

Toxic Anterior Segment Syndrome (TASS)

สุดารัตน์ ใหญ่สว่าง, พ.บ.*

บทนำ

Toxic anterior segment syndrome (TASS) เป็นโรคที่มีรายงานมานานหลายสิบปีแล้ว แต่ในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา มีรายงานการเกิด TASS บ่อยมากขึ้น จากโรงพยาบาลและคลินิกในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา มากกว่า 100 แห่ง สาเหตุที่ทำให้เกิด TASS มีมากมาย แต่บางครั้งแพทย์ไม่สามารถค้นหาสาเหตุของโรคได้ว่าเกิดจากอะไร แม้จะทำการตรวจสอบอย่างละเอียดแล้วก็ตาม

Toxic Anterior Segment Syndrome (TASS)

Toxic anterior segment syndrome (TASS) เป็นการอักเสบที่เกิดหลังการผ่าตัดส่วนหน้า (anterior segment) ของลูกตาที่ไม่ได้เกิดจากการติดเชื้อ มักเกิดหลังการผ่าตัดต่อกระจกที่เรียบร้อยดี ปราศจากปัญหาขณะผ่าตัด สาเหตุเกิดเนื่องจากมีสารที่เป็นพิษ (toxic substance) เข้าไปในส่วนหน้าของลูกตาขณะผ่าตัด ทำให้เกิดการอักเสบทำลายเนื้อเยื่อภายในลูกตา ข้อสำคัญของ TASS คือการวินิจฉัยแยกโรคจาก infectious endophthalmitis ให้ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีอาการแสดงคล้ายกันมาก แต่การรักษาแตกต่างกัน

Terminology

ในปี ค.ศ. 1980 มีรายงานผู้ป่วยหลายรายงานที่พบการอักเสบหลังการผ่าตัดต่อกระจกและใส่เลนส์แก้วตาเทียม ซึ่ง Meltzer เรียกโรคนี้นว่า sterile hypopyon¹ และตรวจพบว่ามีสาเหตุมาจากสารที่ใช้ขัดผิวเลนส์แก้วตาเทียมที่ตกค้างอยู่และติดมากับเลนส์แก้วตาเทียม ในปี ค.ศ. 1990 Breebaart และคณะ² รายงานผู้ป่วย 18 ราย ที่มี acute corneal decompensation ซึ่งสรุปสาเหตุได้ว่าเกิดจากน้ำยาทำความสะอาดเครื่องมือผ่าตัดใน ultrasonic bath ที่ปนเปื้อนมากับเครื่องมือ และเรียกโรคนี้นว่า toxic endothelial cell destruction syndrome (TECDS) ในปี ค.ศ. 1992 Monson และคณะ³ รายงานผู้ป่วย 3 ราย ที่มีการอักเสบของลูกตา พบมีกระจกตาบวม รูม่านตาขยาย ไม่มีปฏิกิริยาต่อแสง และบางรายมีต้อหินแทรกซ้อน อาการเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรกหลังผ่าตัดต่อกระจกและใส่เลนส์แก้วตาเทียม ผลการเพาะเชื้อเป็นลบ ดังนั้นจึงคิดว่าน่าจะเกิดจากสารพิษที่เข้าไปในช่องหน้าลูกตาในขณะผ่าตัด Monson เรียกโรคนี้นว่า toxic anterior segment syndrome ซึ่งเป็นชื่อที่เหมาะสมกว่าชื่อที่ใช้เรียกมาแต่เดิม และมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้

* ภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุบัติการณ์ของ TASS

อุบัติการณ์ของ TASS พบได้บ่อยกว่าที่มีรายงาน โดยเฉพาะในรายที่เป็นไม่มาก แพทย์อาจคิดว่าเป็นการอักเสบที่เกิดตามปกติหลังผ่าตัด หรือคิดว่าเป็น infectious endophthalmitis⁴ อุบัติการณ์น่าจะสูงกว่า 1:1000 มักเกิดเป็นกลุ่ม (cluster) ของผู้ป่วยประมาณ 3-20 รายในแต่ละครั้ง ในบางราย TASS อาจมีอาการรุนแรงจนทำให้ผู้ป่วยตาบอดได้

