

Intraocular Lens Calcification: A Clinico-Pathological Report and Review of Literature

Javadi MA, MD; Mirbabaei Ghafghazi F, MD; Rezaei Kanavi M, MD

Purpose: To report the clinico-pathologic features of an opacified single-piece hydrophilic acrylic intraocular lens (IOL).

Patient and Findings: A 48-year-old male patient was evaluated for glare and markedly decreased vision in his left eye four years after phacoemulsification and implantation of a single-piece hydrophilic acrylic IOL (Ophthalmed). Best-corrected visual acuity was 20/60 and there was diffuse milky white opalescence of the IOL on slitlamp biomicroscopy. IOL explantation and exchange was performed and the explanted IOL was evaluated at the Eye Bank pathology laboratory by light microscopy. Full-thickness sections of the optic were stained with Hematoxylin and Eosin (H&E), Von Kossa and Gram Twort's staining methods. Gross examination of the IOL disclosed opacification of the optic and haptics. Microscopic analysis of the sections revealed diffuse fine basophilic granular deposits of variable size within the lens optic parallel to the lens curvature with a clear zone from the optic surface. The deposits were of high calcium content based on the dark brown appearance on Von Kossa staining.

Conclusion: This is the first clinico-pathological report of IOL calcification with involvement of optic and haptics in Iran. IOL exchange is an effective treatment in cases with calcified hydrogel IOLs.

- Bina J Ophthalmol 2007; 12 (4): 523-528.

کلسیفیکاسیون لنز داخل چشمی: گزارش بالینی و آسیب‌شناختی و مروری بر منابع

دکتر محمدعلی جوادی^۱، دکتر فیروز میربابایی قفقازی^۲ و دکتر مژگان رضایی کنوی^۲

هدف: گزارش بالینی و آسیب‌شناسی یک مورد کلسیفیکاسیون لنز داخل چشمی (IOL) آکرلیک هیدروفیلیک.
معرفی بیمار: مرد ۴۸ ساله‌ای به علت تاری و کاهش دید چشم چپ، ۴ سال پس از جراحی فیکو و کارگذاری IOL آکرلیک هیدروفیل (Ophthalmed) مورد معاینه قرار گرفت. بهترین دید اصلاح‌شده چشم مزبور در حد ۲۰/۶۰ بود و در معاینه با اسلیت‌لمپ، کدورت شیری‌رنگ IOL مشاهده شد. IOL کدرشده با یک IOL آکرلیک هیدروفوب جایگزین گردید. لنز خارج‌شده جهت ارزیابی ماکروسکوپی و میکروسکوپی به آزمایشگاه آسیب‌شناسی بانک چشم جمهوری اسلامی ایران ارسال شد. در معاینه ماکروسکوپی، کدر شدن نواحی اپتیک و هاپتیک مشهود بود. در بررسی میکروسکوپی مقاطع تهیه‌شده از ضخامت اپتیک لنز، رسوبات منتشر گرانولر ظریف و بازوفیلیک با اندازه‌های متغیر در داخل اپتیک، به موازات انحناهای لنز و با یک ناحیه نسبتاً شفاف از سطح اپتیک وجود داشتند. این رسوبات در رنگ‌آمیزی Von Kossa به رنگ قهوه‌ای تیره درآمدند که نشان‌دهنده محتوای بالای کلسیم در آن‌ها بود.
نتیجه‌گیری: این مقاله اولین گزارش بالینی - آسیب‌شناختی از کلسیفیکاسیون IOL با درگیری اپتیک و هاپتیک در ایران است. تعویض لنز در این موارد با لنز داخل چشمی هیدروژل، روش مفیدی در بهبود دید بیمار خواهد بود.
• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۸۶؛ دوره ۱۲، شماره ۴: ۵۲۸-۵۲۳.

