

マイクロファイバー素材クリーニングクロス による医療機器清拭効果について

北里大学病院 ME センター部

東 條 圭 一 中 村 恭 子 佐 藤 恵 莉 奈
早 速 慎 吾 藤 井 正 実 宮 地 鑑

はじめに

最近の医療機器は、液晶ディスプレイなどを多用し、患者のバイタルサイン表示や機器の作動情報などを表示する機器が増えてきた。一方、医療機器の清拭は消毒薬を含ませた雑巾や環境用消毒クロスなどを使用している場合が多い。また、医療機器のタッチパネルなど、薬剤の使用を極力控えたい箇所や、使用中の保育器などは CDC ガイドラインで消毒剤の使用を控えるよう強い勧告がある¹⁾。今回われわれは、液晶ディスプレイなどを専用に清拭するために開発された、東レ株式会社製 Toraysee® for CE による化学物質、薬剤を使用しない医療機器清拭効果について、ATP ふき取り検査を用いて検討したので報告する。

I ふき取り効果の検討

1 目 的

マイクロファイバー素材クリーニングクロス東レ株式会社製 Toraysee® for CE(以下トレシー)による清拭効果について、基礎検討を行う。

2 方 法

清拭効果を確認する汚れ物質として、酵母エキス水溶液を使用した。酵母エキスは、BD 社 (Becton, Dickinson and Company) 製の酵母エキス粉末 (BBL™ Yeast Extract) を精製水で溶か

し、5 wt%の濃度に調製したものを使用した。これをステンレス製の平坦な板の表面に均一に塗布し、後に述べる評価法によるイニシャル値として ATP (アデノシン三リン酸) 値 10000 ± 500 RLU (発光量) の状態を作製した。塗布方法は、酵母エキス水溶液を霧吹きで東レ株式会社製レギュラー糸を使った編み物ワイピングクロスに吹き付け、ステンレス板表面に円を描きながら転写させるよう擦りつけた。

ふき取り用のトレシーは面積を 24 cm² (6 cm × 4 cm の大きさの長方形のパッドを包み込んだ状態) とし、その上に 1.2 kg の金属製重りを載せ荷重 (1.2 kg/24 cm²) とした。

ふき取り効果を試験するステンレス表面のふき取り面積は 1440 cm²として、1 回ふきで評価することで再付着によるバラツキを排除した。評価には ATP ふき取り検査を採用した。ATP 測定装置および試薬には、“ATP+AMP (アデノシン一リン酸)”を測定する、キッコーマンバイオケミファ社製のルミテスター PD-20 とルシパック Pen を使用し、計測される発光量 (RLU) は ATP+AMP 値 (以下 ATP 値) で表した。ルシパック Pen の綿棒部分を濡らすのは精製水 0.03 g (スポイド 1 滴量) に統一した。

3 結 果

表 1 にはトレシーで編み目方向に沿って乾ぶきした場合の ATP 値、表 2 にはトレシーで編み

Key words : マイクロファイバー, 清拭効果, ATP, 医療機器, 感染管理

表 1 トレーシーの編み目方向に沿った乾ぶき後の ATP 値 (RLU)

	ステンレス板表面				トレーシー面	
	① ふき取り前	② ふき取り後	③洗浄度 (①-②)	④洗浄度率 (%) (③/①×100)	ふき取り前	35
1 回目	10034	782	9252	92.2	1 回目ふき取り後	49
2 回目	10493	612	9881	94.2	2 回目ふき取り後	100
3 回目	9681	736	8945	92.4	3 回目ふき取り後	83
4 回目	10367	458	9909	95.6	4 回目ふき取り後	128
5 回目	9725	455	9270	95.3	5 回目ふき取り後	138
平均	10060.0	608.6	9451.4	93.9		99.6

表 2 トレーシーの編み目方向に対して直角方向に沿った乾ぶき後の ATP 値 (RLU)

