

لنزهای تماسی نرم و اکسیژن رسانی به قرنیه

(ارائه شده در گفتگوی علمی گروه اپتومتری روشنا)

بهروز مالکی



روشنا

گروه

گروه اپتومتری روشنا

Dk و Dk/t:

سلام دوستان؛ اول بریم ببینیم این Dk که میگن یعنی چه.

D مال دیفیوژن هست. یعنی مقدار اکسیژنی که در اثر تراوایی یا دیفیوژن از لنز رد میشه. مستحضر هستید که قرنیه رگ خونی نداره و یه قسمت عمده اکسیژنشو مستقیم از محیط می گیره. پس مهمه که لنز روی قرنیه بتونه اکسیژنو از خودش عبور بده. یه قسمت از اینکار توسط تراوایی یا همون d تامین میشه.

برای اینکه خیلی کارمون راحت نشه دانشمندان اومدن و k رو مخفف یه چیزی گذاشتن که با k شروع نمیشه. k نمایانگر solubility است. یعنی قابلیت حل شدن. یعنی مقدار اکسیژنی که از طریق حل شدن از لنز رد میشه.

یه مثال خوب برای ماده ای که تراوا هست ولی اکسیژن توش حل نمیشه یه توری سیمی پشه بند هست. مثال واسه ماده ای که تراوایش خیلی کمه ولی اکسیژنو خوب تو خودش حل میکنه آب هست.

برای همینه که سابق میگفتن هرچی آب لنز بیشتر باشه بهتره چون اکسیژن بیشتری ازش رد میشه. ولی یه دلیل دیگه هم داشت. آدم آب تو چشمش باشه راحت تره تا اینکه HEMA تو چشمش باشه. HEMA یا همون هیدروکسی اتیل متا آکریلات، ماده سازنده مرسوم تو لنز های هایدرورژل سنتی هست.

تا قبل از سیلیکون هایدرورژلها دانشمندان تو بد موقعیتی گیر کرده بودن. آب لنز اگه کم بود، dk اش کم میشد. آب که میبستن به لنز استحکامش کم میشد.

اینایی که تا حالا گفتیم در مورد Oxygen Permeability بود. یعنی نفوذ پذیری نسبت به اکسیژن. مقدار اکسیژنی که به چشم میرسه توسط Oxygen Transmissibility یا عبور دهی اکسیژن مشخص میشه که با ضخامت لنز در ارتباطه.

هرچه لنز نازکتر باشه اکسیژن بیشتری به چشم میرسه ولی دانشمندان بیچاره یه مشکلی هم با لنز های نازک داشتن. بقول دکتر صفوتی لنز نازک مثل نون لواشه. زود خشک میشه. لنزی که خشک میشه تحملش برای چشم معمولی هم سخته چه برسه چشم خشک.

نکته: لنزهای پر آب برای چشمهای خشک مناسب نیستن. چون مثل اسفنج میخوان آبشونو از چشم بکشن. لنز پر آب باید آبشو از یک جایی تامین کنه لذا اشک چشم رو جذب میکنه و چشم خشکتر میشه. برای چشم خشک از لنز Proclear میتونید استفاده کنید. یک تغییراتی درسطح لنز داده شده که آب کمتری تبخیر میکنه. به کسایی که خیلی چشمون خشکه لنز ندید بهتره. تو کسایی هم که خشکی خفیف دارن لنزهای پر آب کم و ضخامت بیشتر یا لنزهای مخصوص چشمهای خشک مثل همون پروکلیر

توصیه همیشه. استفاده از یه قطره ای مثل Cleaning Drops مال کارخونه Avizor یا قطره Astek به همراه نکات فوق هم به چشم خشکا کمک میکنه.

