鏡で微生物培養が陽性であった（p=0.136）。各内視鏡のATPレベルおよび微生物培養の結果をBB群およびCB群に分類し、図3に示す。

および表3。

議論

ほとんどの微生物は洗浄中に除去され、

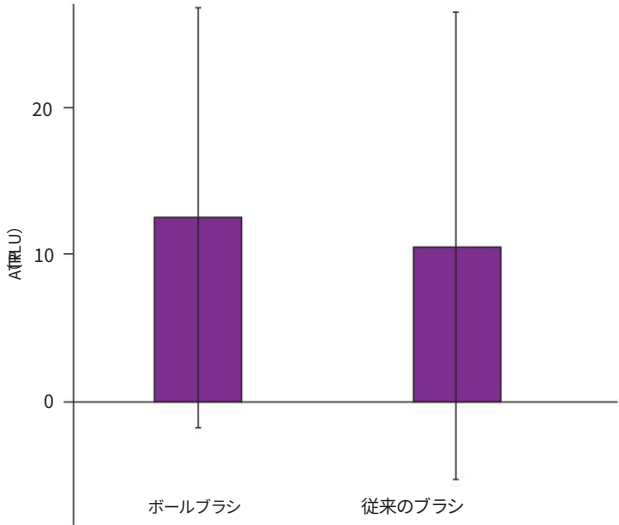


図2. ボールブラシ群と従来型ブラシ群のアデノシン三リン酸（ATP）レベルの比較。ヒゲの付いたバーは平均値と標準偏差を表す。RLUは相対光単位。

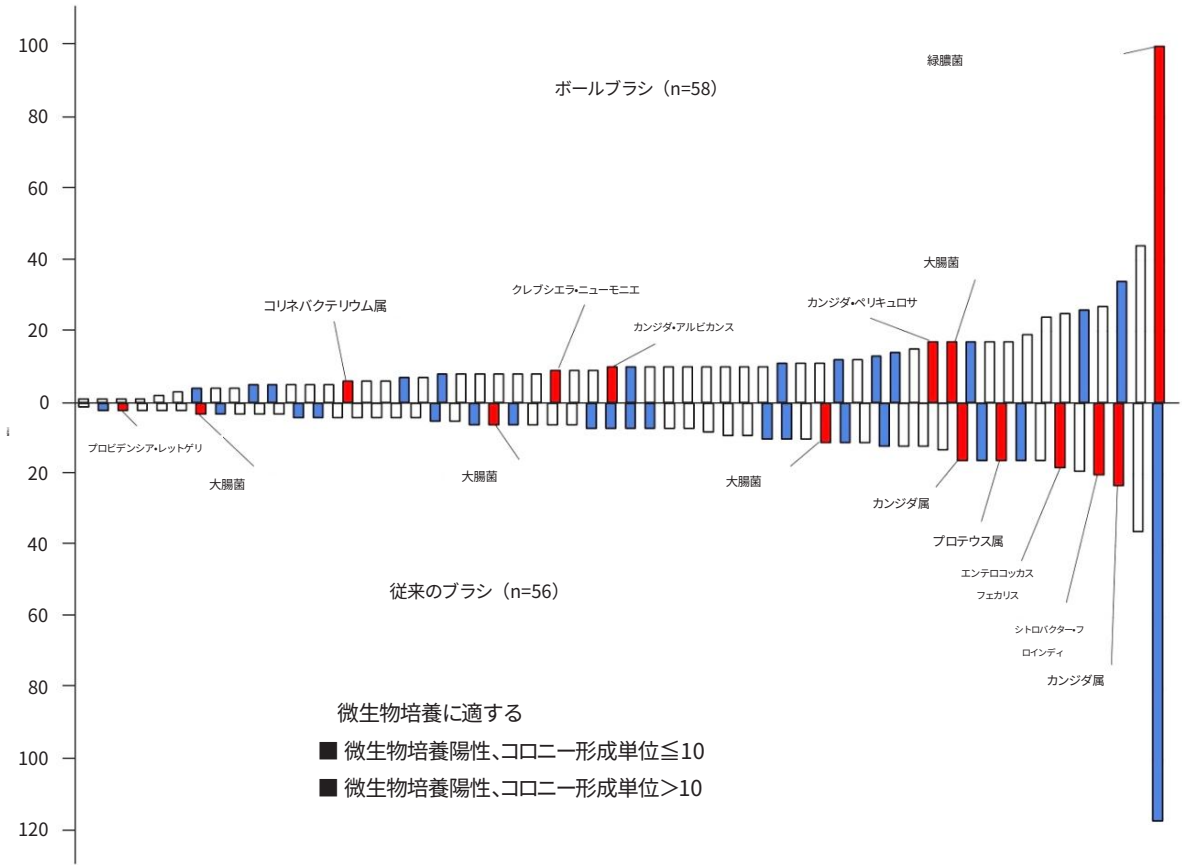


図3. 各内視鏡のアデノシン三リン酸（ATP）レベルと微生物培養結果。

表3.微生物培養結果と両群の対応するATPレベル

内視鏡の種類	ATP (RLU)	CFU (カウント)	微生物	注記
ボールブラシ群 (n=19)				
下層階 (HQ290)	5	1~10	アクロモバクター・デニトリフィカンス	
下部 (Q260AL)	12	1~10	凝固酵素陰性ブドウ球菌	
上段 (Q260)	34	1~10	凝固酵素陰性ブドウ球菌 炭水化物、タンパク質、ヘモグロビン+ストリップテスト	
下部 (H260AL)	8	1~10	エンテロバクター・クロアカエ垂種クロアカエ	
下層階 (HQ290)	5	1~10	大腸菌	
下部 (Q260AL)	11	1~10	大腸菌	
下層階 (HQ290)	17	1~10	大腸菌	
上部 (H260)	7	1~10	グラム陰性桿菌	
上部 (H260)	10	1~10	グラム陰性桿菌	
上段 (Q260)	13	1~10	グラム陽性桿菌	
上部 (H260)	4	1~10	グラム陽性桿菌	
上段 (Q260)	26	1~10	グラム陽性桿菌	
上部 (H260)	14	1~10	ステノトロフォモナス・マルトフィリア	
上段 (Q260)	6	11~100種のコリネバクテリウム属		
下部 (H260AL)	9	11~100 クレブシエラ・ニューモニエ		
下部 (Q260AL)	100	11~100 緑膿菌		ヘモグロビン+
