■ Original article

患者清拭用木綿製タオルの電子レンジ処理による殺菌効果

鎌田 明[1]、菅原えりさ[2]、梶浦 工[2,3]、木村 哲[2]

[1] 社会医療法人母恋天使病院

[2] 東京医療保健大学大学院

[3] 吉田製薬株式会社 研究開発本部

Effectiveness of Microwave Oven Disinfection of Cotton Towels for Patients Bed Baths

Mei Kamada[1], Erisa Sugawara[2], Takumi Kajiura[2, 3], Satoshi Kimura[2]

[1] Tenshi Hospital Social Medial Corporation Bokoi

[2] Division of Infection Prevention and Control, Postgraduate School, Tokyo Healthcare University

[3] Yoshida Pharmaceutical, co., Ltd. Research and Development

背景：患者清拭タオル（タオル）は、*Bacillus cereus* による汚染やそれを介した院内感染事例の報告がある。タオルの保温に使用される清拭車は管理が不適切な場合器内で菌が増殖するため、代用として電子レンジを用いる施設がある。しかし、タオルに付着した *B. cereus* を電子レンジ処理した場合の殺菌効果は検証されていない。

目的：処理対象のタオルとともに、疑似的に細菌や芽胞を付着させたタオル切片を適宜設定した条件で処理し、得られた殺菌効果から電子レンジの臨床適用の可能性を検討する。

方法：滅菌した大小 2 種類のサイズのタオルを湿潤させ、常温 15 ℃（一部保温 40 ℃）に調整した。処理 1 回分のタオルの枚数は小の場合は 8 枚、大の場合は 6 枚とした。供試菌 5 種類（栄養型菌 3 種と芽胞菌 2 種）の調製菌液約 10^9 CFU/mL から 50 μL を滅菌タオル切片に滴下しタオル上に設置後、任意の出力、時間で処理し切片当たりの菌数を算出した。

結果：殺菌効果は出力を高く、処理時間を長くするほど向上し、栄養型菌は小 8 枚であれば 5 分処理で検出限界まで殺菌された。芽胞菌は保温した小 8 枚を 700W 10 分処理することで設定した殺菌効果の基準（3Log CFU 未満 / 切片）を満たしたが、大 6 枚は 10 分処理で基準に到達しない場合があった。

結論：電子レンジによるタオルの殺菌効果は、栄養型菌に対しては概ね 5 分間、また、芽胞菌に対しては、調整した条件の下 10 分間で効果が確認され、臨床での適用可能性が示された。

Key words：清拭タオル、電子レンジ、栄養型菌、*B. cereus*

1．はじめに

安静上の理由や、手術後等で入浴できない患者に対し実施する身体保清には、外部委託の洗濯業者より貸し出される再生処理済み木綿製タオル（タオル）や、ディスポーザブルの清拭製品が使用される。

タオルの使用にあたっては、芽胞菌である *Bacillus cereus* による汚染や[1-4]、それに起因すると推測される院内感染事例の報告がある[1-3]。国内の病院でタオルの保温に使用されている電動式蒸気加温機器（清拭車）は、定期的な内部乾燥や温度の管理が不適切な場合に器内で菌が増殖することが指摘されており[4,5]、その代替として、短時間で加温ができ、清拭車に比べ管理方法が簡便な電子レンジを用いる施設がある[6]。

タオルの衛生基準については、昭和 57 年厚生局通知「貸しおしぼりの衛生確保について（環指 157 号）[7]」に示されている「変色及び異臭がないこと、大腸菌群が検

