

■ Original article

鋼製小物の洗浄評価に関する細菌を用いた基礎研究 「汚染モデル器材を用いた洗浄の評価」

竹内千恵¹, 梶浦 工¹, 小林寛伊^{2,3}

¹ 東京医療保健大学大学院

² 根岸感染制御学研究所

³ 東京医療保健大学

Microbiological evaluation of cleaning for medical steel instruments: An experimental study using stainless test piece with tiny gap.

Chie Takeuchi¹, Takumi Kajiura¹, Hiroyoshi Kobayashi^{2,3}

¹ Division of Infection Prevention and Control, Tokyo Healthcare University Postgraduate School

² Negishi Infection Prevention and Control Center

³ Tokyo Healthcare University

背景: 手術器械をはじめとする再使用機器の適切な洗浄は、その後の消毒・滅菌が有効に行えるかどうかの鍵を握る重要な処理である。洗浄が最も困難とされる消化器内視鏡では、適切な洗浄を行うことにより微生物減少量は3~4-Log₁₀ reductionと報告されているが、手術器械の細小間隙における菌数減少の報告は見当たらない。

目的: 鋼製小物の交差部に形成される細小間隙を想定したモデル器材を作成し、一定数の芽胞で汚染させたモデル器材に対して、浸漬洗浄と超音波洗浄を実施した前後の菌数を測定し、微生物減少効果から洗浄の評価を試みた。

方法: 一枚のステンレス板に疑似汚染液を滴下し均一に塗り拡げ、安全キャビネット内で2時間乾燥させた。50~500μm ワッシャーを挟んでもう一枚のステンレス板を重ね両端をボルトで固定し汚染モデル器材とした。各種洗浄を行ったのちシャーレ内で分解後、回収液を加え5分間の超音波処理で菌を回収した。

結果: 浸漬洗浄において、間隙500μmでは4-Log₁₀ reductionに近い菌数減少値が得られた。しかし、間隙200μm以下ではブラッシング時間を延長しても2-Log₁₀ reductionに満たなかった。超音波洗浄では、ステンレスバスケットとワイヤーバスケットの2種類の洗浄容器を用いて評価し、ステンレスバスケットを用いた方が微細間隙に対して良好な洗浄効果が得られた。

Key words: 浸漬洗浄、超音波洗浄、洗浄評価

1. はじめに

手術器械をはじめとする再使用機器は、使用後に洗浄、消毒、滅菌などの工程を経て再使用される。適切な洗浄を行うことにより器械に付着した血液・体液・組織片などの汚れだけでなく付着した微生物も効果的に除去する必要がある。器械に付着した汚染微生物数が少なければ、滅菌の保証レベルは高くなることから、確実な滅菌を行うためには、滅菌前の適切な洗浄により微生物数を低減

することが重要である。特に、洗浄しにくい鉗子などの関節部（ボックスロック）部分は血液、体液、組織片などが残存しないように注意しなければならない¹⁾。洗浄が最も困難とされる消化器内視鏡を対象とした検討では、適切な洗浄を行うことにより微生物減少量は3~4-Log₁₀ reductionと報告されている²⁻⁴⁾。また、腹腔鏡手術の洗浄において、洗浄装置内で十分な水流に接触した器械表面では5~6-Log₁₀ reductionとの報告もある⁵⁾。しかしながら、手術器械の細小間隙については洗浄による菌数減少量の報告は見当たらない。

本研究では、臨床現場で使用されている鋼製小物のボックスロック部の交差部などに形成される細小間隙を想定したモデル器材を作成し、鋼製小物における洗浄評価の基礎的検討を行った。なお、手術器械の洗浄は、対象物から異物（汚染物および有機物など）を除去する目的で洗浄剤を用いることが一般的であるため、本実験における洗浄とは、洗浄剤を用いた浸漬洗浄と超音波洗浄とし、洗浄剤を用いていない流水とブラシを使用したブラッシングは洗浄には含めないこととする。

2. 方法

2.1 汚染モデル器材

1) 疑似汚染

供試菌 *Bacillus subtilis* ATCC 6633 芽胞液 (10^9 /mL) 100 μ L と羊血液（綿羊脱繊維血、(株)日本生物材料センター) 900 μ L の混合液を疑似汚染液とした。

2) モデル器材の作成

鋼製小物のボックスロック部やネジなどの交差部に形成される細小間隙を 50～500 μ m*と想定し、上下 2 枚のステンレス板（ステンレス材質：SUS420、縦 40mm×横 10mm×厚さ 3mm）に厚さ 50、100、200、300、500 μ m のワッシャー（ステンレス材質：SUS304、外径 8mm×内径

