総説

新たな感染症予防法の提唱

白内障手術における術野の 0.25% ポビドンヨード術中洗浄による感染症予防

島田 宏之

日本大学医学部視覚科学系眼科学分野

New Concept of Infection Prevention

—Intraoperative Irrigation of the Operative Field with 0.25% Povidone-iodine—

Hiroyuki SHIMADA

Department of Ophthalmology, Nihon University School of Medicine

Normal bacterial flora can be isolated from the conjunctiva in 60–98% of healthy adults. Normal conjunctival flora can be reduced to around 20% by using the conventional procedures of disinfecting the eyelid and ocular surface with povidone-iodine prior to surgery and physically washing the operative field with saline during surgery. Since bacteria on the ocular surface can gain entrance into the eye via instruments and other means, endophthalmitis occurs in 1 in 2,000 cases (0.05%) after cataract surgery. Endophthalmitis is the most serious postoperative infection, and the visual outcome is often poor, even with appropriate treatments. Reports of experimental studies in the literature suggest that povidone-iodine concentrations ranging from 0.05 to 0.5% are highly bactericidal and non-toxic to eye tissues. From these basic scientific data, we proposed a method of “transient sterilization of the operative field” by repeated irrigation of the surgical field with 0.25% povidone-iodine during intraocular surgery. Our irrigation method combines the effect of physically washing off bacteria, as achieved with conventional saline washing, together with the bactericidal effect of povidone-iodine. We have used this method in a large number of intraocular surgeries, and have encountered no cases of endophthalmitis and no ocular complications, such as corneal injury. This simple and low-cost technique is also an infection prevention method that has no risk of inducing resistant bacteria.

Key words: Povidone-iodine, multidrug resistant bacteria, normal bacterial flora, endophthalmitis, sterilization of operative field

ポビドンヨード, 多剤耐性菌, 常在細菌, 眼内炎, 術野の無菌化

(J. Nihon Univ. Med. Ass., 2013; 72 (1): 4–10)

要旨 健康人の結膜には常在細菌が 60～98% の例で検出される。眼瞼や眼表面をポビドンヨード消毒, 手術中に術野を生理食塩水で物理的に洗浄するだけでは, 結膜常在菌を 20% 程度までしか軽減することしかできない。この眼表面の細菌が器具などを介して眼内に迷入するため, 白内障手術では眼内炎を 1/2,000 件 (0.05%) で生じる。眼内炎は最も重篤な術後合併症であり, 適切な治療を行っても視力予後が不良な例は少なくない。眼組織に安全で殺菌効果の高いポビドンヨード濃度は 0.05～0.5% とされている。これらの基礎データをもとに, 我々は 0.25% ポビドンヨードで眼手術の際に術野を繰り返し洗浄することで「術野を一時的に無菌化」させる方法を考案した。従来のような生理食塩水で術野の細菌を物理的に洗浄する効果と, ポビドンヨードの殺菌効果を加えた洗浄方法である。これまでに多数の眼内手術にこの消毒法を用いてきたが, 眼内炎発症はなく, 角膜障害などの眼合併症もない。この方法は, 簡便かつ安価に行え, 耐性菌誘発の心配もない感染症予防法である。

はじめに

健康人の結膜には常在細菌が 60～98% の例で検出される¹⁾。眼瞼や眼表面をポビドンヨード消毒, 手術中に術野を生理食塩水で物理的に洗浄するだけでは, 結膜常在菌を 20% 程度までしか減菌化することしかできない²⁾。この眼表面の細菌が器具などを介して眼内に迷入するため, 白内障手術では眼内炎を 1/2,000 件 (0.05%) で生じている³⁾。眼内炎は最も重篤な術後合併症であり, 適切な治療を行っても視力予後が不良な例は少なくない。白内障手術は日本で年間約 100 万件行われているため, 毎年 500 人程度に眼内炎が生じていることになる。その他の眼内手術を含めれば, 全世界で多くの眼内炎患者が失明の危機にあるため, 予防対策が大きな課題となっている。

ポビドンヨードは安価で, 薬剤耐性がなく, 殺菌に要する時間が短い。多剤耐性菌, カンジダ, ウイルス, アカントアメーバにも効果がある⁴⁾。しかも眼組織への有効濃度と安全濃度が確認された方法である。これらの基