出されないこと、黄色ブドウ球菌が検出されないこと、一般細菌数は、1 枚当たり 10 万個を超えないことが望ましいこと」を参考に管理されている。また、洗濯時の消毒方法については、「80℃以上の熱湯に 10 分間以上浸すか、又は 100℃以上の蒸気に 10 分間以上触れさせて行い、その後洗濯を行うこと」、もしくは、「塩素剤添加による消毒は、さらし粉又は次亜塩素酸ナトリウムを使用し、すすぎの 2 回目以降に添加し、遊離塩素 250 ppm 以上となるようにして行うこと」とされている。しかし、芽胞菌は 80℃程度の温度では殺滅されず[8,9]、一般に次亜塩素酸ナトリウムで芽胞の消毒を行う際は「1,000 ppm で 1 時間以上の浸漬が必要[10]」とされタオルの汚染が著しい場合、後者の塩素消毒法では十分な消毒効果が得られていない可能性がある。また筆者らが行った「国内医療施設を対象とした患者清拭タオルの管理に関する実態調査[6]」によると、外部委託洗濯業者が実施している洗濯工程を把握している感染制御担当看護師は 65% に留まり、タオルに関する医療施設側の管理意識の低さもうかがえる。以上を勘案すると、再生使用するタオルに対し、芽胞菌対策を考慮するならば、適切な殺菌処理を導入する必要があると考える。

電子レンジでの殺菌効果については、飲食店で使用されるおしぼりの付着菌を対象とした研究において「栄養型細菌に関しては 2 分間で 0.01% 以下、耐熱性である *B. subtilis* の芽胞は 5 分間の照射で 10% の生残」とする報告[11]があり、電子レンジを用いてのタオルの加温が、栄養型菌のみならず、芽胞菌の殺菌にも有用な可能性がある。しかしながら、医療の現場で使用される患者清拭用のタオルに付着した *B. cereus* を電子レンジで処理した場合の殺菌効果については検証されていない。

そこで今回、疑似的に芽胞や細菌を付着させたタオルを電子レンジで処理した場合の殺菌効果を、タオルの大きさや枚数、電子レンジの出力（ワット数）、処理時間を任意に設定して検証し、医療現場での適用可能性について検討することとした。

2．方　法

2.1　供試菌および菌液調製法

栄養型 3 菌種、*Staphylococcus aureus* ATCC 6538、*Escherichia coli* ATCC 10536、*Serratia marcescens* JCM 1239 と、芽胞 2 菌種、*Bacillus cereus* NBRC 15305、*Bacillus subtilis* ATCC 6633 を使用した。栄養型菌は医療関連感染対策上の重要性から、芽胞菌は耐熱性とタオルにおける汚染前例を勘案して選択した。

栄養型菌は Soybean-Casein Digest（SCD）寒天培地（株式会社アテクト）で 30℃ 24 時間培養後の発育コロニーの一部をリン酸緩衝液（pH 7.2）に懸濁後、同緩衝液で 5 倍に希釈し、約 10^9 colony-forming units（CFU）/mL に調製した。

B. cereus は、胞子形成培地（Schaeffer's sporulation medium：自家調整[12]）で 30℃ 7 日間培養後の発育コロニーの一部を滅菌精製水に懸濁し 4℃で一夜放置後、遠心分離（1510 g、20 分間）と洗浄を 3 回行い芽胞懸濁液とした。*B. subtilis* は市販品（栄研化学 枯草菌芽胞液 Lot No.55002）の芽胞懸濁液を使用した。いずれも顕微鏡にて芽胞型であることを確認後、同緩衝液で 5 倍に希釈し、約 10^9 CFU/mL に調製した。

2.2　使用器材

2.2.1　電子レンジ

新たに購入した食品加熱用電子レンジ（シャープ製 RE-T2-W5 2012 年発売 電圧 100V 周波数 50 Hz 専用、出力 500W、600W および 700W の、テーブル直径 27 cm、庫内容積 20 L）を使用した。