上部 (H260)	10	>100 カンジダ・アルビカンス		
下部 (H260AL)	17	>100 カンジダ・ベリキユロサ		
下部 (Q260AL)	17	>100 大腸菌		
従来のブラシ群 (n=27)				
下部 (Q260AL)	10	1~10	カンジダ属	
下部 (Q260AL)	7	1~10	カンジダ属	
上部 (H260)	6	1~10	シトロバクター・フロインディ	
下部 (Q260AL)	7	1~10	凝固酵素陰性ブドウ球菌	
下層階 (HQ290)	12	1~10	エンテロコッカス・フェカリス	炭水化物、タンパク質、ヘモグロビン+ストリップテスト
上部 (H260)	7	1~10	大腸菌	
下層階 (HQ290)	11	1~10	大腸菌	
上段 (Q260)	16	1~10	大腸菌	
下層階 (HQ290)	117	1~10	大腸菌	
上部 (H260)	7	1~10	大腸菌	
上部 (H260)	2	1~10	大腸菌	
下部 (Q260AL)	4	1~10	大腸菌	
下層階 (HQ290)	4	1~10	大腸菌	
下部 (Q260AL)	5	1~10	大腸菌	
上部 (H260)	6	1~10	大腸菌	
下部 (Q260AL)	10	1~10	大腸菌	
上部 (H260)	3	1~10	クレブシエラ・アエロゲネス	
上部 (H260)	16	11~100種のカンジダ属		
下層階 (HQ290)	23	11~100種のカンジダ属		
上段 (Q260)	20	11~100 シトロバクター・フロインディ		
下部 (H260AL)	18	11~100 エンテロコッカス・フェカリス		
下層階 (HQ290)	3	11~100 大腸菌		
下層階 (HQ290)	6	11~100 大腸菌		
下部 (H260AL)	11	11~100 大腸菌		
下部 (Q260AL)	16	11~100種のプロテウス属		
下部 (H260AL)	2	11~100 プロビデンシア・レットゲリ		
下部 (H260AL)	16	11~100 ステノトロフォモナス・マルトフィリア		

