

図7 温度によるレニューフレッシュの付着菌に対する消毒効果

フェカリス菌はほとんど増殖しなかった。

### (3) 35°C

緑膿菌 - 1 は1日後に $4.0 \times 10^6$ 個に、緑膿菌 - 2 は1日後に $4.0 \times 10^3$ 個、4日後に $7.9 \times 10^7$ 個に増殖した。

セラチア菌 - 1 は1日後に $7.9 \times 10^5$ 個に、セラチア菌 - 2 は1日後に $1.6 \times 10^6$ 個に増殖した。

フェカリス菌はほとんど増殖しなかった。

## 2. 温度による化学消毒剤の細菌に対する効果

温度による各消毒剤の各細菌（浮遊菌と付着菌）に対する効果を調べた結果を表4および図6に示す。

### 1) 浮遊菌

レニューフレッシュは緑膿菌 - 1、セラチア菌 - 1、セラチア菌 - 2 に対して各温度で対数減少値が3以上であった。緑膿菌 - 2 に対しては4°Cでは対数減少値が3未満であったが、25°C、35°Cでは3以上で温度依存的に高くなった。フェカリス菌に対してはどの温度でも対数減少値は3未満であったが、温度依存的に高くなった。

オプティフリープラスは、緑膿菌 - 1 とセラチア菌 - 1 の35°Cで対数減少値が3以上であったが、そのほかの菌、温度では3未満であった。とくに、緑膿菌 - 2 とフェカリス菌についてはすべての温度で減少しなかった。セラチア菌 - 1 と2には温度依存的に対数減少値が高くなった。

コンセプトワンステップはセラチア菌 - 2 の4°Cで対数減少値が2.2であったが、そのほかの菌、温度では対数減少値3以上を示した。

ファーストケアCTはすべての菌に対して、各温度で対数減少値は3以上であった。

### 2) 付着菌

MPSは2種とも浮遊菌より効果が低くなった。レニュー

フレッシュは緑膿菌 - 1 とセラチア菌 - 1 の35°Cで対数減少値が3以上であったが、そのほかの菌、温度では3未満であった。セラチア菌 - 2 以外は温度依存的に対数減少値が高くなった。オプティフリープラスも、緑膿菌 - 1 とセラチア菌 - 1 の35°Cで対数減少値が3以上であったが、そのほかの菌、温度では3未満であった。浮遊菌と同様に、緑膿菌 - 2 とフェカリス菌についてはすべての温度で減少しなかった。セラチア菌 - 1 に対して温度依存的に対数減少値が高くなった。

コンセプトワンステップ、ファーストケアCTはすべての菌に対し、各温度で対数減少値3以上を示した。

### 3) 温度によるレニューフレッシュの付着菌に対する消毒効果

緑膿菌 - 1 および2をマルチウェルプレートの各ウェルに約 $10^2$ 個接種し、4°C、25°C、35°Cで24時間または48時間培養し、各ウェルの底面に付着増殖した菌を各培養温度でレニューフレッシュを用いて消毒すると、4°Cでは緑膿菌 - 1、緑膿菌 - 2 は10個に減じたが、25°Cでは緑膿菌 - 1 は $10^2$ 個と同じ菌数、緑膿菌 - 2 は $10^5$ に増加し、35°Cでは緑膿菌 - 1、緑膿菌 - 2 は $10^2$ をこえた(図7)。

## 考 察

試験に用いた緑膿菌とセラチア菌は、CL関連角膜感染症の起因菌として知られている。フェカリス菌は糖非発酵性グラム陰性桿菌で、土壌、水回りおよびヒト腸管の常在菌で、敗血症、複雑性尿路感染症の起炎菌となる。また、角膜潰瘍の起因菌としての報告<sup>3)</sup>がある。

微生物が増殖するにあたっては適性な条件が必要であるが、代表的な環境条件として温度がある。温度による細菌

表 5 国際標準化機構 (ISO) 14729に指定されている 5 菌種

微生物	試験菌	菌株
細菌	緑膿菌	ATCC*6538
	黄色ブドウ菌	ATCC 9027
	セラチア菌	ATCC 13880
真菌	カンジダ菌	ATCC 10231
	フザリウム菌	ATCC 36031

\* American Type Culture Collection

表 6 化学消毒剤の消毒力の判定基準

	細菌	真菌
一次基準	添加菌数を1/1,000以下にすること (対数減少値3以上)	添加菌数を1/10以下にすること (対数減少値1以上)
二次基準	3種類の各細菌に対し対数減少値がそれぞれ1以上で、その和が5以上	浸漬中に菌数の増加が認められないこと

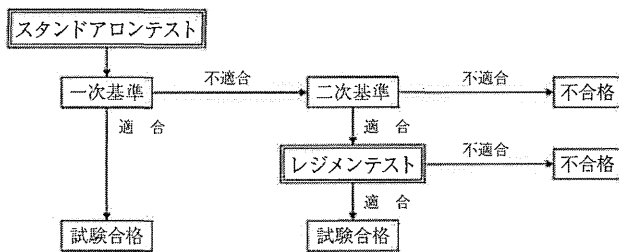


図 8 化学消毒剤の消毒力の判定基準  
 スタンドアロンテスト：こすり洗いをしなかった場合の消毒力を評価する。  
 レジメンテスト：使用者が行う用法（こすり洗いなど）を加味した消毒力を評価する。