2.2.2　タオルと菌付着切片

わが国の医療現場で繁用されている新品の木綿製タオル（株式会社橘屋）を使用した。サイズは小さいサイズ（34 × 28 cm 重量 25 g/ 枚、以下小）と大きいサイズ（75 × 32 cm 重量 60 g/ 枚、以下大）の 2 種類で、前処理として供試する新品タオルすべてを温水で洗濯後、高圧蒸気滅菌（134℃ 10 分間）した。既存報告[13]を参考に、小 1 枚当たり 85 g、大 1 枚当たり約 210 g となるように水道水で含浸した。含水後のタオルを 1 枚ずつおしぼり状に巻きビニール袋に入れ、平均的な水道水温度である 15℃（東京都水道局より公開されている年間平均温度 17.5℃を参考）に設定した保温器に 1 時間以上放置した（常温調整）。なお芽胞菌の一部の検討においては温水で準備した場合を想定し、40℃の保温器にて以下同様に処理したものも供した（保温調整）。電子レンジ運転 1 回分のタオル枚数は既存報告[14]に倣い小 8 枚（総重量 680g）、大 6 枚（総重量 1260g）とし、ターンテーブルへのタオルの配置も既存報告[13]に倣い、4 列および 3 列の各 2 段とした（**図 1**）。

菌付着切片は、洗濯後の供試タオルを 2 × 2 cm に裁断し高圧蒸気滅菌後、約約 10^9 CFU/mL に調製した供試菌液 50 μL を それぞれ滴下して作成した。これら切片を、**図 2** のように配置し、電子レンジ処理の際は、タオルを入れたビニール袋の切片上部分に小さな切り込みを入れ、そこを介して切片を配置・回収するようにし、またそこからの蒸気流出による温度低下を避けるため、さらにもう一枚ビニール袋で覆い、後述の電子レンジ処理に供した。

図 1　タオル設置例：小タオル 8 本（4 列 2 段）
矢印は温度測定用 K 型熱電対センサー挿入部
黒枠囲いは切片配置部

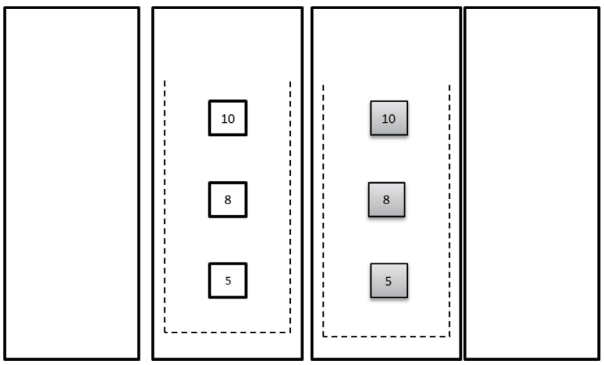

図 2　切片の設置例：小さいタオル 8 本（4 列 2 段）を上から見た図
実線の長方形はビニール袋に入れた上段のタオル 1 本を表す。点線はビニール袋をカットして作成した切片配置回収用の切り込みを表し、 □は *B. cereus* 付着切片 ■は *B. subtilis* 付着切片、また切片の中の数字は処理時間（分）、をそれぞれ示す。
注）・電子レンジ処理の際は、切り込み部からの蒸気流出を避けるため、上からさらにもう一枚ビニール袋で覆った。
・大タオル 6 本（3 列 2 段）の場合は上段中央のタオルに切片計 6 枚を配置した。
・栄養型菌においては小さいタオル 8 本(4 列 2 段)の場合、上段中央の内 1 本に *S. aureus* および *E. coli* を、もう 1 本に *S. marcescens* を設置し、大タオル 6 本（3 列 2 段）の場合は、上段中央のタオルに 3 菌種の切片計 9 枚を配置した。

2.2.3　電子レンジ処理とタオル温度測定

電子レンジの出力は 500W および 700W とし、栄養型菌においては 3 分、5 分および 10 分、芽胞菌においては 5 分、10 分（一部の検討では 8 分を追加）の処理時間とし、一旦ターンテーブルごと取り出し、対象の切片を 1 枚ずつ回収した。