• پاسخگو: دکتر محمدعلی جوادی (e-mail: ma_javadi@yahoo.com)

۱- استاد- چشم پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- فلوشیپ قرنیه- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- استادیار- چشم پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تهران- پاسداران- بوستان نهم- بیمارستان لبافی نژاد- مرکز تحقیقات چشم

تاریخ دریافت مقاله: ۱۸ اردیبهشت ۱۳۸۶

تاریخ تایید مقاله: ۱۸ خرداد ۱۳۸۶

مقدمه

کلسیفیکاسیون انواع ایمپلنت در بدن انسان، از مدت‌ها پیش شناخته شده است. هرچند محیط داخل چشمی، با توجه به وجود سد خونی-چشمی و غلظت پایین تر کلسیم، محیطی اختصاصی (privileged) در نظر گرفته می‌شود ولی از پدیده کلسیفیکاسیون مصون نمی‌باشد.^۱ به طور کلی، کلسیفیکاسیون ایمپلنت‌ها در چشم پزشکی نادر است اما مواردی از آن گزارش شده‌اند؛ از جمله کلسیفیکاسیون باکل سیلیکونی صلبیه، کلسیفیکاسیون قسمتی از ایمپلنت مولتنو که در اتاق قدامی قرار می‌گیرد و کلسیفیکاسیون لنز داخل چشمی (IOL).^{۲،۳}

کلسیفیکاسیون IOL از عوارض جدی بالقوه‌ای است که به ندرت گزارش می‌شود. با آن که اولین بار، کلسیفیکاسیون IOL از نوع هیدروژل، در سال ۱۹۸۷ گزارش گردید^۴ ولی هم‌چنان بسیاری از جنبه‌های آن، مانند سبب‌شناسی و پاتوژنز، ناشناخته‌اند. این عارضه در اغلب موارد با کاهش بینایی همراه است و در حال حاضر تنها راه بهبود مشکلات بینایی ناشی از آن، تعویض IOL می‌باشد.^۵ ما در این مقاله به گزارش بالینی-آسیب‌شناختی یک مورد کلسیفیکاسیون IOL از نوع آکرلیک هیدروفیل می‌پردازیم.

معرفی بیمار

بیمار، مرد ۴۸ ساله‌ای است که ۴ سال قبل (سال ۱۳۸۱)، به علت کاهش دید چشم چپ مراجعه نمود. دید چشم چپ در حد ۲۰/۸۰ بود و در معاینه با اسلیت‌لمپ، کدورت متوسط (3^{+} - 2^{+}) زیرکپسولی خلفی (PSC) دیده می‌شد. معاینه فوندوس و فشار چشم در حد طبیعی بود و بیماری زمینه‌ای خاصی وجود نداشت. بیمار در آن زمان، به علت آب‌مروراید، تحت عمل فیکو و کارگذاری IOL از نوع آکرلیک هیدروفیل (Ophthalmed) قرار گرفت. چشم مزبور، یک ماه بعد از عمل،

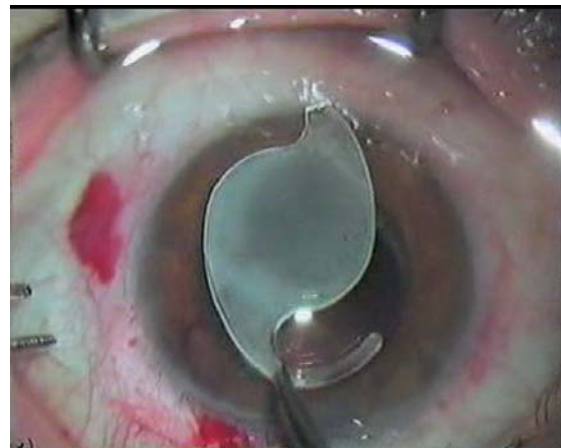
دارای دید اصلاح‌نشده ۲۰/۲۵ و رفرکشن $0.15 \times 85^{\circ}$ plano بود. در بررسی با اسلیت‌لمپ با مردمک گشاد، IOL شفاف بود و در داخل کیسه کپسولی قرار داشت.