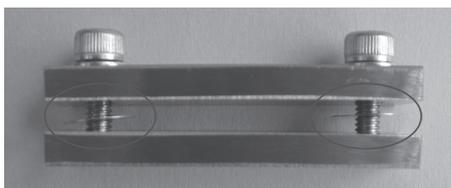


図1 モデル器材（テストピース）

上下2枚のステンレス板の両端に厚さ100 μ mのワッシャーを挟み、組み立てている様子



図2 JIS すきまゲージ

（株式会社永井製作所，測定範囲：0.01～0.3mm，寸法許容差 \pm 0.003～0.005mm）を用いて実器械（モスキート止血鉗子）の間隙を測定している様子

※間隙部分に挿入したリーフの数値を読み取る

3mm) を挟んで図1のごとく両端をボルトで固定できるモデル器材を作成した。

※医療現場で使用されている「ヘガール持針器」「コッヘル止血鉗子」「クーパー」の間隙を JIS (Japanese Industrial Standards: 日本工業規格) すきまゲージ (図2) を用いて実際に測定し決定した。

3) モデル器材への汚染方法

ステンレス板の片面中心部分に疑似汚染液 50 μ L を滴下し、マイクロピペットの先端部分で塗り拡げ図3の如く均一に塗布した。これを安全キャビネット内で約2時間放置し、目視にて表面の乾燥を確認した。次に、両端にワッシャーを挟んでそれぞれ組み立て、各間隙を有する洗浄評価汚染モデル器材とした。なお、組み立てたテストピースは片面（ステンレス板1枚）の内側に汚染部分がくるように配置した。

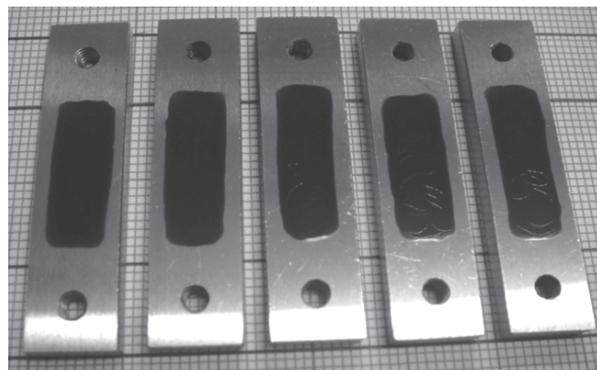


図3 テストピースの片面に疑似汚染液を均一に塗布

疑似汚染液を均一に塗布できるよう、方眼紙上で塗り拡げ、乾燥した状態のテストピース

2.2 ブラッシングによる剥離効果測定

100～500 μ m の間隙を有するテストピース 4 個を用いた。ブラッシング用のブラシは市販の歯ブラシ（全長 18.5cm、ヘッド部分 2.0cm、毛の長さ；10mm、毛の太さ；130～190 μ m）を用いた。組み立てたテストピースの両側間隙部分を、市販の歯ブラシを用いて流水下で 30 秒間（片側面 15 秒間）あるいは 60 秒間（片側面 30 秒間）ブラッシングした。

2.3 洗浄実験

1) 浸漬洗浄

100～500 μ m の間隙を有するテストピース 6 個を用いた。恒温槽内で 1% 酵素洗剤 (Rapid Multi Enzyme Cleaner、3M) を 40 $^{\circ}$ C に加温し組み立てたテストピースの間隙面

が水面と垂直になるように静かに沈め、30分間浸漬させた。浸漬開始から10分後と20分後、それぞれのテストピースの両側間隙部分に対して、市販の歯ブラシを用いて6秒間（片側面3往復のブラッシング）あるいは30秒間（片側面15秒間のブラッシング）ブラッシングを加えた。浸漬洗浄後のテストピースを取り出し、流水下で3分間濯いだ。

2) 超音波洗浄

50～100 μ mの間隙を有するテストピース6個を用いた。超音波洗浄機は卓上型超音波洗浄機（US-20、サクラ精機、28kHz、400W）を用いた。洗浄容器はステンレスバスケット（US-20用洗浄カゴ、サクラ精機、ステンレス材質；SUS304板、360mm×230mm×200mm、以下Sバスケットと略）とワイヤーバスケット（角型洗浄カゴ、三和化研、ステンレス材質；SUS304、215mm×215mm×215mm、金網ピッチ5.5mm、以下Wバスケットと略）の2種類を用いた（図4、5）。