	ステンレス板表面				トレーシー面	
	① ふき取り前	② ふき取り後	③洗浄度 (①-②)	④洗浄度率 (%) (③/①×100)	ふき取り前	28
1 回目	10156	539	9617	94.7	1 回目ふき取り後	112
2 回目	10391	562	9829	94.6	2 回目ふき取り後	149
3 回目	10417	438	9979	95.8	3 回目ふき取り後	78
4 回目	10021	763	9258	92.4	4 回目ふき取り後	109
5 回目	9968	657	9311	93.4	5 回目ふき取り後	152
平均	10190.6	591.8	9598.8	94.2		120.0

目方向に対して直角方向に沿って乾ぶきした場合の ATP 値、表 3 にはトレーシーに精製水を 0.1 g/24 cm²含浸させて編み目方向に沿って水ぶきした場合の ATP 値、表 4 にはトレーシーに精製水を 0.1 g/24 cm²含浸させて編み目方向に対して直角方向に沿って水ぶきした場合の ATP 値として、それぞれ相対的発光量 (RLU) の数値を示す。表 1~4 において、洗浄度は、ふき取り前の ATP 値からふき取り後の ATP 値を差し引いた数値を示し、洗浄度率は、ふき取り前の ATP 値からふき取り後の ATP 値を差し引いた数値を、ふき取り前の ATP 値で除した比率を示す。

表 1~4 に明らかなように、トレーシーは、乾ぶきの場合および水ぶきの場合の両方において、編み目方向に沿ってふき取っても、編み目方向に対して直角方向に沿ってふき取っても、ステンレス板表面の ATP 値に差異 (乾ぶきの差異

16.8 RLU, 水ぶきの差異 12.0 RLU) はみられない。また、乾ぶきの ATP 値平均 600.2±181.2 RLU, 水ぶきの ATP 値平均 64.6±35.6 RLU から、水ぶきするほうがステンレス板表面の ATP 値平均が低減 (535.6 RLU) した。さらに、水ぶきは乾ぶきに対して、ふき取り回数が増えなくても、トレーシーの ATP 値の増加が少ない (乾ぶきの増加 64.6~92.0 RLU, 水ぶきの増加 12.6~29.0 RLU)。

このことから、トレーシーは超極細繊維 (約 2 μm の長繊維) で編み組織を構成し、独自のウォータージェットパンチ加工を施すことで編み目を乱し、空隙 (マイクロポケット) をつくりだすことで、汚れを掻き取るように内部に取り込み、表面の清浄度を保ったまま高いふき取り性能を発揮していることがわかった。

また、ふき取り能力の持続性をふき取り回数

表 3 トレシーの編み目方向に沿った水ぶき後の ATP 値 (RLU)

	ステンレス板表面				トレシー面	
	① ふき取り前	② ふき取り後	③洗浄度 (①-②)	④洗浄度率 (%) (③/①×100)	ふき取り前	40
1 回目	10147	82	10065	99.2	1 回目ふき取り後	75
2 回目	9516	98	9418	99.0	2 回目ふき取り後	28
3 回目	9837	77	9760	99.2	3 回目ふき取り後	41
4 回目	10439	58	10381	99.4	4 回目ふき取り後	60
5 回目	9642	38	9604	99.6	5 回目ふき取り後	59
平均	9916.2	70.6	9845.6	99.3		52.6

表 4 トレシーの編み目方向に対して直角方向に沿った水ぶき後の ATP 値 (RLU)

	ステンレス板表面				トレシー面	
	① ふき取り前	② ふき取り後	③洗浄度 (①-②)	④洗浄度率 (%) (③/①×100)	ふき取り前	35
1 回目	10492	64	10428	99.4	1 回目ふき取り後	40
2 回目	10382	72	10310	99.3	2 回目ふき取り後	101
3 回目	9688	85	9603	99.1	3 回目ふき取り後	39
4 回目	10256	43	10213	99.6	4 回目ふき取り後	78
5 回目	10437	29	10408	99.7	5 回目ふき取り後	62
平均	10251.0	58.6	10192.4	99.4		64.0

で評価した結果を図 1 に示す。水ぶき時の水分量 (表 5) が違っても同一面で約 10 回は繰り返し使用できることがわかった。

この結果から、トレシーふき取り面積 24 cm² (6 cm×4 cm) で、1440 cm² (6 cm×24 cm×10 回) ふき取れ、実際の製品トレシー1 枚 (片面) の面積 576 cm² (24 cm×24 cm) では、34560 cm² (1440 cm²×24 倍) ふき取れる計算となる (ATP 値を 500 RLU 以下: イニシャル値の 5% 以下に低減できる回数)。