礎データをもとに、我々は0.25%ポビドンヨード(10%イソジンの40倍生理食塩水希釈液)で眼手術の際に術野を繰り返し洗浄することで術野の滅菌化から一歩進んで、「術野を一時的に無菌化」させる方法を考案した⁵⁾。従来のような生理食塩水で術野の細菌を物理的に洗浄する効果と、ポビドンヨード液の殺菌効果を加えた洗浄方法である。駿河台日本大学病院眼科では、これまでに2,000例以上の白内障手術、3,000例以上の硝子体手術、15,000以上の硝子体内注射にこの消毒法を用いてきたが、眼内炎発症はなく、角膜障害などの眼合併症はゼロである。その有用性と安全性から、すでに「眼科手術学」の基本手技にも掲載されている^{6, 7)}。

この方法は、簡便かつ安価に行え、耐性菌誘発の心配もない感染症予防法である。多剤耐性菌が増加している現在、外科、整形外科などの感染巣の洗浄、術中感染症予防として有用であると考え報告する。

I. 眼表面の常在細菌サイクル

健常人の結膜には常在細菌が60~98%の例で検出される¹⁾。術前に抗菌薬点眼を繰り返し行っても細菌は40~50%程度の例で認められる¹⁾。白内障手術時にヨード系消毒液で眼瞼、結膜を洗浄して、確実にドレーピングを行っても、開瞼器を設置した直後に細菌は術野に迷入する。術中は、灌流液や生理食塩水で術野を物理的に洗浄しても、眼表面には20%程度の例で細菌が検出される²⁾。このため、白内障では眼表面液を介して眼内に細菌が迷入しやすい⁸⁾。術後は、抗菌薬点眼を繰り返し行っても常在細菌は40~50%程度の例で検出され、点眼を終了すると60~98%と健常な状態に戻るといったサイクルを示す。術野の滅菌化から一歩進んで、眼表面の「常在細菌を一時的に無菌化」できれば、眼内への細菌迷入を極めて少なくできる。「常在細菌を一時的に無菌化」するだけであれば、術後には健常な状態に戻るといったサイクルを示せると考える。

II. 術中の術野滅菌化方法

術中の術野滅菌化方法として、様々な方法が提唱され行われている。抗菌薬の滅菌化に要する時間は、抗菌薬の濃度によって異なる。抗菌薬点眼による術野の滅菌化には60分程度要する⁹⁾。眼組織に安全な濃度であるゲンタマイシン8 μ g/mlでは、滅菌化に140分以上も要する¹⁰⁾。したがって、抗菌薬を添加した生理食塩水による術野の洗浄では効果が限定的であるといえる。しかも多剤耐性菌、カンジダ、ウイルスには効果が期待できない。

オゾン水の消毒殺菌効果は、強力な酸化作用と不飽和有機結合の二重結合を特異的に切断する作用による。このため細菌、ウイルスなど広範囲に殺菌効果を示し、薬剤耐性はない。オゾン水(4 ppm)の殺菌に要する時間は10~30秒と極めて短いため、手、皮膚の洗浄には有用で

ある。眼表面の洗浄では、角膜上皮障害や角膜内皮細胞への影響も少ない^{11, 12)}。しかし、オゾン水(4 ppm)が角膜内皮細胞に10秒以上接触すると障害が生じることが報告¹³⁾されている。発生装置と測定装置の設置、ランニングコストも必要である。室温での半減期が約40分と短いため、使用方法が限定される¹¹⁾。

ヨード系薬剤は、遊離ヨードが水を酸化することで発生する H_2OI^+ が細菌、ウイルスの膜蛋白に直接働いて殺菌効果を示す。このため多剤耐性菌、カンジダ、ウイルス、アカントアメーバ殺菌効果やバイオフィーム破壊効果を示し、薬剤耐性はない。ポビドンヨードは、1956年にアメリカで開発され、安価で、殺菌に要する時間(希釈液)が15~60秒と短い。世界中で皮膚・結膜の殺菌剤として使用されているため、3,000を超える論文が掲載されている。欧米では、ポビドンヨードを皮膚、結膜の洗浄のいずれにも用いている。10%ポビドンヨードは皮膚殺菌に用いられているが、粘膜組織への刺激がある。0.23~0.47%ポビドンヨードは口腔粘膜殺菌として「うがい」に使用されており、粘膜にも刺激が少ない。ポビドンヨード液の眼部滅菌における有用性は国際的にも認められており、多数の基礎的研究がすでに行われている。眼内炎予防対策として、ポビドンヨードによる術前洗眼はエビデンスが高い¹⁴⁾。