の増殖力について検討したところ、緑膿菌とセラチアは温度の上昇に伴って増殖した。具体的に述べると、これらの細菌は4℃ではほとんど増殖しなかったが、約 $10^2$ 個の細菌が25℃では1日で $1.3 \times 10^4$ 個～ $5.0 \times 10^5$ 個に、35℃では1日で $4.0 \times 10^5$ 個～ $4.0 \times 10^6$ 個に増えた。レンズケースに生理食塩水を注いでSCLを保存したとすると、細菌は1日中で130～40,000倍に増殖していることになる。また緑膿菌-1は緑膿菌-2より増殖することから、同じ緑膿菌であっても菌種によってちがいがあってもわかった。フェカリス菌の増殖性は温度に対してほとんど変化しなかったことから、温度に影響を受けない細菌があることも明らかになった。

化学消毒剤は文字どおりに化学物質であることから温度の上昇に伴って反応速度は高まり、消毒力も高くなると予想する。微生物の消毒効果を評価する方法としては国際標準化機構（以下 ISO）が採用しているスタンドアロンテストが広く知られている<sup>4)</sup>。日本でも2003年にこのテストに準拠した方法で消毒方法を自主点検するようにという行政通知が出ている。このテストは特定の細菌ならびに真菌、それも特定の菌株に対する消毒効果を評価したものである（表5）が、その条件は25℃である。我々はこのテストに定められていない臨床株を使用して、25℃だけでなく、4℃と35℃について化学消毒剤の効果を評価した。評価の基準はスタンドアロンテストの一次基準の添加菌数を1/1,000以下（対数減少値3以上）とした（表6、図8）。

スタンドアロンテストは化学消毒中に浮遊している微生物（浮遊菌）を対象としているが、現実にはレンズケースの内壁などに付着している微生物（付着菌）もいる。細菌が産生する菌体外多糖体（glycocalyx）が粘液状の殻をつくり、その中で菌がコロニーを形成した状態をバイオフィームというが、バイオフィームが形成されると消毒剤は効きにくい<sup>5)</sup>。こうした状況を考慮して、我々は浮遊菌だけでなく付着菌についても化学消毒剤の効果を評価した。

浮遊菌については、ポピドンヨード消毒剤のファーストケアCTがすべての菌に対して各温度で一次基準を満たした。過酸化水素消毒剤のコンセプトワンステップは緑膿菌-1および2、セラチア菌-1に対し各温度で一次基準を満たしたが、セラチア菌-2に対して4℃で一次基準を満たさなかった。MPSのレニューフレッシュは緑膿菌-1、セラチア菌-1、セラチア菌-2に対し各温度で一次基準を満たしたが、緑膿菌-2に対しては4℃で満たさなかった。MPSのオプティフリープラスは緑膿菌-1とセラチア菌-1に対しては35℃で一次基準を満たしたが、そのほかの菌、温度では満たさなかった。フェカリス菌についてはレニューフレッシュが一次基準を満たさなかったことに加えて、オプティフリープラスは緑膿菌-2とフェカリス菌は全く効果がなかったことから、ISOが指定した菌株の評価では不十分であることが明らかになった。これらの結果から臨床の状況を考慮した新たな評価法が必要と考えられる。

同じMPSであってもポリヘキサメチレンピグアニド（以下 PHMB）を主成分とするレニューフレッシュと塩化ポリドロニウムを主成分とするオプティフリープラスの消毒効果に差があった。柳井ら<sup>6,7)</sup>もPHMBを主成分とするMPSの方が高い消毒力を示すという結果を報告している。化学消毒剤の消毒効果については、独立行政法人国民生活センターが2009年12月16日に「SCL用消毒剤のアカントアメーバに対する消毒性能—使用実態も踏まえて—」（[http://www.kokusen.go.jp/test/data/s\\_test/n-20091216\\_1.html](http://www.kokusen.go.jp/test/data/s_test/n-20091216_1.html)）で試験結果を公表した。これは細菌ではなくアカントアメーバに対する結果であるが、ポピドンヨード製剤や過酸化水素消毒剤に比してMPSは消毒力が弱く、MPSのなかでもわずかながら差があり、レニューフレッシュ（当時は

レニューマルチプラス)はオプティフリープラスよりも消毒力が高かったという内容であった。

付着菌については過酸化水素消毒剤のコンセプトワンステップ、ポビドンヨード消毒剤のファーストケアCTはすべての菌に対して各温度で一次基準を満たした。MPSのレニューフレッシュとオプティフリープラスは、緑膿菌-1とセラチア菌-1に対する35℃のみで一次基準を満たしたが、そのほかの菌、温度では満たさなかった。この結果から、MPSは付着菌に対しては消毒力が十分とはいえないため、安全に使用するためにはレンズケースに微生物が付着しないように、レンズケースを徹底的に洗浄した後に自然乾燥することが必須である。

温度による化学消毒剤の消毒効果は、緑膿菌-1の付着菌に対するレニューフレッシュとオプティフリープラス、緑膿菌-2の浮遊菌に対するレニューフレッシュ、セラチア菌-1の浮遊菌に対するオプティフリープラスならびに付着菌に対するレニューフレッシュとオプティフリープラス、セラチア菌-2の浮遊菌に対するオプティフリープラス、セラチア菌-2の付着菌に対するコンセプトワンステップに加えて、消毒効果は不十分であるもののフェカリス菌に対するレニューフレッシュの結果から、温度が高くなると化学消毒剤の消毒力が強まると考える。