چهار سال بعد از عمل فیکو، بیمار با شکایت کاهش دید در چشم چپ و احساس درخشش نور (glare) مراجعه نمود. در معاینه، دید اصلاح‌شده چشم مزبور در حد ۲۰/۵۰ بود و در بررسی با اسلیت‌لمپ، کدورت منتشر IOL در اپتیک و هاپتیک‌ها، به رنگ سفید شیری دیده می‌شد (تصویر ۱). بیمار با تشخیص کدورت IOL، تحت عمل تعویض لنز با لنز آکرلیک هیدروفیل مدل MA60 (ساخت شرکت آلکان) قرار گرفت.

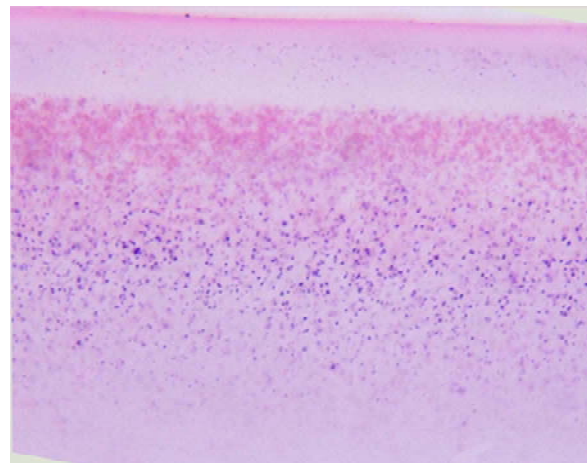
لنز خارج‌شده از چشم، پس از قرار دادن در فرمالین ۱۰ درصد، جهت ارزیابی آسیب‌شناسی به آزمایشگاه پاتولوژی بانک چشم ارسال گردید. بعد از دو نیم کردن IOL از محل اپتیک، نیمی از لنز در ماشین آماده‌سازی بافت قرار گرفت و پس از تهیه بلوک پارافینی از آن، مقاطع نازک ۵ میکرونی تهیه شدند. نیم دیگر، عمود بر ضخامت عدسی، به دو نیمه تقسیم شد و به طور مستقیم، به روش Von Kosa رنگ‌آمیزی گردید و با استفاده از چسب Dpx روی سطح لام قرار گرفت. کل مقاطع تحت رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (H-E) و Von Kossa قرار گرفتند. هم‌چنین رنگ‌آمیزی Gram Twort برای مقاطع ۵ میکرونی لنز انجام گردید. در رنگ‌آمیزی H-E، رسوبات گرانولر بنفش‌رنگی با اندازه‌های متغیر در اپتیک و هاپتیک عدسی دیده شدند (تصویر ۲). با رنگ‌آمیزی Von Kosa، به علت وجود املاح کلسیم در رسوبات مذکور، رنگ سیاه ظاهر گردید (تصویر ۳). بیش‌ترین تراکم رسوبات کلسیم در بخش اپتیک، به موازات انحنای قدامی و خلفی اپتیک، به فاصله یک منطقه نسبتاً شفاف (clear zone) از سطح اپتیک قرار داشت. رنگ‌آمیزی Gram Twort منفی بود.