これは、トレシー1 枚の片面で、東レ・メディカル社製透析監視装置、TR-3000MA (シリンジポンプ、血液ポンプを含む) の装置床面部を除く全面 (約 4000 cm²) をふき取る場合、8.6 台分相当 (34560 cm²/4000 cm²) で、装置の操作パネルのメンブレンシート部 (約 650 cm²) をふき取る場合、53 面分相当 (34560 cm²/650 cm²)

に値する。

II 医療現場における比較検討

1 目的

液晶ディスプレイなどを専用に清拭できるトレシーによる医療機器清拭効果について、現在使用している環境消毒用アルコール含有清拭不織布と比較検討した。

2 方法

北里大学病院 ME センターに病棟から患者使用後に返却されたシリンジポンプについて、連続した各 50 台の返却直後の操作パネル表面 (以下清拭前群)、返却直後に水道水で湿らせ絞ったトレシーにて清拭した操作パネル表面 (以下トレシー群)、返却直後に当院で使用している白十字社製消毒用アルコールタオルシヨードックスーパー®にて清拭した操作パネル表面 (以下

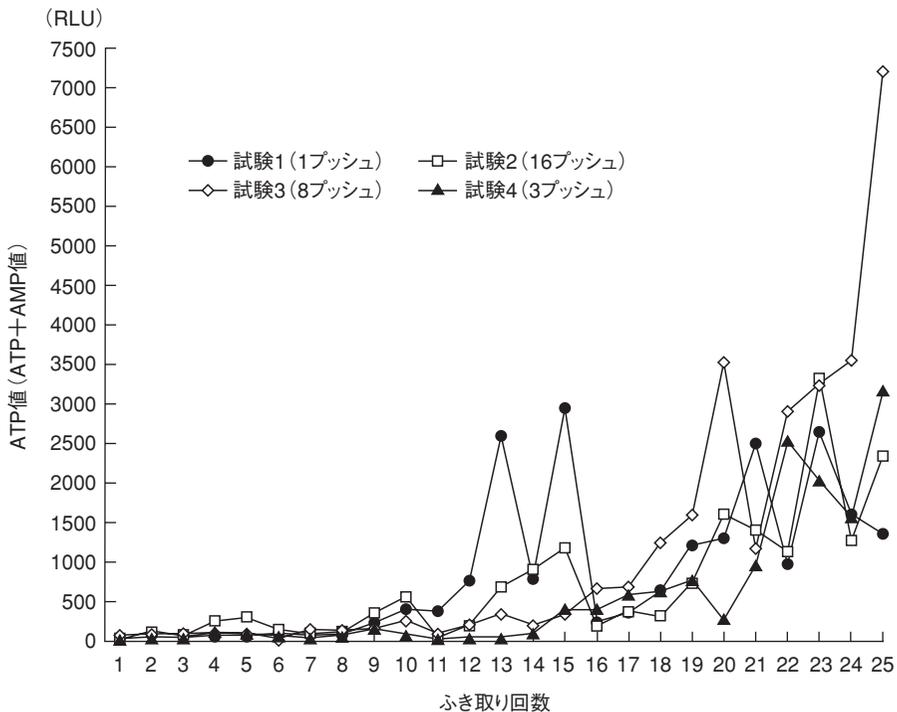


図 1 ふき取り回数による ATP 値の変化 (ふき取り能力の持続性測定)

表 5 水ぶき時の水分量

		霧吹き回数	水分量 (g/24 cm ²)
試験 1	微量の水分量	1	0.1
試験 2	多量の水分量	16	1.6
試験 3	試験 2 の半分量	8	0.8
試験 4*	手で固く絞ったときの水分量	3	0.3