過酸化水素消毒剤のコンセプトワンステップとポビドンヨード消毒剤のファーストケアCTは今回使用した5種の菌種(浮遊菌、付着菌)に対し、コンセプトワンステップのセラチア菌-2に対する4℃以外の条件で一次基準を満たす消毒効果があったが、MPS 2種については不十分であった。それを確認するためにレニューフレッシュについて、追加の試験を実施した。MPSのなかでは消毒効果が高いといわれるレニューフレッシュを代表として試験を行えば、MPS全体がある程度反映できると考えた。実際の臨床に即した現状として、冬を想定した4℃、春、秋を想定した25℃、夏を想定した35℃の各条件で、レニューフレッシュが緑膿菌-1と緑膿菌-2に対してどのような消毒力を示すかを評価した。すなわち、レンズケースに見立てたマルチウェルプレートの各ウェルに約 $10^2$ 個の緑膿菌-1、緑膿菌-2を添加し、各温度で増殖させた(培養)後、レニューフレッシュで消毒した。4℃では緑膿菌-1と緑膿菌-2はともに10個に減少したが、25℃では緑膿菌-1

は $10^2$ 個と添加菌数と同数、緑膿菌-2は $10^5$ 個に増加し、35℃では緑膿菌-1、緑膿菌-2ともに $10^2$ 個をこえたことから、低温でない消毒力が十分でないことがわかった。

以上の結果から、温度の上昇によってMPSの消毒性は高まるが、細菌の増殖性も活発になりその増殖性にMPSの消毒性が及ばないことが明らかになった。したがって、MPSの使用にあたっては温度の高い時期には十分に注意を払う必要がある。できれば空調の効いた部屋、あるいは冷温が確保できる冷蔵庫に置くとよいと考える。

一方、過酸化水素消毒剤とポビドンヨード消毒剤は今回の試験に用いたすべての菌に対して、菌の状態(浮遊・付着)や温度に影響を受けることなく、高い消毒効果を示したことから、CLやレンズケースの消毒剤として有用であると考えられる。

#### 文 献

- 1) 宇野敏彦, 福田昌彦, 大橋裕一, 下村嘉一他: 重症コンタクトレンズ関連角膜感染症全国調査. 日眼会誌 115:107-115, 2011.
- 2) 植田喜一, 江口 洋, 山崎勝秀, 斉藤文郎: 温度による化学消毒剤の消毒効果. 日眼会誌 115:941, 2011.
- 3) Tayeri T & Kelly LD: *Alcaligenes faecalis* corneal ulcer in a patient with cicatricial pemphigoid. Am J Ophthalmol 115:255-256, 1993.
- 4) 岡田正司: ソフトコンタクトレンズの消毒の評価法(スタンドアロンテスト). 日コレ誌 48:93-97, 2006.
- 5) 工藤昌之: レンズケースとバイオフィilm. コンタクトレンズを考える会編, 眼科診療プラクティス94, はじめてのコンタクトレンズ診療, 115, 文光堂, 東京, 2003.
- 6) 柳井亮二, 植田喜一, 田尻大治, 松本 融他: 細菌・真菌に対するポビドンヨード製剤の有効性. 日コレ誌 47:32-36, 2005.
- 7) 柳井亮二, 植田喜一, 田尻大治, 松本 融他: アカントアメーバおよびウイルスに対するポビドンヨード製剤の有効性. 日コレ誌 47:37-41, 2005.

(2012年3月15日受付)

## ソフトコンタクトレンズ消毒剤の汚染状況

稲葉昌丸<sup>1</sup>, 糸井素純<sup>2</sup>, 井上幸次<sup>3</sup>, 植田喜一<sup>4</sup>, 大橋裕一<sup>5</sup>,  
佐渡一成<sup>6</sup>, 白石 敦<sup>5</sup>, 水谷 聡<sup>7</sup>, 宮崎 大<sup>3</sup>, 宮本仁志<sup>8</sup>, 矢倉慶子<sup>3</sup>  
大阪市 (稲葉眼科)<sup>1</sup>, 東京都 (道玄坂糸井眼科医院)<sup>2</sup>, 鳥取大学医学部視覚病態学<sup>3</sup>,  
下関市 (ウエダ眼科)<sup>4</sup>, 愛媛大学医学部大学院医学系研究科視機能外科学分野<sup>5</sup>,  
仙台市 (さど眼科)<sup>6</sup>, 名古屋市 (水谷眼科診療所)<sup>7</sup>, 愛媛大学医学部附属病院臨床検査部<sup>8</sup>

## Incidence of Soft Contact Lens Disinfectant Bottle Contamination

Masamaru Inaba<sup>1</sup>, Motozumi Itoi<sup>2</sup>, Yoshitsugu Inoue<sup>3</sup>, Kiichi Ueda<sup>4</sup>, Yuichi Ohashi<sup>5</sup>, Kazushige Sado<sup>6</sup>,  
Atsushi Shiraiishi<sup>5</sup>, Satoshi Mizutani<sup>7</sup>, Dai Miyazaki<sup>3</sup>, Hitoshi Miyamoto<sup>8</sup> and Keiko Yagura<sup>3</sup>  
Osaka City (Inaba Eye Clinic)<sup>1</sup>, Tokyo (Dougenzaka Itoi Eye Clinic)<sup>2</sup>,  
Division of Ophthalmology and Visual Science, Faculty of Medicine, Tottori University<sup>3</sup>, Shimonoseki City (Ueda Eye Clinic)<sup>4</sup>,  
Department of Ophthalmology, Ehime University School of Medicine<sup>5</sup>, Sendai City (Sado Eye Clinic)<sup>6</sup>,  
Nagoya City (Mizutani Eye Clinic)<sup>7</sup>, Department of Clinical Laboratory, Ehime University Hospital<sup>8</sup>