بحث

کلسیفیکاسیون IOL پدیده‌ای است که به تازگی در مورد برخی از لنزهای هیدروژل گزارش شده است. کلسیفیکاسیون به دو صورت زودرس و تاخیری رخ می‌دهد. گرچه Bucher و همکاران^۳ این پدیده را یک روز بعد از کارگذاری IOL گزارش کردند ولی کلسیفیکاسیون به طور معمول به صورت تاخیری و بین ۴ تا ۲۹ ماه پس از کارگذاری ایجاد می‌شود.^{۵،۶} گزارش‌های متعددی از کدورت و کلسیفیکاسیون دیررس بعد از عمل لنز Hydroview مدل H60M (ساخت شرکت Bausch&Lomb) که یک لنز آکرلیک هیدروفیل است؛ وجود دارند^{۱۵-۱۷،۳}. در مطالعه Balasubramaniam و همکاران^{۱۴} شیوع کلسیفیکاسیون این لنز داخل چشمی ۳ سال پس از کارگذاری، در حد ۱۴/۵ درصد گزارش شده است. بیمار معرفی شده در این مقاله، ۴ سال پس از عمل اولیه، دچار کلسیفیکاسیون IOL از نوع آکرلیک هیدروفیل (Ophthalmed) شده بود. این مورد، اولین گزارش بالینی - آسیب‌شناختی از کلسیفیکاسیون IOL در ایران می‌باشد. روش‌های گوناگونی برای بررسی رسوبات کلسیم در IOL وجود دارند. Yu و Shek^۸ وجود کلسیم و فسفر را با تجزیه جزبه‌جز نشان دادند. آنان هم‌چنین با روش پراش پرتو ایکس (X-ray diffraction) مشخص کردند که در لنز کدرشده، هیدروکسی آپاتیت وجود دارد. Apple و همکاران^۹ وجود کلسیم در لنز کدرشده را با رنگ‌آمیزی قرمز آلزارین (Alizarin red) ثابت کردند. هم‌چنین برای نشان دادن وجود کلسیم می‌توان از رنگ‌آمیزی Von Kossa استفاده نمود^{۱۷} که در بیمار معرفی شده در مطالعه حاضر نیز پس از خارج ساختن IOL، وجود کلسیم در آن با این رنگ‌آمیزی به اثبات رسید. در همه روش‌های فوق، خارج کردن IOL ضروری است اما Hatou و همکاران^{۱۸} نشان دادند که OCT (optical coherence tomography) بدون نیاز به خارج کردن لنز، در تشخیص کلسیفیکاسیون لنز مفید است. نماهای مختلفی از کلسیفیکاسیون IOL مشاهده شده‌اند. حتا Irmingard و همکاران^{۱۹} نمای غیر همسان کلسیفیکاسیون در دو لنز با جنس کاملاً یکسان را گزارش کردند. این دو لنز تنها از نظر شکل و اندازه متفاوت بودند. آنان این یافته را به تفاوت عوامل داخل چشمی و عوامل فردی نسبت دادند. یافته‌های آسیب‌شناسی در مقاطع تهیه‌شده از IOL در بیمار ما،



تصویر ۱- کدورت منتشر و شیری‌رنگ لنز داخل چشمی



تصویر ۲- رسوبات گرانولر بنفش‌رنگ با اندازه‌های متغیر داخل ماده لنز (رنگ‌آمیزی هما توکسیلین- اتوزین، بزرگ‌نمایی ۱۰۰ برابر)



تصویر ۳- رسوبات قهوه‌ای‌رنگ تیره حاوی کلسیم داخل ماده لنز در رنگ‌آمیزی Von Kossa با فاصله یک منطقه نسبتاً شفاف از سطح لنز (بزرگ‌نمایی ۱۰۰ برابر)

قادر به ایجاد و رشد رسوبات کلسیم می‌باشند. البته این حالت در مورد ویسکوالاستیک OcuCoat مشاهده نشد.