III. ポビドンヨードの毒性と安全性

ポビドンヨードの眼毒性に関する研究は多い(Fig. 1)。2.5%ポビドンヨードで結膜洗浄すると角膜上皮障害、1.5%ポビドンヨードを0.05 ml/前房注入すると角膜内皮障害¹⁵⁾、5%ポビドンヨード0.1 mlを硝子体注入すると網膜障害が生じる¹⁶⁾。これらの研究結果から、眼内組織に安全な濃度は0.05~0.5%とされている¹⁵⁾。

ポビドンヨードの殺菌効果に関する研究も多い。ポビドンヨードの殺菌効果は0.005%~10%と広範囲で認められている。ポビドンヨードは不思議な溶液で、濃ければ濃いほど殺菌が強いというものではない。原液である10%ポビドンヨードは殺菌効果が高く、殺菌に要する時間も短いと誤解されている。ポビドンヨードの殺菌効果のピークは0.1%である(Fig. 2)¹⁷⁾。殺菌に要する時間は、2.5~10%(30~120秒)より0.1~1.0%(15秒)の方が短い¹⁸⁾。この理由は、希釈液の方がヨウ素を遊離しやすく殺菌効果が高いためである。

ポビドンヨードの眼毒性と殺菌効果の研究結果から、眼内組織に安全で殺菌効果の高い濃度は0.05~0.5%とされている。ポビドンヨードは術野で希釈されるため、0.1%ではなく、0.05~0.5%の中央値0.25%を我々は使用している^{5, 19)}。細菌や有機物と反応すると遊離ヨードは不活化されるため、補給が必要となる。0.25%ポビドンヨードはヨウ素が少ないため殺菌効果が持続しない(Table 1)。効果を持続させるためには洗浄を繰り返し、

Fig. 1 Safe and effective concentrations of povidone-iodine from the literature^{15, 16}.

Diagram shows ocular toxic concentrations of povidone-iodine administered by different routes to rabbit eyes (shaded) (1 to 5%), effective bactericidal concentration against bacteria in vitro (0.005 to 10%), safe and highly effective concentrations of povidone-iodine administered to rabbit eyes (0.05 to 0.5%), and 0.25% povidone-iodine concentration used for repeated surface irrigation during surgery (highly effective and non-toxic)

Fig. 2 Diluted concentrations and bactericidal effect.

The bactericidal effect of povidone-iodine is the highest at a concentration of 0.1%. The reason for this phenomenon is that free iodine is released more easily at higher dilutions and hence achieving a higher bactericidal effect. Diluted povidone-iodine is unstable and the bactericidal effect deteriorates with time. The povidone-iodine concentrations that are highly bactericidal and at the same time nontoxic to ocular tissues range from 0.05 to 0.5%. The povidone-iodine solution applied to the eye is diluted in the operative field. Considering all these factors, instead of 0.1%, the mid-point between 0.05 and 0.5%, i.e. 0.25% was selected as the concentration to use.

ヨウ素を補給する必要がある。世界中で、この 0.05 ~ 0.5% を中心に研究が進んでいる。コンタクトとコンタクトケースの殺菌 (オフテクス、神戸) には、容器内で一定濃度が保たれるため下限の 0.05% ポビドンヨードが使用されている²⁰⁾。流行性角結膜炎のアデノウイルス点眼殺菌には、数分間は作用できるよう上限の 0.4% ポビドンヨードが使用され効果が示されている²¹⁾。角膜移植片の保存として、0.5% ポビドンヨードを用いた研究も行われ