Seven Signs of TASS

- มักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 12-24 ชั่วโมงหลังผ่าตัด แต่บางรายอาจพบเป็น delayed onset เกิดหลังจากผ่าตัดไปแล้วหลายวัน เช่นในรายที่มีสาเหตุเกิดจากเลนส์แก้วตาเทียม
- ผู้ป่วยมีอาการตามัว ตรวจพบมีกระจกตาวมทั่วทั้งกระจกตา จาก limbus ถึง limbus ตาอักเสบรุนแรง แต่มักไม่มีอาการปวดตา หรือมีอาการปวดตาเพียงเล็กน้อย
- การอักเสบมักเกิดเฉพาะบริเวณส่วนหน้าลูกตา (anterior segment)
- ความดันตาในช่วงแรกจะต่ำ แต่ในระยะหลายๆ วันต่อมาอาจขึ้นสูงได้

- การตรวจ Gram stain และการเพาะเชื้อให้ผลเป็นลบ
 - อาการดีขึ้นหลังการรักษาด้วยยา steroids
 - พบผู้ป่วยเป็นกลุ่ม ครั้งละหลายราย
- สิ่งที่สำคัญคือการวินิจฉัยแยกโรค TASS จาก infectious endophthalmitis (ตารางที่ 1) ซึ่งในบางครั้งแยกออกจากกันได้ยาก

สาเหตุของ TASS

TASS เกิดได้จากหลายสาเหตุ และอาจแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละกลุ่ม การค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิด TASS เป็นเรื่องไม่่ง่ายนัก บางครั้งไม่สามารถหาสาเหตุได้แม้ว่าจะทำการตรวจค้นหาอย่างละเอียดแล้วก็ตาม

TASS เกิดได้จากสาเหตุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในช่วงก่อนผ่าตัด ขณะผ่าตัด และหลังผ่าตัด (ตารางที่ 2) เช่น การปนเปื้อน bacterial endotoxins, ยาหยอดตาและยาป้ายตา, สารกันเสียในยาและน้ำยาต่างๆ สาร viscoelastic ที่ตกค้างมาจากการใช้ครั้งก่อน การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องมือ เลนส์แก้วตาเทียม เป็นต้น

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอาการและอาการแสดงใน TASS และ infectious endophthalmitis

Symptoms & Signs	TASS	Infectious Endophthalmitis
Onset (postoperative)	12-24 hours	3-7 days
VA	Decreased	Decreased
Pain	None, or mild to moderate	Severe, considered diagnostic
Lid swelling	Usually not	Yes
Corneal edema	Diffuse, limbus to limbus	Specific to area of trauma
Inflammation	- Immediate - Limited to AC	- Occur over longer period of time - Entire ocular cavity
Hypopyon	Yes	Yes
Pupil	Dilated, nonreactive	Reactive
IOP	May increase suddenly	Usually not elevated
Cultures	Negative	Positive

ตารางที่ 2 Known causes of TASS⁵

Medications

- Incorrect drug concentration
- Incorrect pH (<6.5 or >8.5)
- Incorrect osmolarity (<200 mOsm or >400 mOsm)
- Vehicle
- Preservatives

Irrigating solutions and ophthalmic viscosurgical devices (OVD)

- Abnormal chemical composition
- Incorrect pH (<6.5 or >8.5)
- Preservatives or additive (eg. antibiotics, dilating medications)

Ophthalmic instrument contaminants

- Detergent residues (ultrasonic, soaps, enzymatic cleaners)
- Bacterial lipopolysaccharides or other endotoxin residues
- Metal ion residues (copper and iron)
- Denatured OVDs

IOL

- Polishing compounds
- Cleaning and sterilizing compounds

การรักษา TASS

สิ่งที่สำคัญคือการระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เกิด TASS เพราะเมื่อเกิดขึ้นแล้ว จะทำให้ส่วนต่างๆ ของตาถูกทำลาย และอาจทำให้เกิดความผิดปกติอย่างถาวรได้ แต่ถ้าเกิดขึ้นแล้ว ควรวินิจฉัยให้ได้อย่างรวดเร็ว โดยวินิจฉัยแยกโรคจากการอักเสบที่เกิดจากการติดเชื้อ เมื่อวินิจฉัยได้แน่นอนแล้วว่าเป็น TASS ให้เริ่มการรักษาด้วย topical corticosteroids เช่น prednisolone acetate 1% หยอดตาทุก 1-2 ชั่วโมง พร้อมกับติดตามดูแลการรักษา อย่างใกล้ชิดว่า steroid ทำให้การอักเสบดีขึ้นหรือแย่ลง อาจเพิ่มให้ steroid ชนิดรับประทาน หรือให้หยอด NSAID เพิ่ม วันละสี่ครั้ง