ソフトコンタクトレンズ (SCL) 消毒剤の病原菌汚染を調査するために183例のSCL装用者から使用中のSCL消毒剤を回収した。SCL消毒剤の容器内液の6例(3%)から細菌が検出された。容器出口部擦過検体の58例(32%)から細菌あるいは真菌が検出された。調査期間前期(平均最高気温約27°C)と後期(平均最高気温約11°C)において検出率に差はなかった。消毒剤開封後使用期間の差による検出率の違いは認められなかった。多目的用剤使用群は過酸化水素使用群より有意に検出率が高かった(34%対6%)。容器出口部から検出された菌種はグラム陰性桿菌30例, グラム陽性桿菌25例, グラム陽性球菌19例, 真菌1例だった。SCL消毒剤容器出口は高率に汚染されており, SCLケース汚染の菌叢とも類似している。SCL消毒剤容器は清潔に取り扱うよう注意する必要がある。(日コレ誌 55:109-113, 2013)

キーワード: 消毒, 汚染, コンタクトレンズケア, 細菌, アカントアメーバ

in 6 (3%) of the solutions and bacteria and fungi were found in 58 (32%) of scrapings from bottle nozzles. The contamination rates did not differ for bottles inspected earlier in the investigation period (mean highest temperature about 27°C) compared to later in the study (mean highest temperature about 11°C) and did not correlate with elapsed time after opening the bottle. However, the contamination rate was much higher (34% versus 6%) for multipurpose solutions than for hydrogen peroxide solutions. The organisms identified on disinfectant bottle nozzles included 30 Gram-negative rod species, 25 Gram-positive rod species, 19 Gram-positive cocci, and 1 fungus and were similar to organisms detected in our earlier study of contamination of SCL storage cases. This study shows that SCL users need to handle disinfectant solution bottles with greater care to prevent contamination. (J Jpn CL Soc 55:109-113, 2013)

Key Words: Disinfection, Contamination, Contact Lens Care, Bacteria, *Acanthamoeba*

We investigated the incidence of contamination of soft contact lens (SCL) disinfectant solution bottles collected from 183 SCL users. Bacteria were found

### 緒 言

ソフトコンタクトレンズ (以下 SCL) 装用に伴う角膜感染症は, 重症化すれば入院加療が必要となり, 治療を行っても矯正視力の低下を残すことがあるため, 医学的にも社会的にも重大な問題となっている<sup>1-3)</sup>。角膜感染症の病原菌は細菌, 真菌, アカントアメーバなどと多彩である

が, ケア不良などが原因となって SCL ケースの病原菌汚染が生じ, これが SCL 装用時に眼表面に移動して感染を起こすと考えられる<sup>4)</sup>。SCL 消毒剤やケア用剤自体にも細菌などによる汚染が生じることが報告<sup>5-10)</sup>されており, その頻度および SCL ケース汚染との関連を明らかにする必要がある。そこで一般的な SCL 装用者が使用している SCL 消毒剤の細菌, 真菌, アカントアメーバによる汚染

の発生率およびその菌種を調査した。

### 実験方法ならびに対象

全国5箇所の施設(表1)を初めて訪れた、SCL消毒剤を使用しているSCL装用者とする。

方法は、SCL消毒剤回収用封筒およびSCL装用状況調査のためのアンケート用紙(表2)、謝礼(クオカード500円分)を新品のSCL消毒剤とともに用意し、各施設を初めて受診した、SCL消毒剤を使用しているSCL装用者に配布した。装用者には帰宅後、使用中のSCL消毒剤と、記入したアンケート用紙を回収用封筒に入れて調査施設に返送させた。調査施設は返送された封筒を冷蔵保存し、1週間ごとにまとめて菌検査施設に送付した。菌検査は愛媛大学医学部附属病院臨床検査部が表3の手順に従って容器内液および容器出口部擦過検体に対する半定量検査を行った。容器出口部擦過検体については鳥取大学において、Ikedaら<sup>11)</sup>の方法に従ってアカントアメーバのreal-time polymerase chain reaction(以下PCR)法試験を行った。その際、プライマーは*Acanthamoeba*の18S rDNA領域を特異的に認識、forward:5'-CGACCAGCGATTAGGAGACG-3', reverse:5'-CCGACGCCAAGGACGAC-3'とし、プローブは5'-FAM-TGAATACAAAACACCACCATCGGCCG-BHQとした。

気温による汚染度の違いをみるため、調査は前期(2011年9~10月。東京における平均最高気温、約27℃)と後期(2012年1~3月。東京における平均最高気温、約11℃)に分けて行った。