ている²²⁾。

これに対して 10% ポビドンヨードは、十分なヨウ素を保有する。このため周囲から容易にヨウ素が補給されるため、殺菌持続時間が長い²³⁾。しかし殺菌効果は高くないため、殺菌にはポビドンヨードが乾燥する程度の時間 (2 ~ 3 分) がかかる。結膜や角膜への障害があるため、眼表面の洗浄には適していない。細菌数が多く、ポビドンヨード液の障害が少ない、皮膚の消毒に適している。

Table 1 Comparison between 0.25% and 10% povidone-iodine

	0.25% povidone-iodine	10% povidone-iodine
Free iodine concentration	25 ppm High bactericidal effect	10 ppm Low bactericidal effect
Time required for bactericidal effect	15–30 seconds	2–3 minutes
Bactericidal duration	Short	Long
Ocular toxicity	Not toxic	Toxic
Washing method	Repeated washing (to replenish iodine)	Applying once (no need to replenish iodine)
Usage	Ocular surface disinfection (low bacterial load)	Skin disinfection (high bacterial load)

Fig. 3 Preparation of 0.25% povidone-iodine.

A: Decant a bottle of physiological saline until 250 ml is left in the bottle. Decoloration of the iodine solution is minimum if stored inside the bottle. **B:** For use, transfer the prepared 0.25% solution into a container and from there take the required amount with a syringe.

IV. 0.25% (40 倍希釈) ポビドンヨードの調製方法

ポビドンヨード原液を希釈する際には、生理食塩水、灌流液を用いる。精製水(蒸留水)で希釈すると、低浸透圧による角膜上皮障害が生じるので用いてはならない。ヨードは希釈すると安定性が低下し、殺菌効果も徐々に減弱するので²⁴⁾、室温で使用する際には半日に1度作製した方が望ましい。生理食塩水のボトルにヨード原液を注入して、先端に洗浄ノズルを付けて用いると便利で、殺菌効果の減弱も少ない(Fig. 3)。調製した溶液は、使用時にボトルから容器に適量を移し、そこからシリンジで必要量を採取して用いる。

V. 眼科術前洗浄の手順

眼科手術前の皮膚と結膜洗浄を例にとって示す。10%ポビドンヨードを染み込ませたスポンジで、眼瞼皮膚の洗浄を行う(Fig. 4)。10%ポビドンヨードは、角膜障害をきたす濃度であるため眼瞼内に液が入らないように留意する。眼瞼皮膚の洗浄は、ポビドンヨードを染み込ませ

たスポンジで同心円状に円を描き周辺に拡大する。洗浄範囲は、上方は眉毛の少し上まで、内側は鼻梁を少し越えたあたりまで、外側は外眼角から耳の中間まで、下方は鼻翼あたりまで行う。アトピー性皮膚炎患者では3～4回繰り返して行う。

次に10%ポビドンヨードが塗布された状態で、0.25%ポビドンヨードで結膜嚢の洗浄を行う。結膜嚢の0.25%ポビドンヨード液は、殺菌効果の持続を期待するため、生理食塩水で洗浄しない。

ガーゼを軽く押し当て、0.25%ポビドンヨードを拭き取る。眼周囲に残った10%ポビドンヨードは、殺菌効果の持続と、術眼の確認に役立つため拭き取らないでよく。

VI. 0.25%ポビドンヨードを用いた術中洗浄

開瞼器を設置した後、再度0.25%ポビドンヨードで術野を洗浄し、30秒待ってから白内障手術を開始する(Fig. 5)。手術中も20秒に一度、結膜嚢にヨードを溜めるように洗浄する。角膜を洗浄すると、直ちにポビドンヨードは結膜嚢に移行するため視界の妨げにはなりにくい。最

Fig. 4 Procedures of preoperative disinfection.

A: Disinfection of eyelid skin: Use a cotton sponge soaked with 10% povidone-iodine. 2 ~ 3 minutes is required to obtain bactericidal effect. **B:** Disinfection of conjunctival sac: With the 10% solution remaining on the skin, disinfect with 0.25% povidone-iodine. **C:** Wiping of 0.25% solution: Using a piece of gauze, press lightly to wipe off the 0.25% solution. Do not wipe off the 10% solution around the eye, because it serves to provide continuous bactericidal effect and to identify the eye being operated.