گرچه عمده گزارش‌های کلسیفیکاسیون IOL، مربوط به لنزهای داخل چشمی آکرلیک هیدروفیل می‌باشند اما مواردی از رسوب کلسیم در لنزهای داخل چشمی سیلیکونی، در بیماران مبتلا به آستروئید هیالوسیس نیز گزارش شده‌اند^{۲۵} و^{۲۶}. با توجه به چندعاملی بودن پدیده کلسیفیکاسیون، Neuhann و همکاران^{۲۷} در مطالعه‌ای که به تازگی به چاپ رسیده است؛ بیش از ۴۰۰ لنز خارج شده از چشم با تشخیص احتمالی کلسیفیکاسیون را مورد بررسی قرار دادند. آنان لنزهای خارج شده را به سه گروه تقسیم کردند؛ در گروه اولیه (primary)، کلسیفیکاسیون به علت پلی‌مر لنز، نحوه ساخت و یا نوع بسته‌بندی ایجاد می‌شود. در گروه ثانویه (secondary)، تغییرات محیط داخل چشمی، عامل اصلی است. در گروه کلسیفیکاسیون کاذب (pseudocalcification) لنزهایی قرار می‌گیرند که با نمای کلسیفیکاسیون از چشم خارج می‌شوند اما در بررسی آزمایشگاهی فاقد کلسیفیکاسیون هستند. در مورد گزارش شده در این مقاله، بیمار فاقد عامل زمینه‌ای بود و یافته‌ای به نفع تخریب سد خونی-چشمی نیز مشاهده نشد. هم‌چنین در جستجوی مدلاین، گزارشی از کلسیفیکاسیون لنز آکرلیک هیدروفیل با مارک Ophthalmed در افراد بدون زمینه مستعد، یافت نشد اما در یک مقاله، کدورت و کلسیفیکاسیون این لنز در بیمار مبتلا به دیابت گزارش گردید^{۲۸}. هم‌چنین گزارش دیگری از کدورت IOL در بیمار مبتلا به بهجت وجود دارد^{۲۹}.

در مطالعه Balasubramaniam و همکاران^{۱۶}، ۲۱/۸ درصد از کل چشم‌های مبتلا به کدورت IOL، بدون علامت بودند. در مطالعه Yu و همکاران^۵ کاهش دید در چشم‌های مبتلا به کلسیفیکاسیون IOL حداکثر تا ۱۰ خط اسنلن و به طور متوسط ۲/۸ خط از تابلوی اسنلن بود. در حال حاضر، تعویض IOL برای درمان عوارض ناشی از این لنزها به کار می‌رود^{۳۰}. دلایل شایع تعویض IOL عبارتند از جابه‌جایی IOL و اشتباه در محاسبه قدرت آن^{۳۱} و^{۳۲}. کلسیفیکاسیون IOL دلیل شایعی برای تعویض لنز نمی‌باشد و تعداد آن فقط در حد گزارش موارد می‌باشد^{۳۰} و^{۳۱}. رمز موفقیت عمل تعویض IOL، در جدا کردن کامل آن از کپسول به وسیله ویسکوالاستیک می‌باشد. در

کاملاً مشابه با یافته‌های Macky و همکاران^{۲۰} بود که در دو مورد IOL آکرلیک هیدروفیل، رسوبات کلسیم را به صورت گرانول‌های موازی با انحنای قدامی و خلفی عدسی و به فاصله یک ناحیه شفاف، درست زیر سطح اپتیک لنز گزارش کرده بودند (تصویر ۳).

یافته‌ها نشان می‌دهند که کلسیفیکاسیون، در آغاز، یک پدیده سطحی است ولی در طول زمان، کلسیم به داخل لنز نیز نفوذ می‌نماید. این پدیده در واقع یک پدیده چندعاملی است که ماده لنز و محیط داخل چشمی میزبان، جزئی از آن می‌باشند^۴. مطالعات نشان داده‌اند که درصد بالایی از بیمارانی که دچار کلسیفیکاسیون IOL از نوع هیدروژل می‌شوند؛ مبتلا به یک بیماری زمینه‌ای همراه مانند گلوکوم و دیابت هستند^{۲۱} و^{۱۲}،^۵. در مطالعه Balasubramaniam و همکاران^{۱۶} ارتباط قابل توجهی بین کدورت IOL و دیابت مشاهده نشد ولی ارتباط آن با گلوکوم قابل توجه بود. باقی ماندن اثر فورسپس در سطح اپتیک لنز به هنگام تا کردن لنز نیز از عواملی است که در ایجاد کلسیفیکاسیون لنز نقش دارد. مطالعه Yu و همکاران^۵ نشان داد که در ۹۶ درصد لنزهای خارج شده از چشم، اثر فورسپس در سطح اپتیک لنز وجود داشته است.