ควรติดตามวัดความดันตาบ่อยๆ เพราะอาจมีความดันตาขึ้นสูงหลังจากนั้นหลายวัน เนื่องจากมี trabeculitis เกิดขึ้น และมีการทำลายต่อ trabecular meshwork ตามมา การตรวจดูมุมม่านตาอาจพบมี peripheral anterior synerchia ควรหลีกเลี่ยงการใช้ยาลดความดันตาในกลุ่ม prostaglandin analogs เนื่องจากจะทำให้การอักเสบแย่ลง

การดำเนินโรค⁵

การดำเนินโรคในผู้ป่วยแต่ละรายแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น จำนวนและชนิดของสารที่ทำให้เกิด TASS ระยะเวลาที่สัมผัส และระยะเวลาที่เริ่มได้รับการรักษา

ใน mild TASS การอักเสบจะหายได้เร็ว กระจกตาที่บวมจะกลับมาใสได้ในเวลาเป็นวันถึงสัปดาห์ ใน moderate TASS จะใช้เวลาเป็นสัปดาห์ถึงเดือน อาจพบมีกระจกตาบวมไปอีกนาน และมีความดันตาสูง

ใน severe TASS ที่ส่วนต่างๆ ของตาถูกทำลายอย่างถาวร ทำให้กระจกตาบวมและขุ่น ซึ่งต้องรักษาโดยการผ่าตัดเปลี่ยนกระจกตา การทำลายต่อม่านตาทำให้รูม่านตาขยาย ไม่มีปฏิกิริยาต่อแสง มีการทำลายของ trabecular meshwork อย่างถาวร ทำให้เป็นต้อหิน การรักษาด้วยยาลดความดันตาบางครั้งไม่ได้ผล อาจต้องรักษาโดยการทำ trabeculectomy หรือผ่าตัดใส่ glaucoma implant

Outbreaks of TASS

มีรายงานการเกิด TASS ในวารสารทางการแพทย์จำนวนมาก ซึ่งจักษุแพทย์และพยาบาลที่ปฏิบัติงานในห้องผ่าตัดควรได้เรียนรู้ถึงสาเหตุและการค้นหาสาเหตุเพื่อนำไปใช้ในการป้องกันมิให้เกิดขึ้นอีก เช่น

TASS outbreak caused by balanced salt solution (BSS)⁴

ในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2005 องค์การอาหารและยา (FDA) ของสหรัฐอเมริกาได้รับรายงานการเกิด TASS จำนวนมาก มีผู้ป่วยที่เกี่ยวข้องมากกว่า 300 ราย นักวิจัยได้ทำการศึกษาค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิด TASS ทำการปรับเปลี่ยนการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องมือผ่าตัดให้เคร่งครัดและถูกต้อง เปลี่ยนมาใช้ disposable instruments แต่ยังไม่สามารถควบคุมการเกิด TASS ได้ เมื่อเปลี่ยน BSS จากที่ใช้ของ Cytosol Laboratories มาเป็น BSS ของบริษัทอื่น พบว่าการเกิด TASS ลดลงอย่างชัดเจน จากเดิม 33:1000 เหลือเพียง 1:1000 ในระยะเวลา 6 เดือนที่เฝ้าระวัง จึงสรุปได้ว่าสาเหตุของ TASS เกิดจาก BSS ที่ผลิตโดย Cytosol Laboratories ซึ่งตรวจพบว่ามีระดับของ endotoxins สูงกว่ากำหนดใน BSS ที่ผลิตออกจำหน่ายมาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2003

ในเดือนกุมภาพันธ์ 2006 FDA จึงได้ขอให้ทางบริษัท Cytosol Laboratories เรียกเก็บ BSS ทั้งหมด ทุกขนาด และทุกผลิตภัณฑ์

