

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：33920

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K10839

研究課題名(和文)医療器材及び医療従事者の手指の洗浄・殺菌に適したファインバブルの条件に関する研究

研究課題名(英文) Research on the conditions of fine bubbles suitable for cleaning and sterilizing medical device and the hand hygiene

研究代表者

篠田 かおる (shinoda, kaoru)

愛知医科大学・看護学部・准教授

研究者番号：70329829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、医療器材および医療従事者の手指の洗浄・殺菌に適したファインバブルの条件を決定することを目的とした。

その結果、大腸菌に対して、コントロール(air溶存水)、air-ファインバブル水、オゾン-ファインバブル水、オゾン溶存水の殺菌もしくは増殖抑制効果を検証し、オゾン-ファインバブル水には、洗浄・殺菌効果があることが示唆された。次亜塩素酸溶液においては、ファインバブル(airおよびオゾン)による明確な殺菌増強効果は得られなかった。手指衛生への導入を目指し、手指の常在菌に対するオゾンファインバブルの殺菌効果に関する実験を行い、手指の常在菌の減少効果があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ファインバブルを用いた医療器材および医療従事者の手指の洗浄・殺菌は、「簡便」、「安全」、「安価」な新たな方法になる可能性が高い。また、オゾンは低濃度であれば安全性が高い気体であり、オゾンファインバブル水による洗浄・殺菌は、薬剤を使用しない人体に安全な方法として期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to determine the conditions of fine bubbles suitable for cleaning and disinfecting medical equipment and the hands of medical personnel. As a result, (1) the sterilization or growth inhibition effects of control (air-dissolved water), air-fine bubble water, ozone-fine bubble water, and ozone-dissolved water on E. coli were verified, suggesting that ozone-fine bubble water has cleaning and sterilization effects. The results indicated that ozone-fine bubble water had a bactericidal effect on hand hygiene. (3) Experiments on the germicidal effect of ozone fine bubble on indigenous bacteria on hands were conducted with the aim of introducing it into hand hygiene, and it was suggested that there was a reduction effect on indigenous bacteria on hands.

研究分野：基礎看護

キーワード：ファインバブル 洗浄・殺菌

1. 研究開始当初の背景

医療において感染の予防は、必要不可欠である。本邦では、平成19年4月に改正医療法が施行され、全ての医療機関において院内感染対策のための体制確保が義務付けられた。さらに、平成24年の診療報酬の改定では、院内感染防止策として、感染症対策がより一層進められている。しかしながら、加算制度の対象基準に満たない中小病院や介護施設では感染対策上の地域連携から取り残され、十分な感染対策が実施されていない現状がある。研究者らは、地域の中小病院や介護施設等の感染対策の現状を明らかにしてきた。中小病院を対象に行った調査（2016）では、コストの問題から、本来シングルユースである経管栄養の投与ラインを、再生利用している施設が6施設中5施設あった。そのうち、次亜塩素酸ナトリウム液の浸漬洗浄を行っていたのは3施設であり、2施設は洗浄のみであった。消毒済みの投与ラインからは、29.6%が何らかの菌の検出が認められ、洗浄のみでは92.9%もの投与ラインから菌が検出された。また、医療従事者における手洗いの現状は、多事多用による手洗いの不徹底や、アルコール製剤の過敏症、消毒液による手荒れなどの問題があげられる。看護師は手指衛生を行っている割合が高かったものの、介護職をはじめとする他職種は、手指衛生等の基本的な感染予防策が徹底されていない現状があった。これらの問題を打破し、感染予防を普及するためには、「簡便」、「安全」、「安価」の条件をクリアした新たな洗浄・殺菌効果のある洗浄方法を確立することが必要である。そこで、直径100 μm 未満の気泡であり、洗浄・殺菌作用のあるファインバブルに着目した。ファインバブルは、気泡径や、気泡を形成する気体の種類により作用効果および強度が異なる。水中に存在する気泡は、大きさにより異なる特徴を有し、特に、粒径の小さい気泡は、特異的な特徴を有する。「ファインバブル」は、粒径が100 μm 未満の気泡の総称であり、同1 μm 以上100 μm 未満の気泡を「マイクロバブル」、同1 μm 未満の気泡は「ウルトラファインバブル（以下、UFB）」と定義されている。ファインバブルは、「界面活性作用」、「衝撃圧壊作用」、「気体封入作用」の特徴を有している。南川ら（2017）は、マイクロバブルを水に含有させて浸漬洗浄すると、油の除去率が2~4倍高いことを報告している。また、柘植ら（2009）は、オゾンマイクロバブル化することにより、枯草菌芽胞に対して殺菌効果が得られることを報告している。さらに、楊箸ら（2015）は、マイクロバブルは手の洗浄・殺菌に有効であることを報告している。このように、ファインバブルにおける「洗浄」「殺菌」効果が明らかにされつつあり、トイレや衣類の洗浄・殺菌に応用した実用例はあるが、医療現場での洗浄・殺菌については実用報告がない。研究者らはこれまで、医療に利用できるファインバブルを作成することが可能な装置の開発を行ってきた。独自開発した閉鎖型ファインバブル発生装置により、「無菌」のファインバブル水を作成することに成功している。これにより、本研究の医療現場におけるファインバブルの応用についての検討が可能となった。