توانایی یک ماده در چسباندن یک ماکرومولکول (مانند پروتئین و لیپیدهای حاصل از ماتریکس خارج یاخته‌ای) به خود، در ایجاد کلسیفیکاسیون آن ماده نقش مهمی دارد^{۲۲}. مطالعه Wu و همکاران^{۲۳} نشان داد که سیلیکون و اسیدهای چرب، نقش مهمی در ایجاد کلسیفیکاسیون IOL دارند. با توجه به شیوع کلسیفیکاسیون در لنزهای Hydroview (ساخت شرکت Bausch&Lomb)، در مطالعه‌ای که توسط آن شرکت انجام گردید؛ نشان داده شد که علت احتمالی تمایل رسوب کلسیم در سطح این لنز، وجود سیلیکون در سامانه بسته‌بندی این لنزها می‌باشد. سیلیکون به مرور به سطح لنز جذب می‌گردد و بدین ترتیب، به عنوان کاتالیزور در اتصال کلسیم و لیپید به سطح لنز عمل می‌نماید^{۱۷}. در مطالعه دیگری که در محیط غیرزنده (in vitro) انجام شد؛ به نقش احتمالی بعضی از ویسکوالاستیک‌ها مانند Viscoat و Amvisc Plus توجه گردید^{۲۴}. در مطالعه مزبور مشخص شد که این محصولات به علت غلظت بالای فسفات و کربوکسیلات، باعث افزایش خاصیت هیدروفیلی لنزهای داخل چشمی می‌گردند و در حضور اسیدهای چرب،

با توجه به افزایش روزافزون عمل آب‌مرورید همراه با کارگذاری IOL و تنوع لنزهای داخل چشمی در بازار، توجه به این عارضه بالقوه مهم، ضروری است و جراح باید در انتخاب IOL دقت لازم را داشته باشد. علت این عارضه هنوز به طور دقیق مشخص نیست و عوامل متعددی در ایجاد آن نقش دارند. بنابراین روش‌های دقیق پیش‌گیری از ایجاد آن تا به امروز مشخص نشده‌اند. در صورت مشاهده کدورت IOL، زدودن آن با استفاده از لیزر یاگ ناموفق است و حتی در مواردی به علت ایجاد آسیب در کپسول خلفی، موفقیت تعویض لنز را نیز ممکن است مخدوش نماید^{۳۳}. بنابراین استفاده از لیزر یاگ در این مورد توصیه نمی‌شود. تنها درمان این عارضه در حال حاضر، تعویض لنز کدرشده با لنز جدید با ماده متفاوت (هیدروفوب به جای هیدروفیل) می‌باشد. هم‌چنین گزارش موارد اثبات‌شده علاوه بر جنبه‌های علمی - تحقیقاتی آن، چشم‌پزشکان و کارخانه‌های سازنده را برای ممانعت از به کارگیری لنز مسبب یاری می‌دهد و مانع بروز مواردی مشابه آنچه در رابطه با لنز Hydroview^{۳۰-۱۴-۲۰۷} رخ دادند؛ خواهد شد.