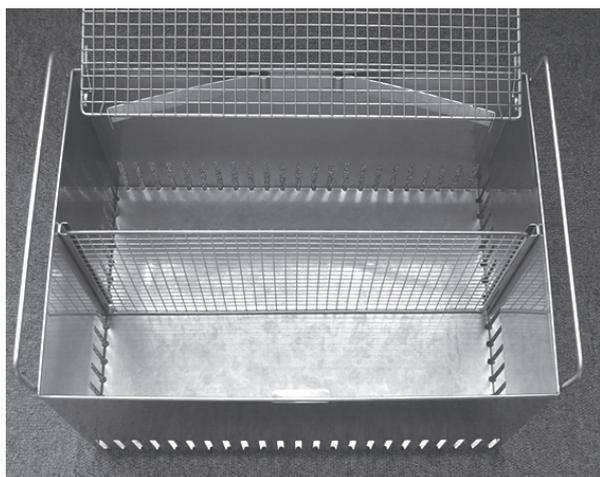


図4 ステンレスバスケット

超音波洗浄機（サクラ US-20）専用の洗浄カゴ網目構造ではない

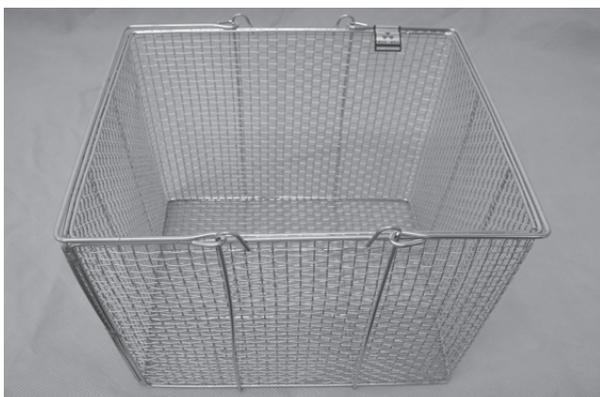


図5 ワイヤーバスケット

網目 5.5mm のワイヤーバスケット

超音波洗浄機の洗浄槽内にそれぞれの洗浄容器を設置後、14.2Lの1%アルカリ洗浄液（バイオテクト66[®]、サクラ・花王、pH12.2）を入れ、40℃になるまで加温そのまま放置した。組み立てたテストピースの間隙面が水面と垂直になるように静かに浸漬させ、10分間あるいは20分間超音波を発振させた。超音波洗浄後のテストピースを取り出し、流水下で3分間濯いだ。

超音波洗浄におけるSバスケット群とWバスケット群の対数減少における平均値の差の検定にはt検定を用い、有意水準5%にて検定した。

2.4 菌の回収方法

洗浄後のテストピースを滅菌シャーレ内に取り出したのち分解して試験管に入れ、リン酸緩衝生理食塩水（PBS）+0.05%ポリソルベート80（以下回収液）5mLを加え、5分間の超音波処理（US-1KS、エスエヌディ、38kHz、60W）により菌を回収した。採取した回収液の一部をPBSで10倍段階希釈し、各100 μ LをTrypticase Soy Agar培地に塗抹した。なお、各希釈につき寒天培地は2枚使用した。30℃、18時間まで培養したのち、それぞれの細菌数（colony forming unit；CFU）をカウントした。

洗浄をおこなわず、疑似汚染液を塗布し乾燥したテストピース片面を超音波処理で回収し、得られたCFUの2回の平均を検体コントロールとした。カウントしたそれぞれの培地の細菌数から各テストピース1個あたりのCFUを算出し、それぞれを対数（Log₁₀ CFU）に変換した。各テストピース1個あたりのCFUについて、それぞれ検体コントロールとの差を取って、対数減少値（Reduction Factor；RF）を算出した。

回収の検証として、同量の疑似汚染液を回収液に入れ5分間の超音波処理をおこなったのち、同様の方法で得られたCFU2回の平均を陽性コントロールとした。回収率は、検体コントロールのCFU/陽性コントロールのCFU×100（%）から算出した。

2.5 評価基準

回収された菌の評価は、消化器内視鏡の検討結果²⁻⁴⁾を参考に基準値として4-Log₁₀ reductionとした。

3. 結 果

3.1 モデル器材の回収率

陽性コントロールの平均は 6.58 ± 0.03 , 6.61 ± 0.02 であったのに対し、検体コントロールの平均は 6.49 ± 0.02 , 6.51 ± 0.12 であり、回収率は 98.6%、98.5%と算出された。

3.2 ブラッシングによる剥離効果

検体コントロールの菌数は平均 $6.42 \text{ Log}_{10} \text{ CFU}$ であった。ブラッシングにおける各テストピースから検出されたコロニー数の平均と標準偏差を表 1 に、対数減少値を図 6 に示した。ブラッシング 30 秒におけるコントロール