電子レンジ各処理後のタオルの温度は針金形態の K 型熱電対センサーを有するデータロガー（mini LOGGER GL220® GRAPHTEC 社）を用い、外気の影響を受けにくいタオル 1 段目と 2 段目の間にセンサーを挟み毎回測定した（図 1）。プレ実験にて各部位の温度を測定しタオルの中心部と 1 段目と 2 段目の間の温度差がないことを確認し測定位置を決定した。

2.2.4　菌付着切片の菌数測定

電子レンジ未処理（コントロール）ならびに各処理直後の切片は、0.05% ポリソルベート 80 含有リン酸緩衝液（pH 7.2）10 mL（ガラスビーズ入り）の入った試験管に回収し、ミキサーにて 1 分攪拌した後、同緩衝液で 10 倍、100 倍、1000 倍希釈し、それぞれの 0.1 mL を SCD 寒天培地に塗布して 37℃ 48 時間培養後、発育コロニーを計数し、切片あたりの菌数（Log CFU/ 切片）を算出した。

2.3　殺菌効果の基準

栄養型菌に対しては、環指 157 号 [7] に示された「大腸菌群と黄色ブドウ球菌が検出されないこと」を目標に、約 10^7CFU の菌付着切片に対し、本測定法における切片あたり菌数の検出限界である切片あたり 2Log CFU 未満とすることを栄養型菌に対する殺菌効果の基準とした。

芽胞菌に対しては、日本感染症学会の施設内感染対策事業のリネン類に関する公開情報 [15]「*Bacillus* 属は 1 枚当たり 10^5 以下に抑えるのが許容範囲。しかしながらできる限り少量（10^3 以下程度）に抑えるのが理想的」を参考に、約 10^7CFU の菌付着切片に対し、切片あたり 3LogCFU 未満とすることを芽胞菌に対する殺菌効果の基準とした。

表１　電子レンジ処理とタオルの温度

出力数	タオル調整温度	タオルサイズ枚数	温度（℃）				
			0 分	3 分	5 分	8 分	10 分
500W	常温	小 8 枚	14	61	81	-	93
		大 6 枚	15	36	44	-	76
700W	常温	小 8 枚	17	66	91	96	97
		大 6 枚	18	38	56	80	96
	保温	小 8 枚	41	-	97	98	98
		大 6 枚	38	-	81	98	99

注）・測温は電子レンジ処理と並行して実施し、複数回実施事例については平均値を示した。
・「 - 」は未実施であることを示す。

表２　電子レンジ処理による殺菌効果

a. 栄養型菌

出力数	タオル調整温度	タオルサイズ枚数	供試菌	Log CFU/ 切片			
				0 分	3 分	5 分	10 分
500W	常温	小 8 枚	*S. aureus*	7.2	7.0	＜2	＜2
			E. coli	7.0	7.0	＜2	＜2
			S. marcescens	7.0	6.5	＜2	＜2
		大 6 枚	*S. aureus*	7.2	7.1	7.1	＜2
			E. coli	7.0	7.0	7.2	＜2
			S. marcescens	7.0	7.0	7.0	＜2
700W	常温	小 8 枚	*S. aureus*	7.6	＜2	＜2	＜2
			E. coli	7.2	＜2	＜2	＜2
			S. marcescens	7.6	＜2	＜2	＜2
		大 6 枚	*S. aureus*	7.6	7.6	7.4	＜2
			E. coli	7.3	7.5	5.0	＜2
			S. marcescens	7.6	7.6	7.4	＜2