ATP、アデノシン三リン酸、RLU、相対光単位、CFU、コロニー形成単位。

内視鏡の再処理における消毒手順は、ほとんどのガイドラインで強調されており、最も重要な手順と考えられています。チャンネルシステム全体のフラッシングとブラッシングを含む手作業による洗浄は、ほとんどのガイドラインで強調されており、最も重要な手順と考えられています。5,7,12 残留した破片は、その後の再処理手順の有効性を損ない、バイオフィルムの形成を助長する可能性があります。10,11 内視鏡チャンネルの洗浄には、ねじれたステンレス鋼線にナイロン毛を取り付けたブラシが一般的に使用されます。このブラシの汚染によるカルバペネマーゼ産生肺炎桿菌のアウトブレイクが報告されており、19 ブラシの適応外使用が主な原因であることが判明しています。20 また、硬い毛やワイヤーでこすり洗いで、内視鏡チャンネルの内腔を損傷するリスクもあります。5

本研究で使用したチャンネル洗浄用BBには、ナイロン製の毛やステンレス製のねじり線は使用されていません。BBは、柔らかいシリコン球をマイクロファイバーで覆った構造です。これにより、BBはチャンネル内を擦りながら通過することができ、より広い断面積を、傷つけることなく、また労力を費やすことなく洗浄することが可能です。BB吸引によるチャンネル洗浄は、洗浄液とともにBBを吸引するシンプルなプロセスであるため、所要時間は1分未満で、個人差もほとんどありません。

容易に標準化できます。BBは内視鏡チャンネルの洗浄に使用可能であり、CBに比べて迅速に使用できます。さらに、BBがチャンネル内に詰まることはありませんでした。

適切なサイズのBBの選択と使用は煩雑ですが、内視鏡の機種は多岐にわたりますが、チャンネルサイズは内視鏡ごとに大きく変わらないため、慣れてしまえばそれほど難しくはありません。BBとCBの洗浄効果を比較したところ、残留有機物（タンパク質、炭水化物、ヘモグロビン）、ATP濃度、微生物培養物に有意差はありませんでした。

内視鏡再処理プロセスの適切性を検証する指標は、未だ明確に確立されていません。これまでに、バイオバーデン試験紙、ATP濃度測定、本研究で用いた方法のような微生物培養など、様々な方法が使用または研究されてきた16,21。しかし、検体をどのように、いつ、どこで採取すべきか、また検査結果をどのように解釈すべきかについても、明確ではない。

ATP検査では、研究によってカットオフ値として200RLU未満22または100RLU未満23が提案されている。本研究では、本研究と同じ機器を用いた先行研究18の結果を参考に、より厳しい40RLU以下というカットオフ値を設定した。

さらに、平均ATPIには有意差はなかった。

レベルとATPレベルが40 RLUを超える場合の

2つのグループ。

本研究では、両群で残留有機物がごくわずかながら検出され、両群の複数の内視鏡で微生物培養検査も陽性であった。臨床現場では、再処理後の内視鏡に残留有機物や微生物培養物が存在することを許容することは困難である。しかし、本研究は、用手洗浄後すぐにサンプルを採取し、他の適切な消毒手順を実行せずに検査したため、より厳格な条件下で実施された。また、高水準消毒工程を経ずに微生物培養陽性の結果が出ても許容できると考えられる。消毒工程では、チャンネル腔を高水準消毒薬で洗浄・浸漬するため、残留有機物および微生物はさらに低減され、内視鏡再処理完了後には除去されることが期待される。

内視鏡のチャンネルは細く長い構造のため、肉眼で確認することが難しく、異物が挟まりやすく、洗浄時に不具合が生じやすい。24特に、内視鏡検査時に消泡剤、潤滑剤、組織接着剤を使用すると、内視鏡の再処理時にこれらの物質がチャンネルから十分に除去されず、問題が発生する可能性がある。25

そのため、チャンネルを適切に洗浄するための様々な取り組みがなされてきた。Liuら26は、SpyGlassを用いてチャンネル内腔の検査を試みた。また、Thakerら13は、試作ボアスコープを用いて内視鏡器具チャンネルを検査する方法を提案した。一方、チャンネル内部を洗浄するために、Bhattら27は、特殊な装置を用いてアルゴンプラズマ活性化ガスを用いて内視鏡チャンネル内のバイオフィルムを除去・滅菌する方法を提案した。

本研究では、BBはCBよりも有効性において優位性を示すことはできませんでした。しかし、より簡便なプロトコルと省力化により、コンプライアンスの向上が期待されます。理論的には、チャンネル内腔を搔爬する断面積がCBよりも広い場合、BBを使用することでより正確に汚染物質を除去できると期待されます。