Fig. 5 Cataract surgery by intraoperative irrigation with 0.25% povidone-iodine.

A: At the start of surgery, after placing the lid speculum, irrigate with 0.25% povidone-iodine and allow to act for 30 seconds. **B:** Create side ports, perform CCC and clear corneal wound. **C:** Even during nucleus removal, apply 0.25% povidone-iodine in a "flush" manner every 20 seconds. **D:** At the end of surgery, perform stromal hydration and confirm self-sealing.

初は黄色い洗浄液が気になるが、すぐに慣れる。手術終了時には、ヨード洗浄した状態で手術を終了する。

VII. 0.25%ポビドンヨードを用いた 術中洗浄の実績

白内障手術中に 0.25%ポビドンヨードで眼表面を繰り返し洗浄した場合、手術終了時の前房内細菌検出率が極めて低くなることを明確にした実績を紹介する⁵⁾。404 眼の連続白内障症例を、灌流液群：術野を灌流液で洗浄，0.25%ポビドンヨード群：術野を 0.25%ポビドンヨードで洗浄した群に分類した (Table 2)。両群とも手術開始時から終了時まで、20 秒に 1 度、術野を洗浄した。結果は、手術終了時の前房内細菌検出率は灌流液群 5.0%

に対して、0.25%ポビドンヨード群 0%と有意に低かった。角膜内皮細胞密度は、術前と術 7 日後において両群に差を認めなかった。前房内ヨウ化物イオン濃度は、手術開始時・前房水，手術終了時・前房水とも $8 \mu\text{g/ml}$ 以下と極めて低濃度であった。これまで術野や前房を灌流液で洗浄した群と、灌流液にバンコマイシンとゲンタマイシンを添加した群で、白内障手術終了時の前房内細菌検出率を検討した報告がある²⁵⁾。灌流液で洗浄した群では 21.1%，バンコマイシン $20 \mu\text{g/ml}$ とゲンタマイシン $8 \mu\text{g/ml}$ を添加した群では 6.8%と有意に減少していた。しかし、抗菌薬を灌流液に添加しても 6.8%までしか減少できないことになる。灌流液に添加できる抗菌薬の濃度では、減菌に 140 分以上必要とされる¹⁰⁾。しかし房水は

Table 2 Comparison of bacterial detection rate, corneal endothelial cell density, and anterior chamber iodine ion concentration between conventional irrigation solution and povidone-iodine solution.

	Conventional irrigation solution group	Povidone-iodine group	P values
Bacterial detection rate (%): (each group: n=200)	Start of surgery: Ocular surface fluid 11/200 (5.5%)	Start of surgery: Ocular surface fluid 12/200 (6.0%)	> .99
	Before surgery: Anterior chamber fluid 10/200 (5.0%)	After surgery: Anterior chamber fluid 0/200 (0%)	.0017
Corneal endothelial cell density (/mm ²) (each group: n=200)	Before surgery 2614 ± 233	Before surgery 2534 ± 173	.2254
	Day 7 after surgery: 2463 ± 269	Day 7 after surgery: 2338 ± 204	.4044
Anterior chamber iodine ion concentration (μg/ml) (each group: n=2)	Start of surgery: Anterior chamber fluid <1	Start of surgery: Anterior chamber fluid 7.5 ± 0.7	
	End of surgery / Anterior chamber fluid <1	End of surgery / Anterior chamber fluid 3.5 ± 0.7	

100 分で入れ替わるため、前房の抗菌薬半減期は 50 分と短い²⁶⁾。灌流液に添加できる抗菌薬の濃度では、滅菌効果は限定的と考えられている。以上の研究実績は、0.25% ポビドンヨードを用いた術野洗浄の有用性と安全性を示している。

VIII. ポビドンヨードの適応と使用上の留意点

ポビドンヨードの適応と使用上の留意点として、腹腔や胸腔の洗浄、新生児への広範囲使用についてはショックの可能性が指摘されている²⁷⁾。接触性皮膚炎の頻度は、オープン・アプリケーション・テスト (ROAT) にて 2/500 人 0.4% と報告されている²⁸⁾。ポビドンヨードを用いることのできない例には、皮膚消毒は 0.5% ヘキサック® 水 W 液 (クロルヘキシジン)、粘膜消毒は 0.05% ヘキサック® 水 W 液を使用している。クロルヘキシジンは、ピグアナイド系の化合物であり、細胞内成分の漏出や酵素阻害などにより抗菌力を発揮する。0.5% ヘキサック® 水 W 液を希釈する際には、精製水 (蒸留水) をもちいることになっている。浸透圧が低くなるため角膜障害が生じやすいことを知っておきたい。