注）・菌数測定実施回数は、供試菌ごと、各条件につきそれぞれ 1 回。
・菌数測定につき「＜2」は検出限界未満を示す。

b. 芽胞菌

出力数	タオル調整温度	タオルサイズ枚数	供試菌	Log CFU/ 切片			
				0 分	5 分	8 分	10 分
500W	常温	小 8 枚	*B. cereus*	6.6	6.9	-	3.4
			B. subtilis	7.0	6.7	-	4.8
		大 6 枚	*B. cereus*	6.6	7.1	-	7.0
			B. subtilis	7.0	6.6	-	6.6
700W	常温	小 8 枚	*B. cereus*	6.9	6.0	2.7	2.2
			B. subtilis	6.6	6.3	-	2.6
		大 6 枚	*B. cereus*	6.9	6.9	6.9	6.9
			B. subtilis	6.6	6.5	-	6.4
	保温	小 8 枚	*B. cereus*	7.0	4.4	＜2	＜2
			B. subtilis	6.3	5.6	3.5	2.2
		大 6 枚	*B. cereus*	7.0	6.9	5.4	2.2
			B. subtilis	6.3	6.4	6.2	4.3

注）・菌数測定実施回数は、供試菌ごと、500W は各条件につき 1 回、700W は常温調整大 6 枚の *B. cereus* のみ 3 回、他はすべて 2 回行い、各平均値を示した。
・「 - 」は未実施であることを示す。
・菌数測定につき「＜2」は検出限界未満を示す。

3．結　　果

3.1　栄養型菌に対する電子レンジ処理の殺菌効果（表 2a）

栄養型 3 菌種に対する電子レンジ出力 500W、700W での各処理時間におけるタオル温度を**表 1** に、ならびに切片あたりの菌数を**表 2a** に示した。

常温調整した小 8 枚の場合、出力 500W 3 分処理（タオル温度約 61℃）の切片菌数は 3 菌種ともほとんど減少しなかったが、5 分処理（約 81℃）では 3 菌種すべてが検出限界（2.0 Log CFU 未満 / 切片）となった。大 6 枚の場合は、3 菌種ともに 500W で 3 分（約 36℃）および 5 分（約 44℃）の両処理では菌数は初発菌数からほとんど減少しなかったものの、10 分処理（約 76℃）では検出限界未満となった。同初発温度にて、出力 700W で処理した場合、小 8 枚の場合は 3 分で切片菌数はいずれも検出限界未満となり、大 6 枚の場合は 10 分処理（約 97℃）で検出限界未満となった。

3.2　芽胞菌に対する電子レンジ処理の殺菌効果（表 2b）

芽胞 2 菌種に対する電子レンジ各処理時間における切片あたりの菌数を**表 2b** に示した。複数回実験実施例は平均値を示した。

常温調整の小タオル 8 枚を出力 500W で 5 分処理した場合の菌数は、両菌種とも初発菌数からほとんど変わらなかったが、同出力で 10 分処理（タオル温度約 93℃）した場合、*B. cereus* では 3.4 Log CFU/ 切片まで低減した。一方、*B. subtilis* は 10 分処理でも 4.8 Log CFU/ 切片を示し、初発菌数を考慮しても *B. cereus* に比べ生残菌数が多かった。同様に、大タオル 6 枚を 500W で 10 分処理しても、両菌とも菌数の低下はほとんど認められなかった。

常温調整の小 8 枚を出力 700W で処理した場合、*B. cereus* は 8 分処理（約 96℃）で 2.7 Log CFU/ 切片、*B. subtilis* は 10 分処理（約 97℃）で 2.6 Log CFU/ 切片をそれぞれ示し、芽胞菌に対して設定した基準の 3Log CFU 未満をいずれも満たした。同じく常温調整の大 6 枚を 700W で処理したところ、両菌ともに 10 分処理（約 96℃）では、ほぼ殺菌されなかった。