2. 研究の目的

本研究は、医療器材および医療従事者の手指の洗浄・殺菌に適したファインバブルの条件を決定することを目的とする。ファインバブルを用いた新たな洗浄・殺菌方法は、医療における感染予防対策に寄与できると考えている。

3. 研究の方法

1) 研究1

ATCC標準菌株の大腸菌 (*Escherichia coli*) を用いて次のような実験を行った。

マクファーランド0.5に調整した大腸菌液を 10^4 倍に希釈し使用した。大腸菌液に、①滅菌水、②airUFBを含む滅菌水、③オゾン(O₃)UFBを含む滅菌水、④0.01%次亜塩素酸溶液、⑤airUFBを含む0.01%次亜塩素酸溶液、⑥O₃UFBを含む0.01%次亜塩素酸溶液、⑦O₃を溶存させた滅菌水の7種類をそれぞれ混入させた。混入後、室温にて1時間経過した大腸菌液を普通寒天培地に接種し、37.0°Cインキュベーターにて24時間培養後のコロニー数をカウントした。

2) 研究2

成人を対象として、次の実験を行った。

手指衛生前の左右の手を擦り合わせ、左手をO₃UFBを含む滅菌水100mlに、右手を滅菌水にそれぞれ5分間浸漬し、その間に手を振動させた。その後、ハンドペタンチェックII SCD寒天培地に左右それぞれの手をスタンプし、37°Cインキュベーターにて48時間培養後のコロニー数（常在菌）をカウントした。

4. 研究成果

1) 研究1

実験結果を表1に示す。

条件によるコロニー数の平均において、最もコロニー数が少なかったのは、O₃UFBを含む0.01%次亜塩素酸溶液であった。また、H₂OにおいてもO₃UFBによってコロニー数が減少し

ていた。IBM 社 SPSS Statistics Ver.26 にて Kruskal-Wallis 検定を行った結果、 $p < 0.001$ であり有意差がみられた。Bonferroni による多重比較の結果、 H_2O と H_2O (O_3 UFB) に有意差 ($p=0.047$) がみられた。このことから、薬剤を使用しなくとも O_3 UFB を使用することで、大腸菌に対して殺菌効果が得られることが示唆された。なお、 O_3 溶存と O_3 UFB にも有意差 ($p < 0.001$) があり、 O_3 そのものの効果ではなく UFB になることによる効果が示された。一方で、次亜塩素酸溶液にてファインバブル (air および O_3) を発生させ、次亜塩素酸の増強効果について検証を行ったが、明確な効果は得られなかった。