پس راه اول برای افزایش عبور اکسیژن تو لنز هایدروژل سنتی افزایش آبشونه. مطابق فرمول مورگان و افرون اگه یه لنزی رو از آب خالص درست کرده باشن یعنی 100 درصد آب باشه، DK اون از 88 بالاتر نخواهد رفت پس افزایش آب فقط تا یه جایی کمک میکنه.

$$DK = 1.67 * e^{0.0397wc}$$

راه دوم کاهش ضخامت لنزه مطابق فرمول زیر:

Oxygen transmissibility: $Dk / (\text{thickness}_{\text{mm}} * 10)$

ولی این هم از نظر فیزیکی محدودیت داره و لنز رو میشه تا یه اندازه خاصی نازک کرد.

حداقل Dk/t مورد تایید FDA برای استفاده daily wear یعنی روزانه و فقط هنگام بیداری 35 و برای استفاده extended تمام وقت 125 هست.

لطف میکنین لنزهای هایدروژلی که معمولا استفاده میکنید رو نام ببرید تا در مورد Dk/t اونها صحبت کنیم.

لنز Sauflon 56 uv؛ یه لنز daily که UV رو هم میگیره. 56 درصد آب داره. $Dk/t = 25.5$ ؛ اینو به مریض بدیم یا نه؟ من از لحاظ Dk/t میگم ندیم. با 35 که حداقل مورد تایید برای دیلی هست خیلی فاصله داره.

ProcLEAR : آب 62، $Dk/t = 29$ ، نظرتون در مورد این چیه؟ لنز خیلی راحتی هست تو چشم. ماژولس کم. استحکام کم و Replacement ماهانه از معاینه ولی از لنزهای محبوب منه. بخصوص تو چشم های خشک.

حالا یکی از لنزهایی که بازار رو در تصرف داره، لنزهای آرین. نظرتون در مورد اون چیه؟ کسی میدونه (Oxygen Transmissibility) OT آرین چقدره؟ من چندین ماه دنبالش بودم ولی پیداش نکردم. نه تو بروشور ها نه تو سایتش ذکر نشده. ظاهرا OT قابل ذکری نداشته که نگفتن. حالا همین لنز میاد و میشه اسپانسر یکی از کنگره های اپتومتری. لنزی که حتی نمایندگیش هم نمیدونه OT لنزش چقدره.

دوباره تاکید میکنم: بخاطر ارزان بودن، لنز بی اصل و نسب نخرید. اینکار خیانت به بیماری هست که از نکات فنی لنز خبر نداره. لنزی رو رو چشم بیمار بزارین که ازش مطمئن هستید.

خوب بریم سراغ سیلیکون هایدرورژلها (SiHy)

دو راه سنتی افزایش عبور اکسیژن از لنز رو گفتیم چی بود؟ افزایش درصد آب و کاهش ضخامت. روش دیگه ای هم به ذهنتون میرسه؟ بله راه دیگه تغییر متریال لنزه. محققان خیلی دنبال متریالهای بهتر گشتن تا بالاخره در یک غروب پاییزی سرد! با سیلیکون آشنا شدن. از همون غروبی که دانشمندا با سیلیکون آشنا شدن رابطه OT و میزان آب لنز سست شد و در واقع سیلیکون ما را از آب بی نیاز کرد تو این بحران کم آبی.

سیلیکون ماده ای هست که اکسیژن را بخوبی از خودش عبور میده. ولی ایده لنز سیلیکونی هیچ وقت جواب نمیده. سیلیکون شدیداً هیدروفوبیک. آب روش نمیونه و لنز هم که باید اکسیژن رو از اشکی که جلوی لنز هست بگیره و به اشکی که پشت لنز هست تحویل بده. تماس اینها با هم مثل مخلوط کردن آب با روغن بود. ولی بالاخره یه روز سرد پاییزی دیگه دانشمندا موفق به اینکار شدن و تونستن با ترکیب سیلیکون و هایدرورژلها اولین نسل لنزهای سیلیکون هایدرورژل یا SiHy ها رو بسازن. یکی از شاهکارهای دانشمندان در ساخت SiHy ها کم کردن هیدروفوبی لنز بود. دانشمندا واقعا موفق شدن آب و روغن قاطی کنن! تو نسل اول SiHy ها برای مقابله با خاصیت هیدروفوبیک ذاتی سیلیکون، اومدن و از تکنیکهای خاصی برای پرداخت سطح لنز استفاده کردند. Plasma treatment، یه روکش پلاسمایی روی سطح لنز باعث میشد لنز کمتر رسوب بگیره و دیرتر خشک بشه و بیمار هم باهاش خیلی راحت تر باشه.