TASS outbreak caused by BSS in India⁶

Balanced salt solution ชนิดหนึ่งซึ่งผลิตจำหน่ายในประเทศอินเดีย เมื่อแพทย์ได้นำ BSS นี้มาใช้ในการผ่าตัดต้อกระจก พบว่าทำให้กระจกตาขุ่นขาวทันทีเมื่อ BSS เข้าไปในช่องหน้าลูกตาเหตุการณ์นี้เกิดกับผู้ป่วยจำนวนมากถึง 600 คน เมื่อนำเอา BSS นี้มาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีสารกันเสีย benzalkonium chloride ผสมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ไม่ควรจะมีผสมอยู่ นอกจากนี้ยังมิได้มีการแสดงในฉลากข้างขวดว่ามี benzalkonium chloride เป็นส่วนประกอบ แพทย์ผู้ผ่าตัดจึงไม่สามารถทราบได้ จากเหตุการณ์นี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของมาตรฐานสากลที่จะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดในการผลิตยาและเวชภัณฑ์ต่างๆ

TASS outbreak caused by glutaraldehyde⁷

ในเดือนมิถุนายน 2005 ผู้ป่วย 6 รายได้รับการผ่าตัด

ต้อกระจกและใส่เลนส์แก้วตาเทียมในวันเดียวกันจากจักษุแพทย์ 2 คน และเกิด TASS ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการผ่าตัด ทั้งๆ ที่ไม่มีปัญหาแทรกซ้อนในขณะผ่าตัด เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัย ในประเทศตุรกี ทางโรงพยาบาลได้หยุดการผ่าตัดเป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อค้นหาสาเหตุและทำการแก้ไข พบว่าสาเหตุเกิดจากเจ้าหน้าที่ห้องผ่าตัดใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ glutaraldehyde 2% (Cide®) เช็ดทำความสะอาดเครื่องมือผ่าตัดและนำไป auto-clave โดยไม่ได้ล้างออกด้วยน้ำ ในวันก่อนเกิดเหตุ 1 วัน ซึ่งตามปกติห้องผ่าตัดแห่งนี้จะล้างเครื่องมือโดยใช้ sterile deionized water ก่อนนำไป autoclave

ผู้ป่วยทั้ง 6 รายมีอาการรุนแรง ดังนั้นหลังจากที่อาการอักเสบดีขึ้น ผู้ป่วย 5 รายได้รับการรักษาโดยการผ่าตัด penetrating keratoplasty (PKP) และในจำนวนนี้มี 1 รายที่ได้รับการผ่าตัด trabeculectomy ร่วมด้วย อีก 1 รายได้รับการผ่าตัด trabeculectomy และ glaucoma valve implantation ร่วมด้วย ส่วนผู้ป่วยที่เหลืออีก 1 รายควรจะต้องได้รับการรักษาโดย PKP แต่ผู้ป่วยปฏิเสธ

Glutaraldehyde เป็นน้ำยาปราศจากสี นิยมใช้แช่เครื่องมือทางการแพทย์เพื่อฆ่าเชื้อ เป็นสารที่มีอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่างๆ เช่นผิวหนัง ตา และทางเดินหายใจ เคยมีรายงานว่า glutaraldehyde ทำให้ผู้ที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลที่เกี่ยวข้องกับน้ำยานี้ มีอาการระคายเคืองตา เกิด conjunctivitis และ keratopathy ได้^{8,9}

TASS associated with MemoryLens¹⁰

MemoryLens® (CIBA Vision) เป็น prerolled thermoelastic hydrophilic acrylic IOL สะดวกในการใช้เพราะพับมาเรียบร้อยแล้ว เมื่อใส่เข้าไปภายในลูกตาซึ่งมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะคลายตัวได้เอง

ผู้ป่วย 10 รายได้รับการผ่าตัดต้อกระจกและใส่ MemoryLens ที่ Cincinnati Eye Center (4 ราย) และ Fry Eye Associates Surgical Center, Kansas (5 ราย) ในระหว่างเดือนตุลาคม 1999 ถึงเดือนมีนาคม 2000 เกิด delayed-onset TASS ระยะเวลาที่เกิด TASS มีตั้งแต่ 1 ถึง 21 วัน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 วันหลังผ่าตัด ผู้ป่วยทั้ง 10 รายมีการอักเสบของช่องหน้าลูกตา ในจำนวนนี้มี 3 รายที่มี hypopyon, 2 รายมีความดันตาสูง, 1 รายมีการอักเสบบริเวณผิวของเลนส์แก้วตาเทียม, และ 1 รายมีเซลล์ในวุ้นตา