مواردی که موفق به جدا کردن چسبندگی بین لنز و کپسول می‌شویم؛ به آسانی می‌توان با چرخاندن لنز، آن را از کیسه کپسولی خارج کرد. در مواردی که مدت‌ها از کارگذاری لنز گذشته باشد؛ درجاتی از چسبندگی بین لنز و کپسول عدسی ایجاد می‌شود. به نظر می‌رسد که چسبندگی بین کپسول و هاپتیک لنز، بیش‌تر از چسبندگی بین اپتیک و کپسول باشد. در این‌گونه موارد، با استفاده از ویسکودایسکشن، اپتیک را از کپسول جدا می‌کنند و در صورت وجود چسبندگی بین پاپک‌های لنز و کپسول، باید اقدام به قطع پاپک لنز نمود.^۶ از عوارض تعویض لنز می‌توان به ایجاد پارگی در کپسول خلفی و جداسدگی زونول‌ها اشاره کرد. در مطالعه Yu و همکاران^۶ که در ۱۵ چشم، تعویض IOL انجام دادند؛ افزایش دید در حد ۵ خط اسنلن بود. در این مطالعه، در ۲ بیمار، پارگی کپسول خلفی و در ۳ بیمار، جداسدگی زونول ایجاد شد. نتایج مطالعه وسیع دیگری که در آن ۱۸۶ لنز داخل چشمی Hydroview تعویض شدند؛ نشان می‌دهند که در ۵۳ درصد بیماران بهبود دید، ۳۵ درصد عدم تغییر دید و ۱۲ درصد کاهش دید مشاهده می‌شود^{۳۰}.

منابع

- 1- Schoen FJ, Harasaki H, Kim KM, Anderson HC, Lavy RJ. Biomaterial-associated calcification: pathology, mechanisms, and strategies for prevention. *J Biomed Mater Res* 1988;22:11-36.
- 2- Bucher P. Calcification of an IOGEL 1003 lens. (Foldable Technology Symposium.) *Eur J Implant Refract Surg* 1994;6:175.
- 3- Bucher PJM, Buchi ER, Daicker BC. Dystrophic calcification of an implanted hydroxyethylmetacrylate intraocular lens. *Arch Ophthalmol* 1995;113:1431-1435.
- 4- Buchen SY, Cunanan CM, Gwon A, Weinschen III JI, Gruber L, Knight PM. Assessing intraocular lens calcification in an animal model. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1473-1484.
- 5- Yu AKF, Kwan KYW, Chan DHY, Fong DY. Clinical features of 46 eyes with calcified hydrogel intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1596-1606.
- 6- Yu AKF, Ng ASY. Complications and clinical outcomes of intraocular lens exchange in patients with calcified hydrogel lenses. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1217-1222.
- 7- Murray RI. Two cases of late opacification of the Hydroview hydrogel intraocular lens [letter]. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1272-1273.
- 8- Yu AKF, Shek TWH. Hydroxyapatite formation on implanted hydrogel intraocular lenses. *Arch Ophthalmol* 2001;119:611-614.
- 9- Apple DJ, Werner L, Escobar-Gomez M, Pandey SK. Deposits on the optical surface of Hydroview intraocular lenses [letter]. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:796-797.
- 10- Sharma TK, Chawdhary S. The opalescence of hydrogel intraocular lens [letter]. *Eye* 2001;15:97-98.
- 11- Fernando GT, Cryford BB. Visually significant calcification of hydrogel intraocular lenses necessitating explantation. *Clin Exp Ophthalmol* 2000;28:280-286.
- 12- Werner L, Apple DJ, Escobar-Gomez M, Ohrstrom A, Crayford BB, Bianchi R, et al. Postoperative deposition of calcium on the surface of a Hydrogel intraocular lens. *Ophthalmology* 2000;107:2179-2185.
- 13- Habib NE, Freegard TJ, Gock G, Newman PL, Moate RM. Late surface opacification of Hydroview intraocular lenses. *Eye* 2002;16:69-