そこで、約 40℃に保温調整した小 8 枚を、700W で処理したところ、*B. cereus* は 8 分処理（約 98℃）で、*B. subtilis* は 10 分処理（約 98℃）でそれぞれ検出限界（2 Log CFU 未満）ないし 2.2 Log CFU/ 切片まで減少し、いずれも基準に達した。同様に 700W で大 6 枚、を処理したところ、*B. cereus* では 10 分処理（約 99℃）で 2.2 Log CFU/ 切片となり、設定した基準を満たした。しかし、*B. subtilis* では 10 分処理でも 4.3 Log CFU/ 切片の菌数が残存していた。

4．考　　察

今回、医療現場でタオルの加熱に使われ始めている電子レンジの殺菌効果について 3 種類の栄養型菌と 2 種類の芽胞菌を用いて検証を行った。

今回の実験で供試した栄養型菌 3 種類の電子レンジ処理における殺菌効果は常温調整した小 8 枚では出力 500W で 5 分、700W で 3 分の各処理で設定した基準に到達した。しかしながら、常温調整した大 6 枚では、基準を満たすためには出力 500W、700W ともに 10 分を要した。栄養型菌に対する熱の殺菌効果は、一般に約 60℃からその効果がはじまり、80℃近くでほぼすべて殺菌されるといわれている [16]。今回の検証において、基準に到達した処理時間におけるタオルの温度は、最低でも 75℃を示しており、上述の既報の現象と概ね整合していた。今回の栄養型菌に対する検証において保温調整タオルでの実験は行っていないが、芽胞菌に対する検証において、大タオル 6枚を予め約 40℃に保温した場合、700W 5 分処理で 80℃に達していたことから、タオルを事前保温すれば、700 W 5 分処理で基準を満たす可能性があり、著者らが調査した国内医療現場で汎用される電子レンジの処理時間「5 分以内 [6]」は、栄養型菌に対する殺菌効果は期待できるものと考えられた。

一方、今回供試した芽胞菌 2 種類に対する電子レンジ処理の殺菌効果は、国内医療施設で汎用される電子レンジ処理「5 分以内 [6]」では十分な効果は期待できないことが判明した。また、供試した *B. cereus* と *B. subtilis* の電子レンジによる殺菌効果には差が認められ、*B. subtilis* より *B. cereus* の感受性が高い傾向が見られた。そして、感受性の高かった *B. cereus* では、設定した基準に達するには、常温および加温のいずれの調整タオルでも小 8 枚の場合は 700W 8 分を要し、大 6 枚では、タオルを保温した上で、700W 10 分の処理が必要であった。

B. subtilis に至っては、小 8 枚でも 700W にて 10 分処理しないと基準を満たさず、大 6 枚では保温調整した上で 10 分処理しても基準の殺菌効果を得ることはできなかった。しかしながら、今回の実験において 10 分間の電子レンジ処理のうち、終了 2 分前に 95℃以上に達した運転条件においては、設定した基準には達しないながらも両芽胞菌とも菌数の減少がみられたことから、芽胞菌の殺菌には 95℃以上の温度で 2 分以上維持させることが効果的であることが示唆された。また保温調整タオルでの検討結果を勘案すると、温水等でタオルを調整し、できるだけ高出力の電子レンジ処理にて短時間でタオルを高温度に到達させるとともに、それ以上の温度を長く維持させる等の処理方法が臨床の場において実用的と思われた。

なお、今回のタオル温度の測定点は、用いたセンサーの性能（鋭利先端ながら全方向の温度に感応）から、測定値が安定するタオル内部とした。よって実験手技および回収菌数の影響を考慮した、外気と触れる切片配置位置（タオルの上部側面）の温度に比べるとやや高めの値を示していることが考えられ、切片上の殺菌効果を考察する上で、この度の測温値は参考と捉える必要がある。殺菌効果に及ぼす温度の影響を精査するためには、処理過程におけるタオルの温度推移を適確に測定することが不可欠で、さらに芽胞菌については、種や株による抵抗性の相違も確認するべきであり、再現性の検証も含めこれらは今後の検討課題である。