表1 条件による *E.coli* コロニー数

	平均値	標準偏差
H_2O	137.61	89.13
H_2O (airUFB)	132.66	78.62
H_2O (O_3 UFB)	107.83	71.75
0.01%次亜塩素酸	98.73	65.60
0.01%次亜塩素酸 (airUFB)	94.50	69.13
0.01%次亜塩素酸 (O_3 UFB)	85.77	60.29
O_3 溶存	146.84	98.77

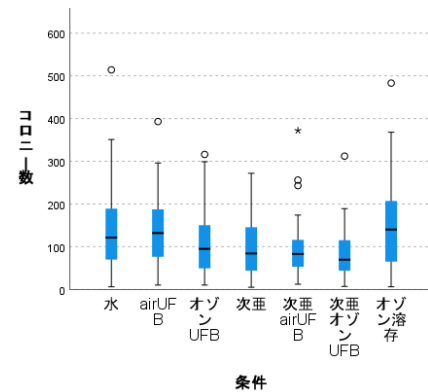


図1 条件によるコロニー数

2) 研究2

実験1にて、 O_3 UFBと水にて有意差がみられたことから、手指衛生への応用を検証するために実験を行った結果を表2に示す。また、48時間経過後の培地の画像を図2に示す。

O_3 UFBを含む滅菌水に浸漬した手のコロニー数は、平均46.25であった。一方、滅菌水に浸漬した手のコロニー数は、平均109.75であり、 O_3 UFBを含む滅菌水に浸漬した群のコロニー数が少ない傾向がみられた。しかし、Wilcoxonの符号付き順位検定を行った結果、 $p=0.128$ にて有意な差は認められなかった。

表2 5分浸漬後の手のコロニー数 (n=8)

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
O_3 UFB	49.25	50.29	3	152
滅菌水	109.75	125.61	3	324



図2 48時間後の培地

本研究の成果から、以下2点が今後の課題となる。

- ①研究1から、 O_3 UFBの *Escherichia coli* に対する殺菌効果が示唆された。今後は、*Escherichia coli* 以外の菌に対する検証も必要である。
- ②研究2から、 O_3 UFBを含む滅菌水に浸漬した手の方が滅菌水に浸漬した手よりもコロニー数が少なく、手指の常在菌に対する O_3 UFBの殺菌効果がある可能性が示唆された。しかし、サンプル数が $n=8$ と少なく統計学的にも有意差がみられなかったことから、サンプル数を増やし検討を重ね、手指衛生への効果を明確にすることが課題である。

文献

- 三善郁代, 篠田かおる他 (2016). 東海3県における経管栄養に関連したノンクリティカル器材の衛生管理についての実態調査, 愛知医科大学看護学部紀要, 15, 27-37.
- 南川久人他 (2017). マイクロバブル水を用いた浸漬洗浄に関する基礎的研究, 実験力学, 17 (4), 298-303.
- 柘植秀樹他 (2009). マイクロバブルによる殺菌効果の基礎的研究, 化学工業論文集, 35(5・6), 548-552.
- 楊箬隆哉他 (2015). マイクロバブルの手洗い効果に関する研究, 生体応用計測, 6, 23-31.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	三善 郁代 (sanzen ikuyo) (00440727)	富山県立大学・看護学部・准教授 (23201)	
研究分担者	内藤 宗和 (naito munekazu) (10384984)	愛知医科大学・医学部・教授 (33920)	
研究分担者	平井 宗一 (hirai syuichi) (70516054)	愛知医科大学・医学部・教授 (33920)	
研究分担者	福重 香 (fukushige kaori) (30805023)	愛知医科大学・医学部・助教 (33920)	
研究分担者	畑山 直之 (hatayama naoyuki) (80534792)	愛知医科大学・医学部・講師 (33920)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------