おわりに

0.25% ポビドンヨード液を用いた術中洗浄は、従来のような生理食塩水による洗浄効果と、0.25% ポビドンヨードによる殺菌効果を兼ねそろえた洗浄方法である。この感染症予防法は簡便かつ安価に行え、耐性菌誘発の心配もない。0.25% ポビドンヨードは、角膜、結膜ばか

りでなく眼内組織に対しても安全な濃度である。腹腔や胸腔の洗浄、新生児への広範囲使用にはショックの可能性が指摘されている。この点さえ留意できれば殺菌効果の高い多剤耐性菌が増加している現在、外科、整形外科などの感染巣の洗浄、術中感染症予防として、この感染症予防法は有用であると考え報告した。

文 献

- 1) Tominaga A, Oshima Y, Wakabayashi T, et al. Bacterial contamination of the vitreous cavity associated with transconjunctival 25-gauge microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology* 2010; **117**: 811–817.
- 2) Miño de Kaspar H, Chang RT, Singh K, et al. Prospective randomized comparison of 2 different methods of 5% povidone-iodine applications for anterior segment intraocular surgery. *Arch Ophthalmol* 2005; **123**: 161–165.
- 3) Lundstrom M, Wejde G, Stenevi U, et al. Endophthalmitis after cataract surgery: a nationwide prospective study evaluating incidence in relation to incision type and location. *Ophthalmology* 2007; **114**: 866–870.
- 4) Zamora JL. Chemical and microbiologic characteristics and toxicity of povidone-iodine solutions. *Am J Surg* 1986; **151**: 400–406.
- 5) Shimada H, Arai S, Nakashizuka H, et al. Reduction of anterior chamber contamination rate after cataract surgery by intraoperative irrigation with 0.25% povidone-iodine. *Am J Ophthalmol* 2011; **151**: 11–17.
- 6) 島田宏之. 眼手術学 7. 網膜・硝子体 I, 網膜硝子体手術の基本手技, 滅菌方法. 文光堂, 東京, 2012; 154–157.
- 7) 島田宏之. 眼手術学 1. 総論・眼窩, 準備, 術中の術野滅菌化. 文光堂, 東京, 印刷中.
- 8) Speaker MG, Milch FA, Shah MK, et al. Role of external bacte-