### 結 果

前期98例、後期85例、計183例の検体が回収された。容器内液については前期の4例(4%)、後期の2例(2%)、全期合計の6例(3%)から細菌が検出された。容器出口部擦過検体については前期の30例(31%)、後期の28例(33%)、全期合計の58例(32%)から細菌または真菌が検出された。容器内液の検出率が低かったため、アカントアメーバに対するreal-time PCR法試験は容器出口部検体のみを対象とすることとした。結果は前期では200copies/mlの1例、後期では1,850copies/ml, 2,835copies/ml, 3,125copies/mlの各1例ずつ、計4例からアカントアメーバ

表1 調査施設一覧

施設名	所在地	調査担当医師
さと眼科	宮城県	佐渡 一成
道玄坂糸井眼科医院	東京都	糸井 素純
水谷眼科診療所	愛知県	水谷 聡
稲葉眼科	大阪府	稲葉 昌丸
ウエダ眼科	山口県	植田 喜一

DNA断片が検出された。前期後期間で検出率に有意な差がなかったため、以後のデータは前期後期をあわせた全183例を対象として、集計、解析を行った。また、容器内液の汚染例は少なかったため、容器出口部擦過検体のみを

表2 ソフトコンタクトレンズ(SCL)装用者に記入させたアンケート用紙の項目

年齢
性別
使用SCLの種類 (1週間交換, 2週間交換, 1カ月交換, 3カ月交換, その他)
SCLの使用頻度 (週6~7日, 週3~5日, 週1~2日, それ以下, その他)
使用中のSCL消毒剤の開封後経過日数 (3日以内, 1週間以内, 2週間以内, 1カ月以内, 2カ月以内, 2カ月をこえる, 不明)

表3 SCL消毒剤汚染調査の菌検査手順

- SCL消毒剤内容液をピペットで抽出。同時に消毒剤容器出口をスワブで拭き、スワブを1mlの滅菌生理食塩水を入れてミキサーで混ぜる。
- 液のうち、約50μlを血液寒天培地/ブロムチモールブルー(BTB)寒天培地に広げ、35℃48時間培養する。
- 残った液はアカントアメーバPCR検査(表4)に使用する
- 48時間後、2.の培地でコロニーのグラム染色を行い、以下の手順で染色性および形態で区別し、性状を検査し同定を行う。
  - グラム陽性球菌
    - ①カタラーゼ試験陽性の場合、結合型コアグラウゼ試験を行い、黄色ブドウ球菌(陽性)とコアグラウゼ陰性ブドウ球菌(CNS)に分類する。
    - ②陰性の場合、EF寒天培地に接種し発育が認められた場合は腸球菌と同定する。
    - ③EF寒天培地に発育しない場合、血液寒天培地でのβ溶血性を観察し、溶連菌(陽性)、他のレンサ球菌(陰性)に分類する。溶連菌は群別を行う(A群からF群)。
    - ④α溶血を示した場合、オプトヒン感受性試験を行い、感受性であれば*Streptococcus pneumoniae*と同定し、耐性であればα-*Streptococcus*とする。
    - ⑤溶血のない場合はγ-*Streptococcus*とする。
  - グラム陽性桿菌
    - ①芽胞陽性の場合*Bacillus*属と同定する。
    - ②芽胞陰性の場合、カタラーゼ試験陽性は*Corynebacterium*属、陰性は通性嫌気性の*Lactobacillus*属とする。
  - グラム陰性桿菌
    - ①クリグラー寒天培地でグルコースの発酵性の確認およびオキシダーゼ試験を行う。
      - ①グルコース発酵、オキシダーゼ陽性菌  
*Vibrio*科, *Aeromonas*科, *Plesiomonas*属として同定を進める。
      - ②グルコース発酵、オキシダーゼ陰性菌  
腸内細菌科として、クリグラー寒天培地、リジン鉄寒天培地、シモンズ・クエン酸ナトリウム培地、DNA培地、SIM培地、VP半流動培地の性状により同定を進める。
      - ③グルコース非発酵、オキシダーゼ陽性菌  
*Pseudomonas*属, *Burkholderia*属, *Alcaligenes*属, *Achromobacter*属, *Chryseobacterium*属として同定を進める。
      - ④グルコース非発酵、オキシダーゼ陰性菌  
*Stenotrophomonas*属, *Acinetobacter*属として同定を進める。
      - ⑤グルコース非発酵(上記の③、④以外)  
IDテストNF-18を使用して、菌名を同定する。
- 菌量はおよそ次のような基準で簡易定量を行う(単位はCFU/ml)。(±)10<sup>3</sup>以下, (+)10<sup>4</sup>~<sup>5</sup>, (2+)10<sup>6</sup>, (3+)10<sup>7</sup>以上

PCR: polymerase chain reaction, SIM: sulfide-indole-motility, VP: Voges-Proskauer

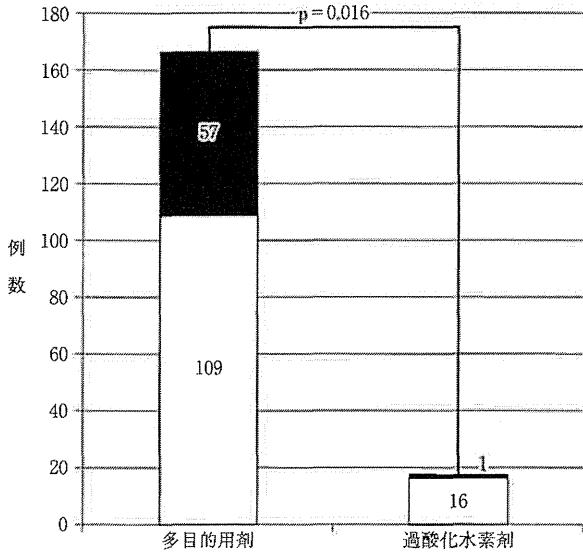


図1 ソフトコンタクトレンズ (SCL) 消毒剤容器出口部擦過検体の汚染状況と SCL 消毒剤の種類との関係 ( $\chi^2$ 検定にて有意差あり)  
 ■: 汚染あり, □: 汚染なし