からの対数減少値は、間隙 $500 \mu\text{m}$ では 3.74 ± 1.17 (平均 \pm 標準偏差)、 $300 \mu\text{m}$ では 0.81 ± 0.49 、 $200 \mu\text{m}$ では 0.55 ± 0.19 、 $100 \mu\text{m}$ では 0.21 ± 0.38 であった。ブラッシング 60 秒におけるコントロールからの対数減少値は、間隙 $500 \mu\text{m}$ では 4.05 ± 0.23 、 $300 \mu\text{m}$ では 3.97 ± 0.36 、 $200 \mu\text{m}$ では 0.95 ± 0.35 、 $100 \mu\text{m}$ では 0.14 ± 0.27 であった。間隙 300 、 $500 \mu\text{m}$ のテストピースにおける 60 秒のブラッシングでは、概ね 4-Log_{10} reduction の菌数減少を認めた。しかし、間隙 $300 \mu\text{m}$ のテストピースにおける 30 秒のブラッシングでは、検体コントロールと同程度の菌が検出された。また、間隙 100 および $200 \mu\text{m}$ のテストピースでは、30 秒および 60 秒いずれのブラッシングにおいても検体コントロールと同程度の菌数が検出された。

表 1 流水下でのブラッシング後の各テストピースから検出されたテストピース 1 個当たりの平均菌数と標準偏差 ($\text{Log}_{10} \text{ CFU} \pm \text{SD}$)

テストピースの間隙	$\text{Log}_{10} \text{ CFU} (\text{平均}) \pm \text{標準偏差}$	
	30 秒	60 秒
100 μm	6.21 ± 0.39	6.28 ± 0.27
200 μm	5.87 ± 0.20	5.47 ± 0.35
300 μm	5.61 ± 0.49	2.44 ± 0.37
500 μm	2.68 ± 1.17	2.37 ± 0.23

n=4

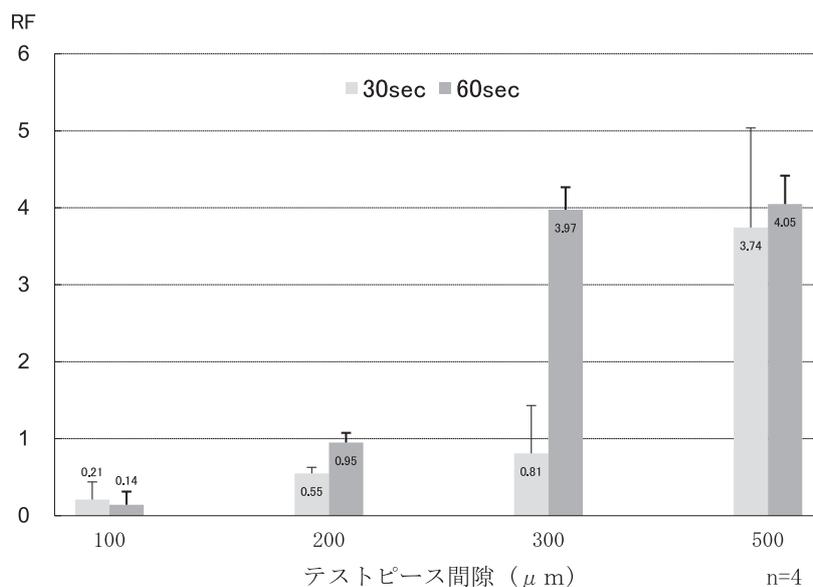


図 6 30 秒間および 60 秒間の流水下でのブラッシングにおける各テストピースの菌数の対数減少値

3.3 洗浄実験

1) 浸漬洗浄

浸漬中のブラッシング 12 秒間 (6 秒×2) における検体コントロールの菌数は平均 6.45 Log₁₀ CFU、ブラッシング 60 秒間 (30 秒×2) における検体コントロールの菌数は平均 6.51 Log₁₀ CFU であった。浸漬洗浄における各テストピースから検出されたコロニー数の平均と標準偏差を表 2 に、対数減少値を図 7 に示した。浸漬洗浄中のブラッシング 12 秒間におけるコントロールからの対数減少値は、間隙 500μm では 3.87±0.40、300μm では 2.52±1.08、200μm では 0.32±0.12、100μm では 0.12±0.05 であった。浸漬洗浄中のブラッシング 60 秒間におけるコントロールからの対数減少値は、間隙 300μm では 3.35±0.27、