本研究の限界は、サンプル数が恣意的に決定されたことと、統計的にBBがCBと比較して優れた結果を示すことができなかったことである。さらに、残留有機物質はBB群でわずかに高いレベル（3対1）で検出された。有意な差が見られなかったため、



両群間の差は、サンプル数が不十分であることに起因する可能性がある。この点については、さらなる検証が必要である。しかし、イベント数が少なく、臨床的に有意な差は認められなかった。さらに、BBには理論上の利点があるが、より多くの研究と臨床現場で検証する必要がある。本研究では、従来の上部および下部消化管内視鏡のみが使用され、十二指腸鏡や直線エコー内視鏡などの複雑な構造の内視鏡は使用されなかった。実際、BBはチャンネル洗浄に使用され、これらの内視鏡のエレベーター機構などの複雑な構造の洗浄に関しては、CBよりも優れているとは考えられていない。この知見は、今後の研究でさらに調査される可能性がある。

結論として、内視鏡チャンネル洗浄プロセスにおける BB の有効性は CB の有効性と有意差はありませんでした。

補足資料

補足図1. ブラシボールの構造とサイズ。
この記事に関連する補足資料は、<https://doi.org/10.5946/ce.2021.210> でオンラインでご覧いただけます。

利益相反

ボールブラシ、補足図、データはSilverex（韓国、仁川）より提供されました。著者らは他に利益相反はありません。

資金調達

この研究はSilverex（韓国仁川）の資金提供を受けて実施されました。

著者の貢献

概念化: KHC, BKS。データキュレーション: KHC, JHO, HYL。形式分析: KHC, JHO, HYL。方法論: KHC, BKS, JDC, WC。検証: JDC, WC。原稿執筆: すべての著者。執筆レビューおよび編集: KHC。

オーシド

チョン・ファンヒョン	https://orcid.org/0000-0002-8376-3921
チョン・ドンチェ	https://orcid.org/0000-0002-2654-8299
チェ・ウォノ	https://orcid.org/0000-0002-9685-4291
イ・ヒョヨン	https://orcid.org/0000-0001-7993-3572
オ・イルファン	https://orcid.org/0000-0003-4195-2561
ソン・ピョンクワン	https://orcid.org/0000-0002-9299-5476

参考文献

1. Epstein L, Hunter JC, Arwady MA, et al. 十二指腸鏡への曝露に関連するニューデリーのメタロ-β-ラクタマーゼ産生カルバペネム耐性大腸菌. JAMA 2014;312:1447–1455.
2. コバレバ J、ピーターズ FT、ファン・デル・メイ HC、他。感染症の伝播フレキシブル胃腸内視鏡検査と気管支鏡検査による診断。臨床微生物レビュー2013;26:231–254.
3. Spach DH, Silverstein FE, Stamm WE. 消化管内視鏡検査および気管支鏡検査による感染伝播. Ann Intern Med 1993;118:117–128.
4. McCafferty CE, Aghajani MJ, Abi-Hanna D, 他。ガスに関する最新情報腸管内視鏡検査関連感染症とその要因因子。Ann Clin Microbiol Antimicrob 2018;17:36.
5. Beilenhoff U, Biering H, Blum R, et al. 消化管内視鏡検査で使用する軟性内視鏡および内視鏡付属品の再処理 : 欧州消化管内視鏡学会 (ESGE) および欧州消化器病看護師協会 (ESGENA) の立場表明 : 2018年更新。内視鏡検査2018;50:1205–1234.
6. Son BK, Kim BW, Kim WH, 他。「韓国消化器内視鏡学会による内視鏡再処理ガイドライン」Clin Endosc 2017; 50:143–147.
7. 再処理ガイドラインタスクフォース, Petersen BT, Cohen J, 他。フレキシブル消化管内視鏡の再処理に関する多学会ガイドライン : 2016年改訂版. Gastrointest Endosc 2017;85:282–294.e1.
8. Barakat MT, Girotra M, Huang RJ, et al. スコープのスコープ : 新しい高解像度検査内視鏡による内視鏡的作業チャンネルの内視鏡的評価（ビデオ付き）. Gastrointest Endosc 2018;88:601–611.e1.
9. Barakat MT, Huang RJ, Banerjee S. シメチコンは再処理後も内視鏡内に残留する : その使用が作業チャンネルの体液貯留とアデノシン三リン酸の生物発光値に与える影響（動画付き）. Gastrointest Endosc 2019;89:115–123.
10. Otter JA, Vickery K, Walker JT, et al. 表面付着細胞、バイオフィーム、および殺生物剤感受性 : 病院の清掃と消毒への影響. J Hosp Infect 2015;89:16–27.
11. Ren-Pei W, Hui-Jun X, Ke Q, et al. フレキシブル内視鏡における細菌バイオフィームの増殖と内視鏡の再処理方法との相関関係. Am J Infect Control 2014;42:1203–1206.
12. Cheung DY, Jang BI, Kim SW, et al. フレキシブル消化管内視鏡および内視鏡アクセサリの再処理に関する多分野・多学会ガイドライン. Clin Endosc 2020;53:276–285.