لنزهای air optix وارد بازار شدند و یک دفعه زلزله عظیمی به پا شد OT که حوالی 20 می چرخید یکدفعه به 140 رسید. متریالهای نسل اول شامل Balafilcon A و Lotarfilcon و لنزهای SiHy نسل اول عبارتند از: Air optix، Pure vision و Focus Night&Day

کسی میتونه بگه اینهمه transmissibility به چه دردمون میخوره. چرا دانشمندا یهو اینقدر سنگ تموم گذاشتن. ما که به همون ۳۵ قانع بودیم. درسته، واسه استفاده Extended و شبانه روزی عدد ۳۵ کفایت نمیکنه.

ولی مگه ای دانشمندا بیکار میمونن. بلا فاصله افتادن دنبال تولید نسل دوم. بله باز هم اون غروب سرد پاییزی رسید و دانشمندا فکر جدیدشونو رونمایی کردند: لنز سیلیکون هایدرورژل با internal wetting agent یا به زبان خودمون لنز سیلیکون هایدرورژل با مرطوب کننده داخلی.

لنزهای نسل دوم عبارتند از: Acuve advance OT=86 و Acuve Oasis OT=147

نسل اول چه مشکلی داشت که رفتن سراغ لنزهای نسل دوم؟ راحتی بیشتر در نسل دومی ها (ماژلوس کمتر و هیدروفیل تر بودن) و طمع برای داشتن Dk/t بالاتر. البته در مورد Dk/t در همه موارد موفق نبودن و مثلا Dk/t در Acuve advance هشتاد و شش هست.

خلاصه، دوباره غروب سرد پاییز رسید و دانشمندا برای ابداع نسل بعدی به وسوسه افتادن. چرا باید روی لنز یه روکش بزنیم یا داخلش یه چیزی اضافه کنیم تا بشه یه لنز خوب. بیابین یه لنزی بسازیم که بدون اینها هم لنز باشه. و همین فکر دانشمندا رو به دردر انداخت. البته دستشون درد نکنه. بالاخره نسل سوم SiHy با معرفی Biofinity وارد بازار شد. آب 48 درصد، $OT = 160$ ، دارای رطوبت پذیری طبیعی (Natural wettability) و مهمتر از همه لنز محبوب من!

خوب قصه ما تو این شب سرد پاییزی داره به سر میرسه. فقط یه نکته، من هنوز هم انتخاب اولم ایر اپتیکسه بعد بایوفینیتی. ایر اپتیکس کمتر رسوب میگیره. یه جورایی بادوام تره. شاید هم من با نسل قدیمی بیشتر دمخورم. نظر بقیه همکاران چیه. ایر اپتیکس یا بایو؟

Maleki: خانم طهماسبی شما که پایان نامتون در این مورد بوده نظرتون چیه؟

Tahmasebi: بیماری من از نظر راحتی بایوفینیتی رو ترجیح دادن، و نتایج فیت هم در بایوفینیتی موفقیت بیشتری نشون دادند.

Sakkaki: مریضای من با بایو راحت ترن تا ایر. بعضیها میگن ایر چشممونو میزنه.

Niazmand: توی مریضای من بایوفینیتی با صددرصد موفقیت تجویز میشه.

Kheirkhah: بایوفینیتی یه جورایی امتحانشو پس داده.