200μm では 1.30±0.15、100μm では 0.34±0.10 であった。間隙 500μm のテストピースにおける浸漬洗浄では、12 秒間の短いブラッシング時間でも、4-Log₁₀ reduction に近い菌数減少値が得られた。しかしながら、間隙 200μm 以下のテストピースでは、RF が 1-Log₁₀ reduction 未満であり、ブラッシング時間を延長しても 2-Log₁₀ reduction に満たなかった。間隙 300μm のテストピースでは、ブラッシング時間を延長することで、平均 RF は 3.35-Log₁₀ reduction に上昇した。

2) 超音波洗浄

検体コントロールの菌数は平均 6.56 Log₁₀ CFU であった。超音波洗浄における各テストピースから検出された

表 2 30 分間の浸漬洗浄後の各テストピースから検出されたテストピース 1 個当たりの平均菌数と標準偏差 (Log₁₀ CFU±SD)

テストピースの間隙	Log ₁₀ CFU(平均)±標準偏差	
	6 秒×2	30 秒×2
100 μm	6.33±0.03	6.17±1.00
200 μm	6.13±0.09	5.21±0.15
300 μm	3.93±1.07	3.14±0.29
500 μm	2.59±0.38	NT

「NT : not tested」 n=6

※洗浄剤の種類：酵素洗剤，洗浄中の温度：40℃

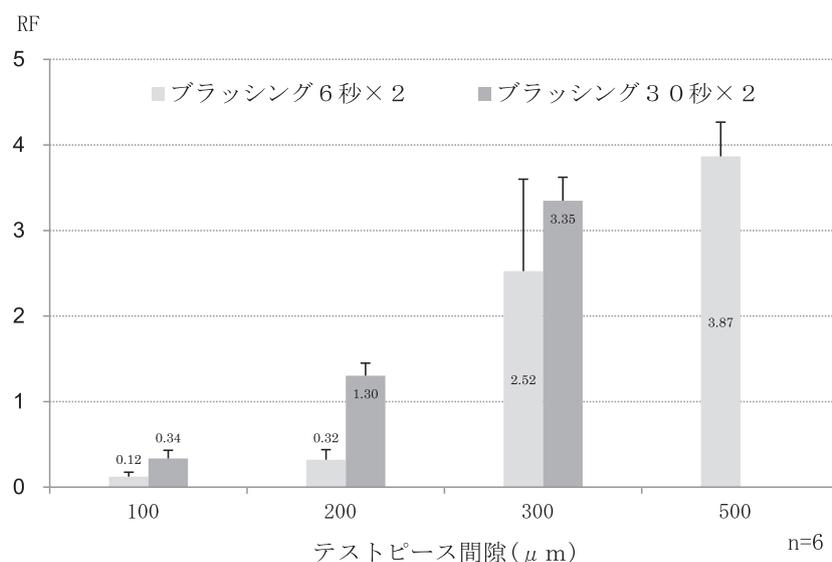


図 7 酵素洗剤に 30 分間浸漬洗浄中の 12 秒間および 60 秒間のブラッシングにおける各テストピースから検出されたテストピースの菌数の対数減少値
洗浄中の温度：40℃

コロニー数の平均と標準偏差を表3に、対数減少値を図8、9に示した。Sバスケットを用いた洗浄時間10分

におけるテストピースの対数減少値は、間隙50 μm では4.83 \pm 0.25、100 μm では4.96 \pm 0.21であった。さらに、洗

表3 超音波洗浄後の各テストピースから検出されたテストピース1個当たりの平均菌数と標準偏差 (Log₁₀ CFU \pm SD)

バスケット	Sバスケット		Wバスケット	
	10分	20分	10分	20分
control	6.56 \pm 0.15		6.56 \pm 0.15	
テストピースの間隙50 μm	1.70 \pm 0.27	1.47 \pm 0.13	6.27 \pm 0.26	6.33 \pm 0.34
テストピースの間隙100 μm	1.57 \pm 0.22	1.45 \pm 0.08	6.16 \pm 0.84	6.29 \pm 0.26