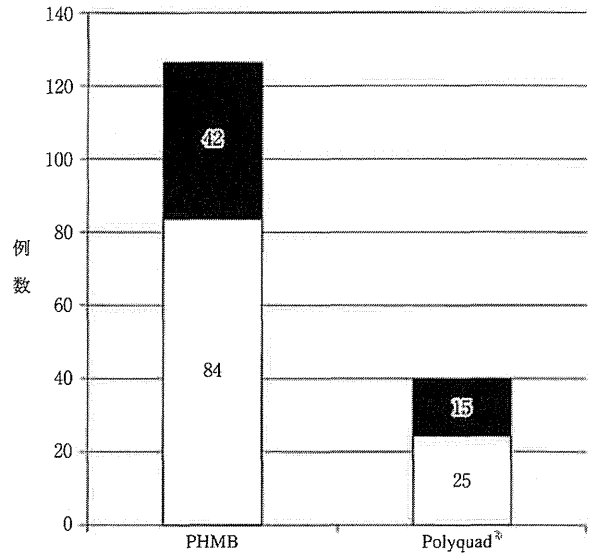


図2 SCL 消毒剤容器出口部擦過検体の汚染と多目的用剤の種類との関係 ( $\chi^2$ 検定にて有意差なし)  
 ■: 汚染あり, □: 汚染なし  
 PHMB: 塩酸ポリヘキサニド

表4 SCL 装用者アンケート集計結果

年齢	16~54歳, 平均年齢28±7歳 (標準偏差)	
性別	女: 150例 男: 33例	
使用 SCL 種別	1 週間交換 SCL	2
	2 週間交換 SCL	149
	1 カ月交換 SCL	19
	3 カ月交換 SCL	1
	その他	12
SCL 使用頻度	週 6~7 日	162
	週 3~5 日	9
	週 1~2 日	5
	それ以下	7
開封後使用日数	3 日以内	2
	1 週間以内	6
	2 週間以内	19
	1 カ月以内	54
	2 カ月以内	52
	2 カ月をこえる	36
	不明	13
記入なし	1	

表5 SCL 消毒剤の開封後使用期間と容器出口部汚染状況の関連

開封後使用期間	SCL 消毒剤容器出口部の汚染状況	統計的有意差 ( $\chi^2$ 検定)
2 週間以内	汚染あり: 8 例 汚染なし: 19 例	なし ( $p=0.778$ )
それ以上	汚染あり: 46 例 汚染なし: 96 例	
1 カ月以内	汚染あり: 28 例 汚染なし: 53 例	なし ( $p=0.484$ )
それ以上	汚染あり: 26 例 汚染なし: 62 例	
2 カ月以内	汚染あり: 46 例 汚染なし: 87 例	なし ( $p=0.158$ )
それ以上	汚染あり: 8 例 汚染なし: 28 例	

MPS の消毒成分の違いによる検出率の差は認められなかった (図2)。

装用者に記入させたアンケートの集計結果を表4に示す。検出率は女性では32% (150例中48例), 男性では30% (33例中10例) であり, 性別による差は認められなかった。使用 SCL 種別, SCL 使用頻度についてはそれぞれ「2 週間交換 SCL」, 「週 6~7 日の使用」が大多数であるため, SCL 種別, 使用頻度の違いについての統計的検討は行わなかった。SCL 消毒剤の開封後の使用期間については開封後 3 日以内, 1 週以内は例数が少なかったため, 開封後 2 週以内, 1 カ月以内, 2 カ月以内をそれぞれ基準として開封後使用期間についての検討を行った。「不明」および「記入なし」は対象外とした。結果は表5に示したとおり, いずれにおいても開封後使用期間の違いによる汚染状況の差は認められなかった。

容器出口部擦過検体から検出された菌種と菌の概要と詳細をそれぞれ表6および表7に示す。菌種はグラム陰性桿

対象とした。

全症例中166例が多目的用剤 (以下 MPS), 17例が過酸化水素剤を使用しており, 容器出口部擦過検体について MPS の57例 (34%), 過酸化水素剤の1例 (6%) に汚染が認められ, 両者の差は統計的に有意であった (図1)。MPS 使用者の内訳は塩酸ポリヘキサニド (以下 PHMB) 剤使用者が126例, Polyquad®使用者が40例であったが, それぞれについて汚染例は42例 (33%), 15例 (38%) であり,

表6 SCL 消毒剤容器出口部擦過検体から検出された菌種

検出菌種	検出例数
グラム陰性桿菌	30
グラム陽性桿菌	25
グラム陽性球菌	19
真菌	1

菌が最も多く、次いでグラム陽性桿菌、グラム陽性球菌の順となり、菌では *Bacillus subtilis* と coagulase-negative *Staphylococcus* (以下 CNS) が目立つ環境菌、体表常在菌主体の汚染パターンが認められた。