「医療施設における消毒と滅菌のための CDC ガイドライン [17]」では、家庭用電子レンジの殺菌作用は、マイクロ波によって生成される熱によるとする説と、電磁波（マイクロ波）のエネルギーによるとする説があることが記述されている。マイクロ波の加温原理は、対象物に含まれる水分子がマイクロ波の照射によって振動し、その摩擦により熱が発生するものとされている [17]。よって、水分を多量に含むタオルの電子レンジ処理による最高到達温度は、常圧下では 100℃が限界であり、事実、この度の検討での最高温度は 99℃であった。芽胞菌は耐熱性が高く 100℃では短時間で殺菌されないため [8]、一部の菌種は高圧蒸気滅菌器などの生物学的インジケーターに採用されている。常温ないし約 40℃のタオルを 93 ～ 99℃まで上昇させた 8 ～ 10 分の電子レンジ処理過程によって、供試した 2 種の芽胞菌数は、程度の差はあるものの低減したことから、電子レンジの殺菌効果には、上述のガイドラインが示すように、マイクロ波による発熱のほか、電磁波（マイクロ波）自身のエネルギーも関与している可能性がある。本研究では示せなかったが、電子レンジでタオルを加温した際の殺菌作用が熱によるものか、マイクロ波によるものかについては、今後検討すべき課題である。

以上、本研究において、電子レンジ処理における栄養型菌に対する殺菌効果は、小タオルであれば常温で、大タオルでは事前保温することで、いずれも 5 分間の処理で認められた。芽胞菌に対しては、事前保温した小タオルであれば、700W 10 分間の処理で殺菌効果が認められた。電子レンジによる芽胞菌の殺菌は、高出力下にて、短時間でタオルを高温度に到達させ、それ以上の温度を長く維持させることが効果的と考えられた。これらのことから、タオル枚数と総含水量を制限し、処理前のタオル温度を調整した、高出力下の電子レンジ処理は、芽胞菌殺菌における実用的な方法と考える。タオルの衛生的な使用において、電子レンジの適用は可能であり、芽胞菌に対する効果を詳しく検証することは、適用の可能性を広げるものと思われる。

■**利益相反**：利益相反はない。

■引用文献

1) Barrie D, Hoffman PN, Wilson JA, Kramer JM. Contamination of hospital linen by *Bacillus cereus*. *Epidemiol Infect* 1994；**113**：297-306.
2) 林 俊治．セレウス菌による血流感染症アウトブレイクの研究：原因の解明と対策の確立 . 科学研究費補助金事業　2008 年度研究成果報告書　課題番号 19590519 https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-19590519/19590519seika.pdf 2020 年 6 月 1 日閲覧
3) Dhomae S, Okubo T, Higuchi W. *Bacillus cereus* nosocomial infection from reusecd towels in Japan. *Journal of Hospital Infection* 2008；**69**：361-367.
4) 井沢義雄，伊藤 誠．*Bacillus cereus* による偽アウトブレイクと清拭タオルの管理について．*日本臨床微生物学会誌* 2005；**15**：82-89.
5) 大石貴幸，松本 宏，門伝あつ子，田中恵子，佐々木太実，吉永智恵子．血液培養から検出されたセレウス菌と清拭タオルの管理．大崎市民病院誌 2010；**14**：68-70.
6) 鎌田 明，菅原えりさ．国内医療施設を対象とした患者清拭タオルの管理に関する実態調査．*Journal of Healthcare-associated Infection* 2016；**9**：52-60.
7) 貸しおしぼりの衛生確保について．昭和 57 年 11 月 16 日　環指第 157 号