n=6

※洗浄剤の種類：アルカリ性洗剤，洗浄中の温度：40~42 $^{\circ}\text{C}$

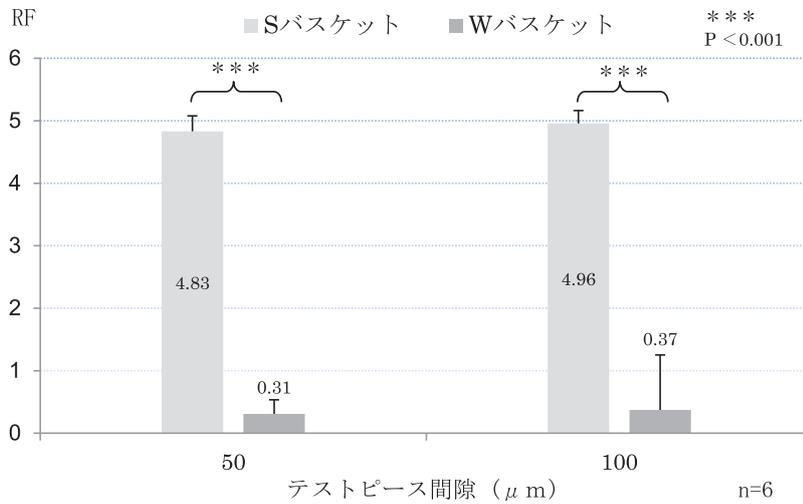


図8 超音波洗浄10分における各テストピースの菌数の対数減少値

「Sバスケット：ステンレスバスケット」，「Wバスケット：ワイヤーバスケット」
 ※洗浄剤の種類；アルカリ性洗剤，洗浄中の温度：40~42 $^{\circ}\text{C}$

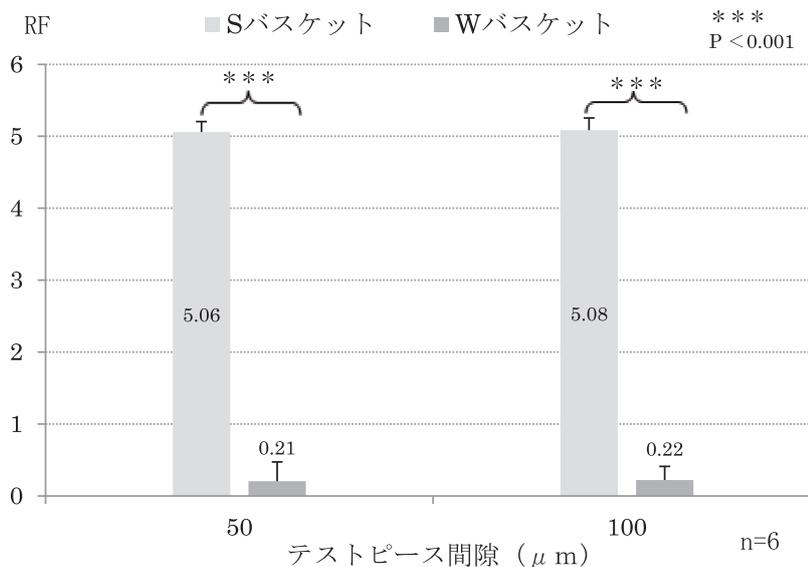


図9 超音波洗浄20分における各テストピースの菌数の対数減少値

「Sバスケット：ステンレスバスケット」，「Wバスケット：ワイヤーバスケット」
 ※洗浄剤の種類；アルカリ性洗剤，洗浄中の温度：40~42 $^{\circ}\text{C}$

浄時間を 20 分へ延長すると、間隙 50 μm では 5.06 \pm 0.15、100 μm では 5.08 \pm 0.17 にそれぞれ上昇した。

一方、W バスケットを用いた洗浄時間 10 分におけるテストピースの対数減少値は、間隙 50 μm では 0.31 \pm 0.27、100 μm では 0.37 \pm 0.88 であった。洗浄時間を 20 分へ延長しても間隙 50 μm では、0.21 \pm 0.27、100 μm では 0.22 \pm 0.19 であった。

また、各テストピースともに S バスケット群は W バスケット群に比べ有意に高い RF 値を示した（すべて $p < 0.001$ ）。

なお、超音波洗浄中の水温は 20 分間の運転において 40 $^{\circ}\text{C}$ から 42 $^{\circ}\text{C}$ に上昇した。

4. 考 察

使用後の手術器械の微生物汚染量に関しては、整形外科手術における清潔手術では 47%、汚染手術では 70%、感染手術では 80% の器具が汚染されているとの報告があり⁶⁾、洗浄後の手術器械では、72% で 10CFU 以内、14% で 10^{-2} CFU、14% でそれ以上の菌数が検出されたと報告されている⁷⁾。器械に付着した汚染微生物数が少なければ滅菌の保証レベルは高くなることから、確実な滅菌をおこなうためには、滅菌前の適切な洗浄により微生物数を低減することが重要である。