### 考 察

SCL の消毒に用いる消毒剤自体が細菌、真菌、アカントアメーバによって汚染されている状態は問題である。しかし1987年、Donzis ら<sup>5)</sup> は支障なく CL を使用している100名の装用者から回収した126本の CL ケア用剤内容液の13%に汚染が生じていたことを報告した。その後、Kanpolat ら<sup>6)</sup> は SCL 装用者30例を対象として MPS 使用者(23例)、過酸化水素剤使用者(6例)のそれぞれ17%において、消毒剤容器から滴下したサンプルの汚染を検出している。検出菌種は *Pseudomonas* をはじめとするグラム陰性桿菌と *Staphylococcus epidermidis* をはじめとするグラム陽性球菌がほぼ同数であった。Collins<sup>7)</sup> らは44例の SCL 装用者が2週間使用した SCL 消毒剤の滴下サンプルを対象に、Polyquad<sup>®</sup>剤の14%、PHMB 剤の3%、過酸化水素剤の4%から細菌汚染を検出しており、そのすべてがグラム陰性桿菌であった。また、Yung ら<sup>8)</sup> は101例の SCL 装用者を対象とした調査において、SCL 消毒剤容器から滴下したサンプルの11%から細菌を検出している。検出菌は *Serratia*, *Staphylococcus aureus*, CNS などが主であった。容器出口(ノズル部)の汚染については Lipener ら<sup>9)</sup> が生理食塩水容器出口の60%から細菌を検出している。検出菌は緑膿菌をはじめとするグラム陰性桿菌が最も多く、次いで *S. aureus* などのグラム陽性球菌となっている。Sweeney ら<sup>10)</sup> は40例の SCL 装用者を対象にソルビン酸、ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) などの防腐剤を含有する生理食塩水一瓶をそれぞれ1週間、2週間、3週間、4週間使用させると同時に、別の一瓶についてはキャップの開け閉め操作だけ行わせて検出率の違いを調査している。その結果、内容液の26%、容器出口の55%から細菌あるいは真菌を検出したが、使用期間による違い、あるいは実際に使用した容器とキャップの開け閉めだけ行った容器の間に差を認めなかった。検出菌は CNS をはじめとするグラム陽性球菌が最も多く、次いで *Bacillus* 属などのグラム陽性桿菌と報告している。

表7 SCL 消毒剤容器出口部擦過検体から検出された菌

検出菌	検出例数
<i>Bacillus subtilis</i>	20
coagulase-negative <i>Staphylococcus</i>	16
<i>Serratia marcescens</i>	9
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	8
<i>Bacillus</i> spp.	5
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	5
<i>Comamonas acidovorans</i>	3
<i>Pseudomonas putida</i>	3
<i>Micrococcus</i> spp.	2
<i>Aspergillus niger</i>	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1
<i>Sphingomonas parapaucimobilis</i>	1

今回の試験は SCL 消毒剤を対象とし、容器内液の3%において汚染を検出した。この結果は Collins ら<sup>7)</sup> が SCL 消毒用 PHMB 剤、過酸化水素剤で得た結果とよく一致しているが、容器出口部擦過検体については、Collins らの示した MPS の消毒成分の違いによる検出率の差は認められなかった。また容器出口部の検出率は34%であり、Lipener ら<sup>9)</sup>、Sweeney ら<sup>10)</sup> が生理食塩水の容器出口で得た55~60%という結果より低い。この差が SCL 消毒剤と生理食塩水の違いに基づくものか、装用者のコンプライアンスなどの違いによるものかは不明であるが、今回、容器出口部の検出率が、より消毒力が強いと考えられる過酸化水素剤において有意に低かったことを考えると、SCL 消毒剤の消毒力によって検出率が低くなった可能性がある。そうであれば、SCL ケアにおいてすすぎなどに生理食塩水や防腐剤入りすすぎ液を使用する際には、容器出口、容器内液の汚染に十分注意する必要があることになる。ただし、MPS と過酸化水素剤では使用方法が大きく異なるため、今回の検出率の差が消毒力以外の要因によって生じた可能性も考慮する必要がある。

今回の検出菌種はグラム陰性桿菌が最も多く、その点では SCL 消毒剤を対象とした Collins ら<sup>7)</sup> の結果と類似しているが、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌もある程度検出されている点で異なる。逆にグラム陽性球菌は少なく、SCL 消毒剤についての Kanpolat ら<sup>6)</sup>、Yung ら<sup>8)</sup> の結果、生理食塩水についての Lipener ら<sup>9)</sup>、Sweeney ら<sup>10)</sup> の結果とは異なっている。このような差が湿度温度などの気候の違いによるものか、家屋構造や生活習慣の違いによるものか、あるいは水質やコンプライアンスの差などによるものかは不明だが、SCL ケア用剤、SCL 消毒剤から検出される細菌叢にバリエーションがあることは確かである。アカントアメーバについては real-time PCR 法試験で4例においてアカントアメーバ DNA の断片が検出されたが、実際