- rial flora in the pathogenesis of acute postoperative endophthalmitis. *Ophthalmology* 1991; **98**: 639–649.
- 9) Hyon JY, Eser I, O'Brien TP. Kill rates of preserved and preservative-free topical 8-methoxy fluoroquinolones against various strains of Staphylococcus. *J Cataract Refract Surg* 2009; **35**: 1609–1613.
- 10) Gritz DC, Cevallos AV, Smolin G, et al. Antibiotic supplementation of intraocular irrigating solutions. An in vitro model of antibacterial action. *Ophthalmology* 1996; **103**: 1204–1208.
- 11) 花崎秀敏．オゾン水の洗眼消毒効果．眼科，1999; **41**: 1455–1459.
- 12) Kashiwagi K, Saito K, Wang YD, et al. Safety of ozonated solution as an antiseptic of the ocular surface prior to ophthalmic surgery. *Ophthalmologica* 2001; **215**: 351–356.
- 13) Suzuki H, Sato S, Murano N, et al. Morphological observations of rat corneal endothelial cells after exposure to ozonated solution. *Jpn J Ophthalmol* 2009; **53**: 151–158.
- 14) Ciulla TA. Bacterial endophthalmitis prophylaxis for cataract surgery: an evidence-based update. *Ophthalmology* 2002; **109**: 13–24.
- 15) Jiang J, Wu M, Shen T. The toxic effect of different concentrations of povidone iodine on the rabbit's cornea. *Cutan Ocul Toxicol* 2009; **28**: 119–124.
- 16) Trost LW, Kivilcim M, Peyman GA, et al. The effect of intravitreally injected povidone-iodine on Staphylococcus epidermidis in rabbit eyes. *J Ocul Pharmacol Ther* 2007; **23**: 70–77.
- 17) 石塚紀元，小林寛伊，尾家重治．消毒薬．感染防御学．ヘルス出版，東京，1996; 125–156.
- 18) Berkelman RL, Holland BW, Anderson RL. Increased bactericidal activity of dilute preparations of povidone-iodine solutions. *J Clin Microbiol* 1982; **15**: 635–639.
- 19) Shimada H, Nakashizuka H, Hattori T, et al. Reduction of vitreous contamination rate after 25-gauge vitrectomy by surface irrigation with 0.25% povidone-iodine. *Retina* 2012; Sep 11. [Epub ahead of print] PMID: 22972447.
- 20) Yanai R, Yamada N, Ueda K, et al. Evaluation of povidone-iodine as a disinfectant solution for contact lenses: antimicrobial activity and cytotoxicity for corneal epithelial cells. *Cont Lens Anterior Eye* 2006; **29**: 85–91.
- 21) Pelletier JS, Miller D, Liang B, et al. In vitro efficacy of a povidone-iodine 0.4% and dexamethasone 0.1% suspension against ocular pathogens. *J Cataract Refract Surg* 2011; **37**: 763–766.
- 22) van Luijk CM, Bruinsma M, van der Wees J, et al. Combined chlorhexidine and PVP-I decontamination of human donor eyes prior to corneal preservation. *Cell Tissue Bank. Cell Tissue Bank* 2012; **13**: 333–339.
- 23) 秦野響子，秦野 寛．原液と希釈ポビドンヨードの眼部皮膚洗浄消毒効果の比較．あたらしい眼科，2011; **28**: 1473–1476.
- 24) 原 二郎，安田冬子．ポビドンヨード点眼薬．眼科プラクティス 1．術後眼内炎，文光堂，東京，2005; 240–242.
- 25) Sobaci G, Tuncer K, Taş A, et al. The effect of intraoperative antibiotics in irrigating solutions on aqueous humor contamination and endophthalmitis after phacoemulsification surgery. *Eur J Ophthalmol* 2003; **13**: 773–778.
- 26) Lehmann OJ, Thompson JP, White LO, et al. Half-life of intracameral gentamicin after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1997; **23**: 883–888.
- 27) 小林寛伊．新版，消毒と滅菌のガイドライン．へるす出版，東京，2012; 121–143.
- 28) Lachapelle JM. Allergic contact dermatitis from povidone-iodine: a re-evaluation study. *Contact Dermatitis* 2005; **52**: 9–10.
-

New Concept of Infection Prevention Å\Intraoperative Irrigation of the Operative Field with 0.25% Povidone-iodineÅ\ Hiroyuki Shimada, Nihon University School of Medicine

Normal bacterial flora can be isolated from the conjunctiva in 60-98% of healthy adults. Normal conjunctival flora can be reduced to around 20% by using the conventional procedures of disinfecting the eyelid and ocular surface with povidone-iodine prior to surgery and physically washing the operative field with saline during surgery. Since bacteria on the ocular surface can gain entrance into the eye via instruments and other means, endophthalmitis occurs in 1 in 2,000 cases (0.05%) after cataract surgery. Endophthalmitis is the most serious postoperative infection, and the visual outcome is often poor, even with appropriate treatments. Reports of experimental studies in the literature suggest that povidone-iodine concentrations ranging from 0.05 to 0.5% are highly bactericidal and non-toxic to eye tissues. From these basic scientific data, we proposed a method of "transient sterilization of the operative field" by repeated irrigation of the surgical field with 0.25% povidone-iodine during intraocular surgery. Our irrigation method combines the effect of physically washing off bacteria, as achieved with conventional saline washing, together with the bactericidal effect of povidone-iodine. We have used this method in a large number of intraocular surgeries, and have encountered no cases of endophthalmitis and no ocular complications, such as corneal injury. This simple and low-cost technique is also an infection prevention method that has no risk of inducing resistant bacteria.