* : 試験 4 のふき取り面の面積は 24 cm² (ふき取り 1 面 6 cm×4 cm)。

消毒クロス群) の 3 群延べ 150 台を ATP ふき取り検査を用いて評価した (Protocol A)。さらに、ATP ふき取り検査の測定原理の影響を考え、測定の順番を変えてトレシー群、清拭前群、消毒クロス群、の順で各群 50 台を測定し比較した (Protocol B) (図 2)。なお、機器の清拭は機器全体に対して行ったが、ATP ふき取り検査は機器の操作および表示パネルの 100 cm²とした (図 2)。なお、トレシーは 4 台ごとに新品と交換し、消毒クロスは 1 台に対して 1 枚で清拭を行った。ふき取り面に対し往復で清拭した。

3 結 果

清拭前群の ATP 値は平均 1820.4±2972.9 RLU (mean±SD)、トレシー群は平均 126.5±128.4 RLU (mean±SD)、消毒クロス群は平均 142.1±145.1 RLU (mean±SD)であった (表 6, 図 3)。また、トレシーによる清拭により、患者使用後に汚染されたシリンジポンプの機器表面を有意に清浄化することができ、環境レベルとされる 1000 RLU 以下にすることができることがわかった (図 3)。さらに、トレシー群と消毒クロス群の度数分布を比較したところ、ほ



図 2 シリンジポンプ清拭効果の測定方法

表 6 シリンジポンプ清拭前後の ATP 値 (RLU) の比較

	清拭前群		トレシー群		消毒クロス群	
	Mean±SD	MAX	Mean±SD	MAX	Mean±SD	MAX
Total	1820.4±2972.9	20477	126.5±128.4	945	142.1±145.1	930
Protocol A	2399.5±2960.6	15731	101.4±46.3	214	126.4±154.9	930
Protocol B	1241.2±2870.5	20477	151.5±171.9	945	157.8±132.6	647

ば同等の分布を示したことから、トレシーは消毒クロスと同等の清拭効果があることが示唆された (図 4)。

消毒クロス清拭後の表面には薬液の残存があり、機器の表面が白くなるが、トレシーによる清拭では機器表面に薬液が残らず、表示灯などでも視認性が低下することはなかった。また、清拭後のトレシーからブドウ球菌が認められ、細菌も除去されることが示唆された。

III 考 察

医療機関における感染制御の観点から、医療機器の清拭 (洗浄)、消毒の重要性は認識されてきたが、対象とする機器への適切な清拭方法や

清浄度の評価方法、および装置への薬剤、化学物質の影響についての知見は乏しい。実際にわれわれは、アンモニウム塩およびベンザルコニウム塩を含有する、いわゆる環境清拭用クロスで、医療機器のモニター画面をふいた後に、クロスに含浸されている薬剤成分と思われる物質が残渣としてモニター画面に残り、残渣が除去できないことを経験している²⁾。また、医療機器のタッチパネルなど、薬剤の使用を控えたい箇所、使用中の保育器などは CDC ガイドラインで消毒剤の使用を控えるよう強い勧告がある¹⁾。さらに消毒剤の濫用は耐性菌の発現も懸念される。