การที่ MemoryLens เป็นต้นเหตุทำให้เกิด TASS นำ

จะเกิดเนื่องจากสารที่ใช้ขัดผิวเลนส์ ซึ่งเป็นสารพวก aluminum oxide ตกค้างติดมากับเลนส์ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายรายงานที่พบ TASS จากการใส่เลนส์ชนิดนี้ ดังนั้นในเดือนเมษายน 2000 ทางบริษัทจึงเรียกเก็บ MemoryLens รุ่น U940A และ U940S จากประเทศต่างๆ ทั่วโลกกลับคืน

TASS associated with eye ointment¹¹

ผู้ป่วย 8 รายได้รับการผ่าตัดต้อกระจก ผ่านทาง clear corneal incisions และใส่เลนส์แก้วตาเทียมทำจากซิลิโคน การผ่าตัดทำโดยจักษุแพทย์คนเดียวกันที่โรงพยาบาลในเมือง Hamilton, Ontario, Canada เมื่อผ่าตัดเสร็จผู้ป่วยได้รับการป้ายตาด้วย gentamicin & betamethasone ointment (Garasone) และ pilocarpine gel แล้วปิดตาแน่น วันรุ่งขึ้นหลังการผ่าตัดพบว่าผู้ป่วยมี diffuse corneal edema, ความดันตาสูง, มีสารคล้ายน้ำมันในช่องหน้าลูกตาและเคลือบอยู่ที่ผิวด้านในของกระจกตา บางรายพบมีฟองน้ำมันลอยอยู่ในช่องหน้าลูกตาและมีน้ำมันเคลือบที่ผิวของเลนส์แก้วตาเทียม ผู้ป่วยรายที่เป็นมากได้รับการรักษาโดยการผ่าตัด PKP, เปลี่ยนเลนส์แก้วตาเทียม, ผ่าตัดขุ่นตา, trabeculectomy, และ glaucoma valve implantation

สาเหตุที่ทำให้เกิด TASS ในรายงานนี้ เกิดจากซีฟิ่งที่ใช้ป้ายตาหลังผ่าตัด ประกอบกับการผ่าตัดทาง clear corneal incision ซึ่งไม่มีการเย็บแผล และการปิดตาแน่น ที่ทำให้ซีฟิ่งซึมผ่านแผลผ่าตัดเข้าไปภายในลูกตาได้

TASS outbreak ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ในปี 2006

ในช่วงต้นปี ค.ศ. 2006 มีรายงานการเกิดการระบาดของ TASS จากโรงพยาบาลหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ทำให้ American Society of Cataract & Refractive Surgery (ASCRS) และ American Academy of Ophthalmology (AAO) แจ้งเตือนสมาชิกให้ระมัดระวัง และถ้าสงสัยว่ามี TASS เกิดขึ้นให้รีบรายงานต่อ TASS Task Force ซึ่งจะช่วยในการแนะนำและตรวจสอบหาสาเหตุของการเกิด TASS

จากการรวบรวมรายงานการเกิด TASS ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 2006 พบว่ามีโรงพยาบาลและคลินิก 113 แห่ง ที่แจ้งว่ามีผู้ป่วยเป็น TASS การระบาดของ TASS ในครั้งนี้ไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่า

เกิดจากสาเหตุใด จึงสรุปว่าน่าจะเกิดจากหลายๆ สาเหตุ เช่น การทำสะอาดเครื่องมือผ่าตัด การนำเครื่องมือชนิดที่ใช้ครั้งเดียวมาใช้ซ้ำ การปนเปื้อนจาก autoclave ยาที่ใช้ในขณะผ่าตัดเช่น epinephrine, ยาชา, ยาปฏิชีวนะ, ophthalmic viscosurgical devices (OVD)

สาเหตุอื่นๆ ที่ทำให้เกิด TASS

นอกจากสาเหตุข้างต้น ยังมีการรายงานสาเหตุอีกหลายอย่างที่ทำให้เกิด TASS เช่น

- จากน้ำยาล้างเครื่องมือผ่าตัดที่ตกค้างอยู่ภายใน irrigating cannula ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าเป็นสารพวก nonionic ethoxylated fatty alcohol¹²

- * จากสารตกค้างเช่น sulfates, silica, ทองแดง, สังกะสี, นิกเกิล ซึ่งปะปนอยู่ใน autoclave steam moisture ทำให้ติดมากับเครื่องมือผ่าตัดตาเนื่องจากการดูแลทำสะอาดเครื่อง autoclave ไม่ดีพอ¹³