洗浄方法は浸漬洗浄、超音波洗浄、ウォッシャーディスインフェクター (WD) の 3 種類に大別される⁸⁾。浸漬洗浄は洗浄剤に浸漬することで汚れを除去する方法であり、ブラシやスポンジを用いて物理的に汚れを取り除くブラッシングを組み合わせて実施され、器械の量が少ない場合や微細な器械の洗浄に適している。超音波洗浄は超音波により発生した衝撃波 (キャビテーション) によって汚染物が剥離される洗浄方法であり、ボックスロック部や複雑な形状をした器械に対しても洗浄力が期待できるとされ⁸⁾、多くの医療現場で使用されている。WD は回転するプロペラから噴射される洗浄水の噴射水流によって汚染物を除去する洗浄方法であり、交差部が形成されている器械は遮蔽面積が最小限となる角度に広げ、洗浄効果の減退を防止できる積載量に制限する必要がある¹⁾。高階らの研究⁹⁾によると、汚染鋼製小物モデルを用いた洗浄実験では、超音波洗浄は WD より優れた洗浄効果があると報告されている。

以上のことから本研究では、細小間隙を有する鋼製小

物を想定した汚染モデル器材を作成し、浸漬洗浄および超音波洗浄の効果を微生物減少効果から評価した。また、手術器械メーカーによると、鋼製小物における関節部の間隙は特定の規定値は設けておらず、メーカーや器械の種類により一定していないという。汚染モデル器材の間隙については、実際の医療現場で使用されている鋼製小物の間隙を測定した結果から、本研究では 50 \sim 500 μm の計 5 種類の間隙差を設定した汚染モデル器材を用いた。

今回の実験結果より浸漬洗浄では、500 μm の間隙を有する器材に関しては、12 秒間の短いブラッシング時間で 4-Log₁₀ reduction に近い菌数減少値が得られた。これは 30 秒の流水下ブラッシング剥離とほぼ同様の結果だった。短時間で基準値まで達した要因として、酵素洗剤による蛋白分解作用によって付着菌も除去されやすい状態となり、そこに物理的作用を加味することで洗浄効果を短時間で得ることができたと考えられる。なお、今回使用した洗浄剤は 18 種類の酵素洗剤を評価し、その中で最も洗浄効果が高い洗浄剤を使用した¹⁰⁾。

一方、間隙 300 μm では 12 秒で 2.52 Log₁₀ reduction と基準値には満たなかったが、30 秒の流水下ブラッシング剥離 0.81 Log₁₀ reduction しか得られなかったことを考えると、酵素洗剤の効果は明白であるといえる。しかし、間隙 200 μm 以下では、60 秒の流水下ブラッシング剥離で 0.95 Log₁₀ reduction、浸漬洗浄でも 1.30 Log₁₀ reduction と、4-Log₁₀ reduction には程遠い結果であった。これは、細小間隙に酵素洗剤が流入しても効果的にタンパク分解はなされず、さらに、今回使用したブラシのサイズでは間隙に到達できなかったことが推測され、これらを考慮すると細小間隙の汚染を基準値に達するまで洗浄するには限界があるものと考えられる。

次に実施した超音波洗浄で使用した間隙のサイズは、ボックスロック部など複雑な構造部分にも洗浄効果が及ぶとされる超音波洗浄機の特徴から、今回の実験において最も細小である間隙 50 μm と 100 μm の 2 種を使用した。洗浄剤は洗浄機メーカー推奨のアルカリ性洗剤を用いた。結果、専用のステンレスバスケットを使用した場合は、通常の洗浄時間 (10 分) で、2 種とも平均 4-Log₁₀ reduction 以上の菌数減少値を得ることができた。間隙 100 μm を浸漬洗浄しても、今回の実験ではほとんど洗浄されなかったことを確認しており、超音波洗浄機の有効性が際立つ結果であった。

一方、医療現場で繁用されているワイヤーバスケット

の場合、運転時間を 20 分へ延長しても平均 1-Log₁₀ reduction 未満の減少値しか得られなかった。網目 1 mm 程度のワイヤーバスケットやシリコンマットを用いた場合などでは、超音波の効果は低減する¹⁾ことが知られているが、今回用いた網目 5.5mm のワイヤーバスケットにおいても、超音波の洗浄効果は著しく低減することが明らかとなった。

今回の一連の検討では、浸漬洗浄では間隙 300μm 以上の場合 60 秒以上のブラッシングで基準値以上の効果が期待できるが、それ以下では限界があることを改めて確認することができた。一方、超音波洗浄では浸漬消毒では不十分だった狭い間隙にも洗浄効果を発揮し、細小間隙を有する器材の洗浄には超音波洗浄機が有効であることも確認できた。しかし、洗浄に必要な容器を含む附属器材によって超音波洗浄機の機能が十分発揮されない可能性があることを知る必要がある。