そのような状況下でわれわれは、医療機器の

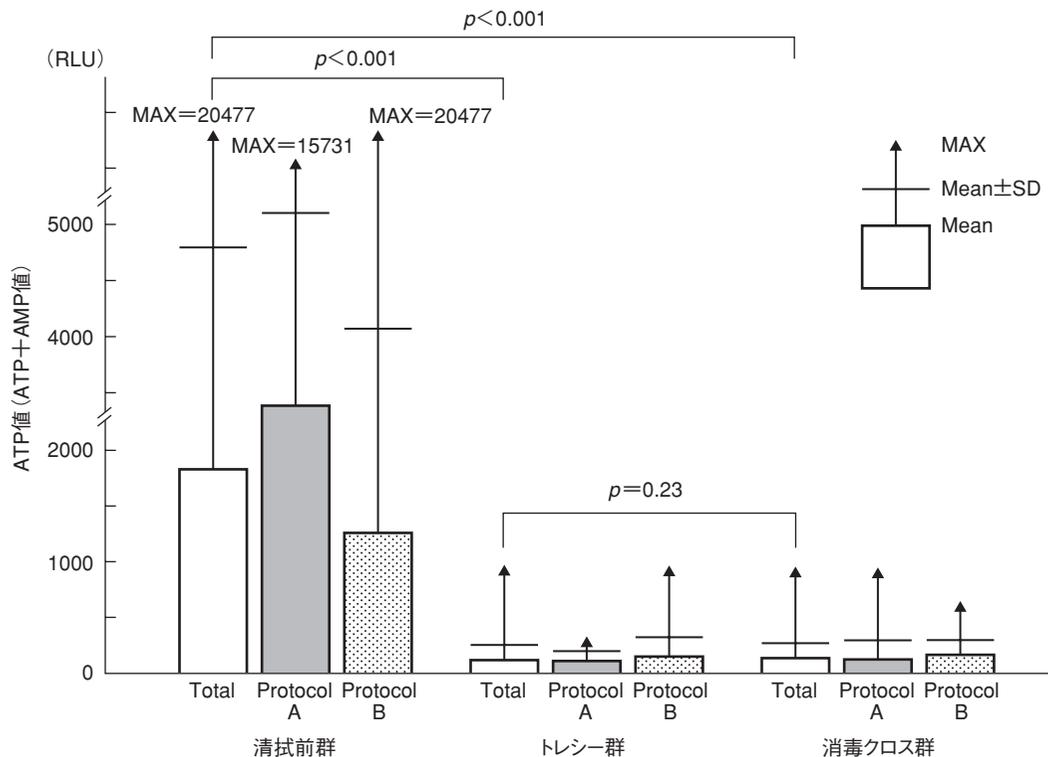


図 3 シリンジポンプ清拭前後の ATP 値 (RLU) の比較

清拭, 清浄度について検討する必要性を感じており, 検討結果を 2009 年から報告している³⁾。今回, 「医療現場における消毒と滅菌のための CDC2008 ガイドライン」⁴⁾でもその素材の特徴と可能性が述べられているマイクロファイバー素材のクリーニングクロスについて検討した。

ATP ふき取り検査を評価に用いたトレシーの性能評価では, 医療機関で用いられているノンクリティカル医療機器の ATP 基準値である 500 RLU 以下を保持できるふき取り面積は, 計算上製品 1 枚 (片面) で 34560 cm²と考えられ, 東レ・メディカル社製の透析監視装置 TR-3000MA の清拭可能面積で換算すると, 装置 8.6 台分の清拭能力をもつと考えられる。極細合成繊維などで構成された高密度織物が, メガネレンズの油膜や汚れのふき取り性に優れていることが知られているが, 単に極細糸を用いただけでは, 汚れを引き伸ばして完全にふき取ること

ができずに, ふき残しが生じることがある。本品は特殊技術で繊維構造を調節することで, 汚れを繊維のマイクロポケットに掻き込み, 対象表面から汚れを物理的に除去することができる。今回検討したトレシーについては, 繊維径を約 2 μm としウォータージェットパンチ加工により縦ぶき横ぶきの両方に対応可能にしたものである。なお現在, 繊維径が約 2 μm のマイクロファイバー繊維によるクリーニングクロスはトレシーのみである。

清拭方法において, われわれは当初乾式で検討していたが, 湿式のほうが約 8.6~10 倍のふき取り効果が発揮できることがわかったため, 当院では現在湿式で清拭を行っている。今回の性能評価では, トレシー面積 24 cm² (6 cm×4 cm) あたり 0.1 g 程度 (霧吹き約 1 回分に相当) の精製水を含浸し, 検討を行った。また, トレシーでふき取った汚れの再付着の検討も行って