- จากการใช้เครื่องมือผ่าตัดตาที่อบฆ่าเชื้อโรคโดยเครื่อง Plasma Gas ซึ่งเป็นระบบที่ใช้สารที่ประกอบด้วย peracetic acid, acetic acid, hydrogen peroxide สารเหล่านี้มีผลต่อเครื่องมือประเภท cannula ซึ่งเป็นทองเหลืองชุบโครเมียม ทำให้โครเมียมที่เคลือบทองเหลืองหลุดร่อนออก และทำให้ทองเหลืองกลายเป็นทองแดงและสังกะสี ตกค้างอยู่ภายใน cannula¹⁴

สรุป

เมื่อพบว่าผู้ป่วยหลังผ่าตัดตา มีการอักเสบเกิดขึ้น ควรคำนึงถึงว่าอาจจะเกิดจาก TASS ได้ โดยเฉพาะถ้าพบว่ามีอาการอักเสบในทำนองเดียวกัน เกิดขึ้นในช่วงเดียวกันหลายราย และการเพาะเชื้อได้ผลเป็นลบ

เมื่อมี TASS เกิดขึ้น ควรทำการตรวจวิเคราะห์เกี่ยวกับยา และน้ำยาต่างๆ ที่ใช้ในการผ่าตัด เครื่องมือผ่าตัดและระบบการทำความสะอาดเครื่องมือ รวมทั้งเลนส์แก้วตาเทียมที่ใช้ ข้อสำคัญคือจักษุแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ห้องผ่าตัดควรมีความรู้เกี่ยวกับสาเหตุต่างๆ ที่อาจทำให้เกิด TASS เพื่อจะได้ระมัดระวัง ป้องกัน และร่วมกันปฏิบัติงานอย่างมีมาตรฐานและถูกต้องตามขั้นตอน

เอกสารอ้างอิง

1. Meltzer DW. Sterile hypopyon following intraocular surgery. *Arch Ophthalmol* 1980;98:100-4.
2. Breebaart AC, Nuyts RM, Pels E, Edelhauser HF, Verbraak FD. Toxic endothelial cell destruction of the cornea after routine extracapsular cataract surgery. *Arch Ophthalmol* 1990 ; 108:1121-5.
3. Monson MC, Mamalis N, Olson RJ. Toxic anterior segment inflammation following cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1992;18:184-9.
4. Johnston J. Toxic anterior segment syndrome-more than sterility meets the eye. *AORN Journal* 2006;84:967-84.
5. Mamalis N, Edelhauser HE, Dawson DG, Chew J, LeBoyer RM, Werner L. Toxic anterior segment syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:324-33.
6. Alpar JJ. Cell destruction from intraocular use of benzalkonium chloride [letter]. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:233.
7. Unal M, Yucel I, Akar Y, Oner A, Altm M. Outbreak of toxic anterior segment syndrome associated with glutaraldehyde after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2006;32: 1696-701.
8. Takigawa T, Endo Y. Effects of glutaraldehyde exposure on human health. *J Occup Health* 2006;48:75-87.
9. Dailey JR, Parnes RE, Aminlari A. Glutaraldehyde keratopathy [letter]. *Am J Ophthalmol* 1993;115:256-8.
10. Jehan FS, Mamalis N, Spencer TS, Fry LL, Kerstine RS, Olson RJ. Postoperative sterile endophthalmitis (TASS) associated with the MemoryLens. *J Cataract Refract Surg* 2000;26: 1173-7.
11. Werner L, Sher JH, Taylor JR, Mamalis N, Nash WA, Csordas JE, et al. Toxic anterior segment syndrome and possible association with ointment in the anterior chamber following cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:227-35.
12. Nuyts RM, Edelhauser HF, Pels E, Breebaart AC. Toxic effects of detergents on the corneal endothelium. *Arch Ophthalmol* 1990;108:1158-62.
13. Hellinger WC, Hasan SA, Bacalis LP, Thornblom DM, Beckmann SC, Blackmore C, et al. Outbreak of toxic anterior segment syndrome following cataract surgery associated with impurities in autoclave steam moisture. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27:294-8.
14. Smith CA, Khoury JM, Shields SM, Roper GJ, Duffy RE, Edelhauser HF, et al. Unexpected corneal endothelial cell decompensation after intraocular surgery with instruments sterilized by plasma gas. *Ophthalmology* 2000;107:1561-7.