臨床現場には、細い内腔のある器材、複雑な構造の器材が多数存在し、洗浄滅菌担当者は洗浄の重要性を知りつつも十分実施できないジレンマにさいなまれている。医学技術の進歩は複雑で微細な器械開発を促進させるが、それに伴って発生する洗浄消毒滅菌を含むメンテナンスについては課題が残る。これらの課題を明らかにすることは、より安全な器械の製造および管理の追及のために重要な基礎データとなり得る。

■利益相反自己申告:連名著者の HK は、サクラ精機(株)のコンサルタントであるが、利益相反はない。

■ 文 献

- 1) 日本医療機器学会：医療現場における滅菌保証のガイドライン 2015, 日本医療機器学会, 2015
- 2) Rutala WA : APIC guideline for selection and use of disinfectants. *Am J Infect Control.* 1996 ; 24(4) : 313-342.
- 3) Rutala WA, Weber DJ. FDA labeling requirements for disinfection of endoscopes : a counterpoint. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1995 ; 16 : 231-5.
- 4) Vickery K, Pajkos A, Cossart Y. Removal of biofilm from endoscopes : evaluation of detergent efficiency . *Am J Infect Control.* 2004 ; 32(3) : 170-6.
- 5) 満田年宏：医療施設における滅菌と消毒のための CDC ガイドライン 2008, ヴァンメディカル, 2008 ; p. 60-62.
- 6) Flavia Morais, Gomes Pinto, Rafael Queiroz de Souza, Cely Barreto da Silva, Lylia Mara Jenne Mimica, Kazuko Uchikawa Graziano. Analysis of the microbial load in instruments used in orthopedic surgeries. *Am J Infect Control.* 2010 ; 38 : 229-233.
- 7) Rutala WA, Gergen MF, Jones JF, Weber DJ. Levels of microbial contamination on surgical instruments. *Am J Infect Control.* 1998 ; 26 : 183-5.
- 8) 伏見了, 島崎豊, 吉田葉子：洗浄・消毒・滅菌の基本と具体策. ヴァンメディカル, 2008 ; p. 28-72.
- 9) 高階雅紀, 柳原伸章, 高橋裕一, 藤井慎二, 山崎崇文. 滅菌沸騰を利用した新しい洗浄法に関する研究 (第一報). *医機学* 2011 ; 81 : 188-95.
- 10) Norman WH Cheetham, Vladimir Berentsveig. Relative efficacy and activity of medical instrument cleaning agents. *Australian Infection Control.* 2002 ; 7(3) : 105-111.

Microbiological evaluation of cleaning for medical steel instruments: An experimental study using stainless test piece with tiny gap.

Chie Takeuchi ¹, Takumi Kajiura ¹, Hiroyoshi Kobayashi ^{2,3}

¹ Division of Infection Prevention and Control, Tokyo Healthcare University Postgraduate School

² Negishi Infection Prevention and Control Center

³ Tokyo Healthcare University

Objective

It is important to remove the infective bloody soil of surgical instruments after use. So the decontaminating procedure to remove the artificially contaminated soil among the thin space of a pairs of test pieces was studied.

Methods

A pair of test pieces (10mm×40mm×5mm) made by stainless steel were screwed with sandwiching washer of 50, 100, 200, 300, or 500µm in thickness after contaminated with 10⁸ spores of *Bacillus subtilis* ATCC 6633 in sheep blood dropped on the surface of the one side and dried for 2 hours at room temperature.

The test pieces were subjected to different washer and the artificial soils on the test pieces after removing the screws were recovered into phosphate buffer (pH7.2) in test tubes by the ultrasonic for five minutes. They were cultured at 30°C for 18 hours and colony forming units were counted.

Results

Brushing : When the test pieces were brushed for 60 seconds,

the bacterial reduction was approximately 4-log₁₀ for gaps of 300 and 500 µm. The bacterial count was similar between the uncleaned test piece and the 300-µm gap test piece brushed for 30 seconds. When the 100- and 200-µm gap test pieces were brushed for 30- and 60-seconds, these test pieces had similar bacterial counts as the uncleaned test pieces.

Immersion cleaning : When immersion cleaning was used for the 500-µm gap test piece, a bacterial reduction was close to 4-log₁₀ even for a short brushing time of 12 seconds. However, when the gap was 200 µm or less, the reduction was less than 1-log₁₀. The reduction was less than 2-log₁₀ even with longer brushing times.

Ultrasonic washer : The basket, a stainless steel container or 5.5-mm wire basket was used in ultrasonic cleaning. When the test piece was cleaned in a container for 10 minutes, the mean bacterial reduction was 4-log₁₀ or more.

Conclusions

Ultrasonic washer was the most effective method of cleaning test pieces with small gaps under the conditions of our study.