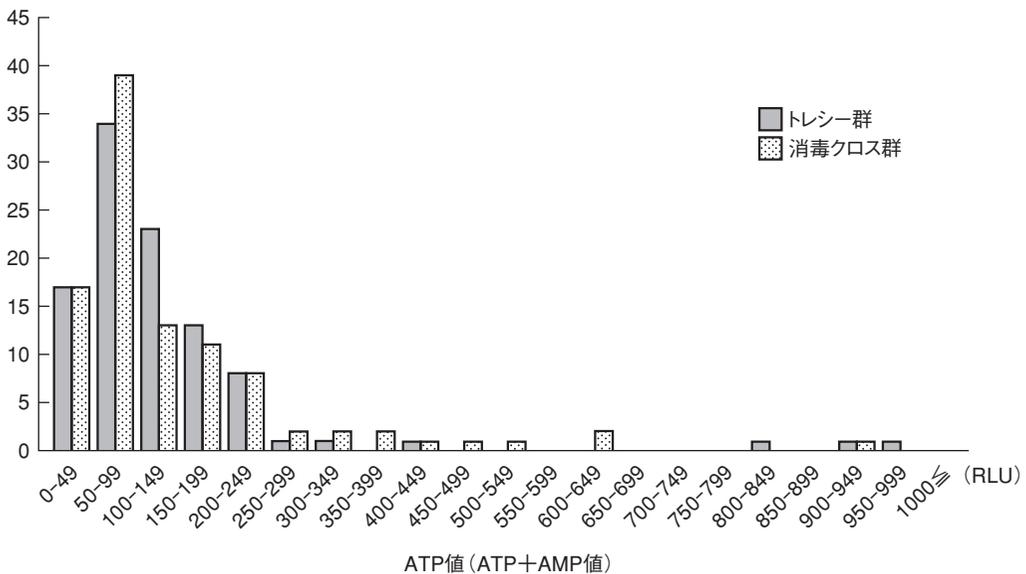


図 4 トレシー群と消毒クロス群の ATP 値の度数分布

おり、同一面で 10 回程度の清拭が可能であった。

医療現場での消毒クロスとトレシーの比較検討では、1 枚のトレシーを 4 台まで使用して検討しており、これはわれわれが行っている医療機器の清拭コストから算出して決定したものである。しかし感染管理の観点では、単回使用のディスプレイとすることが望ましい。トレシーは乾式でも使用可能であるが、必要であれば医療現場で使用されている消毒剤などを含浸させて湿式でも使用することも可能であり、清拭対象に応じた清拭が可能であることから、当院においては、環境清拭クロスとのコスト面での比較でもトレシーは割高にはならないものと考えている。

いわゆる医療機器には、自動車 1 台が購入できてしまうほどの高価な機器が多数あり、機器管理側としては可能なかぎり機器を新品同様の状態に保ちたいといつも考えている。感染管理の観点から消毒剤の使用を否定するものではないが、前述のとおり機器へは少なからず損傷を与えているのも事実である。今回の検討結果から、消毒剤や既存の環境消毒クロスをうまく併用することで機器寿命の延長にも寄与できるの

ではないかと考えている。

米国では、労働安全上の規則も絡み、医療環境での使用にあたって医療現場における化学物質使用への見直しが求められている⁴⁾。人や環境にもやさしく、耐性菌発現を極力抑えるような医療機器の清拭について今後も検討していきたい。

今回評価に用いた ATP ふき取り検査は、有機物汚染の評価法で、2000 年代前半から食品製造の現場で使用され、保健所の衛生指導にも活用されており、近年になって医療現場でも活用され始めた。この検査は ATP 値を汚染指標にしており、微生物数そのものではないが、その存在を示唆する ATP 量を、高感度、迅速、簡単に測定できる。微生物汚染の有無を事前に選別するための有用性の検討は、2000 年より始められ、その成果として「NASA 宇宙機器の微生物検査ハンドブック」に掲載されるまでに至っている⁵⁾。そのような知見から、ATP 値が低値であることは感染リスクが低いと考えてよい。現在、国内で販売されている ATP 測定装置および試薬は、キッコーマンバイオケミファ社製のほか 3M 社製もある。それぞれの基本的な測定原理は同一

であるが、キッコーマンバイオケミファ社製は、ATPに加えAMPも測定されるため、たとえば同一条件で測定を行っても測定値に違いが出ることは留意しておきたい⁶⁾。今回われわれが用いた装置および試薬は、キッコーマンバイオケミファ社製のものであるが、3M社製の装置、試薬で検討を行っても今回の検討と同様の結果が得られている。

ま と め

トレシーによる医療機器の清拭は、頻回の浄化と、その清浄度を評価し基準値内に管理することが感染のリスクを低減するという新しい考え方に基づくものであり、感染管理の観点から消毒剤や化学薬品の使用は否定するものでないが、機器や人体への影響、耐性菌の発現リスクも考慮すると、適時適切に使用するべきと考えられる。トレシーは、化学物質、薬剤フリーでの医療機器の清拭ができるうえに、必要に応じて薬剤を含浸することも可能であることから、