- 74.
- 14- Izak AM, Werner L, Pandey SK, Apple DJ. Calcification of modern foldable hydrogel intraocular lens designs. *Eye* 2003;17:393-406.
- 15- Mamalis N, Davis B, Nilson CD, Hickman MS, Leboyer RM. Complications of foldable intraocular lenses requiring explantation or secondary intervention- 2003 survey update. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2209-2218
- 16- Balasubramaniam C, Goodfellow J, Price N, Kirkpatrick N. Opacification of the hydroview H60M intraocular lens: total patient recall. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:944-948.
- 17- Stienert RF, Allen RC, Apple DJ, Arkin MS, Arthur S, Belcher CD, et al. Cataract surgery: technique, complications, and management. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier's Health Science; 2004.
- 18- Hatou Sh, Inoue M, Kurosaka D, Hida YR, Shinoda K, Oguchi Y. Evaluation of calcification of a hydrogel intraocular lens by optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1590-1592.
- 19- Neuhann IM, Stodulka P, Werner L, Mamalis N, Pandey SK, Kleinmann G, et al. Two opacification patterns of the same hydrophilic acrylic polymer: case reports and clinicopathological correlation. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:879-886.
- 20- Macky TA, Werner L, Soliman MM, Pandey SK, Izak AM, Apple DJ. Opacification of two hydrophilic acrylic intraocular lenses 3 months after implantation. *Ophthalmic Surg Laser Imaging* 2003;34:197-202.
- 21- Pandey SK, Werner L, Apple DJ, Kaskaloglu M. Hydrophilic acrylic intraocular lens optic and haptics opacification in a diabetic patient; bilateral case report and clinicopathologic correlation. *Ophthalmology* 2002;109:2042-2051.
- 22- Swanson JW, Lebeau JE. The effect of implantation on the physical properties of silicone rubber. *J Biomed Mater Res* 1974;8:357-367.
- 23- Wu W, Guan X, Tang R, Hook D, Yan W, Grobe G, et al. Calcification of intraocular implant lens surfaces. *Langmuir* 2004;20:1356-1361.
- 24- Guan X, Tang R, Nancollas GH. The potential calcification of octacalcium phosphate on intraocular lens surfaces. *J Biomed Mater Res A* 2004;71:488-496.
- 25- Fuchihata M, Saito Y, Kitaguchi Y, Nishida K, Hamanaka N, Sakamoto Y, et al. Calcification on the posterior surface of an implanted silicone intraocular lens in a patient with asteroid hyalosis. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 2006;11:736-740.
- 26- Wackernagel W, Ettinger K, Weitgasser U, Bakir BG, Schmut O, Goessler W, et al. Opacification of a silicone intraocular lens caused by calcium deposits on the optic. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:517-520.
- 27- Neuhann IM, Kleinmann G, Apple DJ. A new classification of calcification of intraocular lenses. *Ophthalmology* 2007;9[Epub ahead of print].
- 28- Lee DH, Seo Y, Joo CK. Progressive opacification of hydrophilic acrylic intraocular lenses in diabetic patients. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1271-1275.
- 29- Kim CY, Kang SJ, Lee SJ, Park SH, Koh HJ. Opacification of a hydrophilic acrylic intraocular lens with exacerbation of Behçet's uveitis. *J Cataract Refract Surg* 2002: 1276-1278.
- 30- Syam P, Byrne P, Lewis G, Husain T, Kleinmann G, Mamalis N, et al. Hydroview lens implant calcification: 186 exchanges at a district general hospital. *Eye* 2006;20[Epub ahead of print].
- 31- Siskey RM, Amin P, Stoppel JO. Indications for and results of a large series of intraocular lens exchanges. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:68-71.
- 32- Mamalis N, Crandall AS, Pulsipher MW, Follett S, Monson MC. Intraocular lens explantation and exchange; a review of lens styles, clinical indications, clinical results, and visual outcome. *J Cataract Refract Surg* 1991;17:811-818.
- 33- Trivedi RH, Werner L, Pandey SK, Peng Q, Arthur S, Izak AM, et al. Intraocular lens-related opacifications: in front of, on, within, between, and behind the intraocular lens. In: Stienert RF. Cataract surgery: technique, complications and management. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier's Science; 2004: 443-467.