https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00ta5159&dataType=1&pageNo=1
2020 年 6 月 1 日閲覧
8) 蜂須賀養悦．芽胞（細菌胞子）の耐熱性の機構．化学と生物 2009；**18**：731–739.
9) 石井美帆，細川泰香，三星 知，夏目貴光，継田雅美，福原正博．電子レンジ加熱での清拭タオルの温度変化と加熱による *Bacillus cereus* 菌量の変化．日本臨床微生物学会誌．2018；**28**：28–30.
10) 小林寛伊，大久保憲，尾家重治．消毒と滅菌のガイドライン．へるす出版 2014；109.
11) 国府島泉，山本 洋，山本マリリア明美，中村知明，長町栄子，寺坂昌子，他．電子レンジによるおしぼり付着菌の殺菌効果．岡山医学会雑誌 . 1984；**96**：385–389.
12) 近藤雅臣，渡部一仁．スポア実験マニュアル．技報堂出版 1995；19-20.
13) 小林 甫，山田美季，池田雪花，ガンゾリクオチゲレル，渡辺玲奈，矢野理香．電子レンジ加熱による清拭タオルの有用性に関する検討．*Japanese Journal of Nursing Art and Science.* 2014；**13**：200-210.
14) Larson EL, Ciliberti T, Chantler C, *et al*. Comparison of traditional and disposable bed baths in critically ill patients. *American Journal of Critical Care*. 2004；**13**：235-241.
15) 日本感染症学会 施設内感染対策事業 施設内感染対策相談窓口．2009 年 10 月 23 日公開分．
http://www.kansensho.or.jp/sisetunai/2009_10_pdf/11.pdf
2020 年 6 月 1 日閲覧．
16) 尾家重治．病棟で使える消毒・滅菌ブック．初版．照林社 2014；198-203.
17) 満田年宏 訳・著 . 医療施設における消毒と滅菌のための CDC ガイドライン 2008. 初版 . ヴァン メディカル 2009；110-111.

Effectiveness of Microwave Oven Disinfection of Cotton Towels for Patients Bed Baths

Mei Kamada[1], Erisa Sugawara[2], Takumi Kajiura[2,3], Satoshi Kimura[2]

[1] Tenshi Hospital Social Medial Corporation Bokoi

[2] Division of Infection Prevention and Control, Postgraduate School, Tokyo Healthcare University

[3] Yoshida Pharmaceutical, co., Ltd. Research and Development

BACKGROUND : Cases of patient bed-bath towel contamination by *Bacillus cereus* resulting in nosocomial infection have been reported. Bacteria can multiply in insulated towel warming carts without proper control, so some facilities are equipped with microwave ovens as an alternative. However, the effectiveness of disinfecting towels contaminated with *B. cereus* with microwave ovens has not been verified.

OBJECTIVE : This study used commercially available microwave ovens to treat towels artificially contaminated with bacteria and spores under suitable settings to investigate the potential clinical application of microwave ovens for effective disinfection.

METHODS : Two sizes of sterile towels (large and small) were moistened and adjusted to ordinary temperature (warmed and maintained at 40℃) . 8 small towels or 6 large towels were used in a single treatment. Solutions of approximately 10^7 CFU/50L of 5types of test bacteria (3 species of vegetative bacteria and 2 species of spores) were dripped onto pieces of sterile towel, and the pieces were placed on top of the experimental towels. The towel pieces were collected after treatment at selected wattages and durations, and the bacterial count in each piece was calculated.

RESULTS : Disinfection effectiveness improved with increases in wattage and treatment time, and in the 8 small towels, 5 minutes of treatment reduced the 3 species of vegetative bacteria to the limit of detection. In the warmed 8 small towels, the 2 species of spores were reduced to the established criteria (<3 Log CFU/piece) by treatment at 700W for 10 minutes, but the index value was not reached in the 6 large towels even after 10 minutes of treatment.

CONCLUSIONS : We found that effective disinfection by microwave oven can be expected for vegetative bacteria, in addition, for the spores, an effect was confirmed under some conditions that I coordinated in ten minutes, and application possibility to clinical practice was thought about.

KEY WORD. Bed-bath towels, Microwave oven, Vegetative bacteria, *B. cereus*