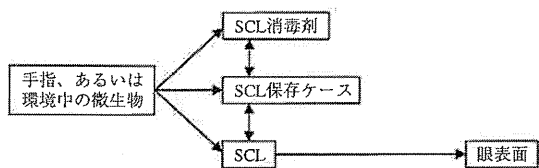


図3 SCL 保存ケース, SCL 消毒剤汚染と眼表面のあり得る関係

に生きたアカントアメーバが居たか、感染源になり得る状態だったかは不明である。

以前、我々が SCL 保存ケースの汚染状況について調査した際<sup>12)</sup>、グラム陰性桿菌が最も多く検出され、次いでグラム陽性球菌、グラム陽性桿菌の順であった。今回はグラム陰性桿菌、グラム陽性桿菌、グラム陽性球菌の順であったが、ともに CNS と *Bacillus subtilis* が首位と 2 位を占めており、パターンは比較的相似している。このことから、SCL 保存ケースの汚染源と SCL 消毒剤の汚染源に共通性があるため、これらになんらかの交通があることが推測される。SCL 消毒剤内液より容器出口部の汚染が強いことから、手指や周囲との接触によって容器出口部が汚染され、それが SCL 保存ケース内液の汚染につながることを考えられる。逆に SCL 消毒剤を SCL 保存ケースに注出する際に、SCL 保存ケース内の液に接触することによって容器出口部が汚染される、あるいは両者間に交通が生じる可能性もあるが、Lipener ら<sup>9)</sup>の結果のようにキャップの開閉しか行わなかった容器にも同様の汚染が生じることから考えると、SCL 保存ケースと消毒剤容器間の交通は少ないのかもしれない。一方、宇野ら<sup>2)</sup>による重症 CL 関連角膜感染症全国調査において、CL 保存ケース内汚染と角膜感染症病巣との関連が示唆されている。これらをあわせると、図 3 のように手指あるいは環境からの微生物汚染が、SCL 保存ケース、SCL 消毒剤、SCL 自体を通して相互に関係しながら眼表面への感染へと発展する経路が推測できる。そのなかで SCL 消毒剤の汚染が占める役割が従属的なものなのか、主たる原因の一部なのかは不明であるが、眼表面への感染を防ぐために SCL 消毒剤を清潔に保つことは重要と考えられる。

容器出口部の汚染が主であり、内容液自体はほとんど汚染されていないことから、消毒剤を十分な量流して使用すれば汚染はある程度抑制できると考えられる。今回の結果では表 6 に示したように、開封後使用期間による差は明らかでなかった。ただし開封後使用期間の長さが CL 関連角膜感染症発症のリスクファクターであるか否かは、今回の結果だけでは判断できない。MPS の場合は大量に流して使用するとともに、短期間で使い切るよう指導する方が安全であろう。過酸化水素剤の場合は 1 回の使用量が専用保

存ケースによって一定となっているから、短期間で使い切る指導が主となる。今回は開封後 2 週間以内とそれ以上との検出率までを比較したが、開封後 1 週間ではどうか、また通常は開封後どの程度の期間使用されているのかといった点も知る必要がある。ただ、Sweeney ら<sup>10)</sup>の結果から考えると、開封後の使用期間と SCL 消毒剤からの細菌検出率は無関係であり、汚染例では使用開始直後から汚染が発生している可能性もある。消毒剤容器出口が手指にふれないよう注意する、使用後は直ちにキャップを閉める、SCL 保存ケースに消毒剤を注出する際には容器出口が液面に接触しないようにする、などの指導が必要である。

文 献

- 1) 福田昌彦：コンタクトレンズ関連角膜感染症の実態と疫学. 日本の眼科 80：693-698, 2009.
- 2) 宇野敏彦, 福田昌彦, 大橋裕一, 下村嘉一他：重症コンタクトレンズ関連角膜感染症全国調査. 日眼会誌 115：107-115, 2011.
- 3) 稲葉昌丸, 井上幸次, 植田喜一, 宇野敏彦他：重症コンタクトレンズ関連角膜感染症調査からみた危険因子の解析. 日コレ誌 52：25-30, 2010.
- 4) 福田昌彦：コンタクトレンズ関連角膜感染症. あたらしい眼科 28：337-342, 2011.
- 5) Donzis PB, Mondino BJ, Weissman BA & Bruckner DA : Microbial contamination of contact lens care systems. Am J Ophthalmol 104：325-333, 1987.
- 6) Kanpolat A, Kalayci D, Arman D & Dürük K : Contamination in contact lens care system. CLAO J 18：105-107, 1992.
- 7) Collins M, Coulson J, Shuley V & Bruce A : Contamination of disinfection solution bottles used by contact lens wearers. CLAO J 20：32-36, 1994.
- 8) Yung MS, Boost M, Cho P & Yap M : Microbial contamination of contact lenses and lens care accessories of soft contact lens wearers (university students) in Hong Kong. Ophthalmic Physiol Opt 27：11-21, 2007.
- 9) Lipener C, Nagoya FR, Zamboni JF, Lewinski R et al : Bacterial contamination in soft contact lens wearers. CLAO J 21：122-124, 1994.
- 10) Sweeney DF, Willcox MDP, Sansey N, Leitch C et al : Incidence of contamination of preserved saline solutions during normal use. CLAO J 25：167-175, 1999.
- 11) Ikeda Y, Miyazaki D, Yakura K, Kawaguchi A et al : Assessment of real-time polymerase chain reaction detection of *Acanthamoeba* and prognosis determinants of *Acanthamoeba* keratitis. Ophthalmology 119：1111-1119, 2012.
- 12) 稲葉昌丸, 糸井素純, 井上幸次, 植田喜一他：コンタクトレンズケース内汚染の現状. 日コレ誌 54：31-40, 2012.

(2012年9月26日受付)