13. Thaker AM, Kim S, Sedarat A, et al. プロトタイプボアスコープを用いた再処理後の内視鏡器具チャンネルの検査. *Gastrointest Endosc* 2018;88:612–619.
14. Buss AJ, Been MH, Borgers RP 他「内視鏡の消毒とその落とし穴 — 逆行性サーベイランス培養の必要性」内視鏡検査 2008;40:327–332.
15. 十二指腸鏡培養に関するFDA/CDC/ASMワーキンググループ。内視鏡下サーベイランス、サンプリング、培養 : 感染リスクの低減 [インターネット]. アトランタ (ジョージア州) : 疾病管理予防センター; 2018 [2021年3月8日参照]. 入手先 : <https://www.cdc.gov/hai/organisms/cre/cre-duodenoscopy-surveillance-protocol.html> です。
16. ASGE 技術委員会, Komanduri S, Abu Dayyeh BK, 他。内視鏡再処理の品質を監視する技術。消化器内視鏡 2014;80:369–373.
17. 鈴木 誠、西本 功、五十嵐 剛志、他。ビルビン酸オルトリン酸ジキナーゼを用いたATPおよびAMPの新規生物発光サイクリングアッセイ。Stanley PE, Kricka LJ 編。生物発光と化学発光。シンガポール: World Scientific; 2002. p. 457–460.
18. Ridditid W, Pakvisal P, Chatsuwat T, et al. パフォーマンス特性 - 十二指腸鏡の再処理の不適切性を予測するためのPOC検査としてのトリプルアデニル酸ヌクレオチド試験とアデノシン三リン酸試験の性能と最適なカットオフ値。J Hosp Infect 2020;106:348–356.
19. Alrabaa SF, Nguyen P, Sanderson R, et al. 汚染された内視鏡機器由来のカルバペネマーゼ産生 *Klebsiella pneumoniae* の早期同定と制御。Am J Infect Con-
trol 2013;41:562–564.
20. Muscarella LF. 消化管内視鏡検査におけるカルバペネム耐性腸内細菌科および関連「スーパーバグ」の伝播リスク。World J Gastrointest Endosc 2014;6:457–474.
21. 伏見隆、高階正、吉川弘、ほか。アデの比較軟性消化管内視鏡の清浄度評価指標としてのノシン三リン酸、微生物学的負荷量、残留タンパク質。Am J Infect Control 2013;41:161–164。
22. Alfa MJ, Fatima I, Olson N. フレキシブル内視鏡チャンネルの手動洗浄を監査するためのアデノシン三リン酸の検証 Am J Infect Control 2013;41:245–248.
23. Alfa MJ, Olson N. スポンジATP法のシミュレーション使用検証内視鏡の手動洗浄の適切性を判断するための Od チャンネル。BMC Res Notes 2016;9:258.
24. Chu NS, McAlister D, Antonoplos PA. 臨床使用および用手洗浄後のフレキシブル消化管内視鏡で検出された自然バイオバーデンレベル。Gastrointest Endosc 1998;48:137–142.
25. Ofstead CL, Hopkins KM, Eiland JE, 他「内視鏡検査におけるシメチコン、不溶性潤滑剤、組織接着剤の広範な臨床使用 : 感染予防専門家への行動喚起」Am J Infect Control 2019;47:666–670.
26. Liu TC, Peng CL, Wang HP, et al. SpyGlassを用いた十二指腸鏡の作業チャンネル検査 : 微生物学的監視への影響。World J Gastroenterol 2020;26:3767–3779.
27. Bhatt S, Mehta P, Chen C, et al. 汚染された消化管内視鏡チャンネル上のバイオフィルムに対する低温プラズマ活性ガス消毒の有効性。Gastrointest Endosc 2019;89:105–114.