医療機器の清拭に有用なクリーニングクロスである。

文 献

- 1) Rutala WA, Weber DJ, and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008.
- 2) 中村恭子, 東條圭一, 佐藤恵莉奈, 國香正見, 早速慎吾, 白井敦史. クリーニングクロスの検討. 医療機器学 2012;82(2):600-1.
- 3) 早速慎吾, 白井敦史, 東條圭一, 稲毛博, 飯島光雄. ATP拭き取り検査を用いた医療機器の清浄度の検討. 医療機器学 2009;79(7):600-1.
- 4) 満田年宏. 医療現場における消毒と滅菌のためのCDCガイドライン 2008: 要点・特徴の紹介. 感染対策 ICT ジャーナル 2010;5(1):115-21.
- 5) NASA Technical Handbook: Handbook for the Microbial Examination of Space Hardware 2010; NASA-HDBK-6022. p.43-7.
- 6) 鈴木茂哉, 村上成治. ルシフェラーゼと puruvate orthophosphate dikinase (PPDK) を組み合わせた新規清浄度検査法の開発. 食品工業 2001;44(14)別冊:25-34.

Effectiveness of Microfiber Cleaning Cloth Used for Medical Equipment

Keiichi Tojo, Kyoko Nakamura, Erina Sato,
Shingo Hayami, Masami Fujii and Kagami Miyaji

Department of Medical Engineering, Kitasato University Hospital

Cleaning effectiveness of Toraysee[®] for CE (hereafter referred to as “Toraysee”) developed by Toray specifically for the purpose of cleaning liquid crystal displays and other equipment, was evaluated with adenosine triphosphate (ATP) wipe test. The use of Toraysee requires neither chemicals nor cleaning agents.

<Experiment 1>

Test method : The surface of a stainless steel flat panel was contaminated to the ATP level (luminescence level) of 10000 ± 500 RLU using yeast extract solution prepared to the concentration of 5 wt% by diluting with purified water. The flat panel was then wiped with Toraysee and then the ATP wipe test was conducted for evaluation.

Results : Wiping with a sheet of Toraysee (24 cm × 24 cm) reduced the ATP level to less than 500 RLU over the surface area of 34560 cm² of a stainless steel flat panel onto which a yeast extract solution containing 10000 RLU of ATP was applied.

<Experiment 2>

Test method : ATP wipe test was conducted and evaluated on a total of 150 units of syringe pumps which were separated into three 50 unit groups.

[Protocol A] For the pre-cleaning group, the surface of the control panels of 50 consecutive units returned from the hospital wards after having been used for patients, was subjected to ATP wipe test immediately upon the return. For the Toraysee group the returned units were first moistened with tap water and then were wiped with Toraysee before the ATP wipe test. For the disinfection cloth group the returned units were wiped with alcohol towel before the ATP wipe test. This product is currently being used in our hospital. For the Protocol A test procedure, all 150 units (50 from each group) were, therefore, subjected to ATP wipe test and results were evaluated.

[Protocol B] Taking into consideration the impact of the measurement principles of the ATP wipe test, the order of the test was changed to start from the Toraysee group, followed by the pre-cleaning group, and then the disinfection cloth group. The test was performed on 50 units for each group and the results were compared.

Results : Average ATP level was 1820.4 ± 2972.9 RLU (mean \pm SD) in the pre-cleaning group, 126.5 ± 128.4 RLU in the Toraysee group and 142.1 ± 145.1 RLU in the disinfection cloth group. It was found that wiping with Toraysee significantly purified the surface of contaminated syringe pump units and reduced the ATP level to below 1000 RLU which is considered to be an environmentally favorable level. There was a clear indication that Toraysee's cleaning effectiveness is comparable to the disinfection cloth. In addition, staphylococci bacteria were found in the used Toraysee suggesting that it can remove bacteria as well.

<Conclusions>

Toraysee is able to clean medical equipment without using any chemicals or cleaning agents. It can also be impregnated with agents if so needed. In summary Toraysee is effective in cleaning medical equipment and at the same time it is environmentally friendly.

<2013年1月30日 受稿>