Zareë (Afruz): بنده ایر بخاطر دوام بیشتر.

Sherafat: من تقریبا اکثر لنزها را کار کردم. بایو، ایر اپتیکس، بوش اند لم، فریکونسی از کوپر. اما ایر از نظر دوام و راحتی بهتر جواب داده.

گروه اینتومنترس روشنا
: Maxima 55 uv

Niazmand: یکی از بزرگترین مشکلات من با لنزها توی ماکسیما هست.

Kheirkhah: مریض بوده با بیس کرو مناسب ولی لنز ماکسیما فیت نمیشد چرا آخه؟

Niazmand : ماکسیما میچرخه. روی قرنیه به پاییین سور میخوره. نمیتونه آسنیگماتو خوب کاور کنه.

Sakkaki : ماکسیما اصلا لنز خوبی نبوده.

Maleki: من هم هیچوقت از ماکسیما راضی نبوده ام. خوشبختانه خیلی وقته کار نکردم.

Morning

Sherafat : از ماکسیما ومورنینگ اصلا راضی نبودم.

Sakkaki : منم مورنینگ راضی نبودم.

Maleki: مورنینگ فاجعست.

گروه ایتومتری روشنا

اکسیژن رسانی در لنزهای رنگی:

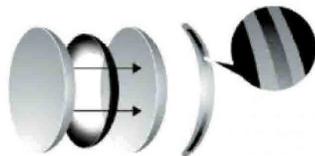
همکاران نظرشون در مورد تجویز لنز رنگی چی هست. من خودم به شخصه تا جایی که بتوانم مریض را از استفاده از لنز رنگی منصرف میکنم. ولی آن روی دیگر سکه را هم باید دید. اگر ما لنز رنگی به بیمار ندیم اونا از جاهای دیگه مثل آرایشگاه ها میگیرنش.

به نظر من تو ایران فرهنگ استفاده از لنز رنگی جا نیفتاده و به ندرت کسی اون چیزهایی که ما میگیرم رو کاملا مراعات میکنه. بیمار میاد میگه سه ساله این لنز رنگی رو دارمش ولی هنوز میذارمش و اتفاقی نمیفته. در صورتیکه قرار نیست واسه لنز اتفاقی بیفته، پروتئین ها و مواد خارجی موجود در اشک بعد چند وقت منافذ لنز رو میبندد و اجازه ورود اکسیژن نمیده. وقتی اکسیژن کافی به قرنیه نرسه خود فرد احساس نمیکنه ولی مشکلات ناجوری تو چشمش ایجاد میشه. اندوتلیوم که مسوول شفاف نگه داشتن قرنیهست دچار مشکل میشه. مشکلاتی که اگر ادامه پیدا کنه دیگه قابل برگشت نیست و شما وقتی متوجه مشکل میشی که دیگه چشمت از دست رفته.

ما نگهبانان بینایی هستیم. وظیفه ماست که حواسمون به چیزهایی باشه که بیمار حواسش بهشون نیست. صدمات اندوتلیوم مثل گلوکوم تا به جاهای خطرناک نرسیده سمپتومی نداره. همش sign هست. در مراحل نهایی سلولها تغییر شکل میدن و بعضی هاشون هم از بین میرن. وقتی اندوتلیوم صدمه ببینه در حالت عادی کژ دار و مریز کارشو انجام میده ولی گذاشتن لنز روی اون قرنیه مثل گذاشتن پا روی لوله اکسیژن بیمار رو به موته. همین میشه که فرد دیگه نمیتونه لنز بزاره.

اصولا در لنزهای رنگی یک لایه رنگدانه میان دو لایه هیدروژل ساندویچ میشه. خود هایدروژلها که میدونید از نظر عبور دهی اکسیژن خیلی تعریفی نیستن حالا ببینید ساندویچشون با رنگدانه چی میشه. علاوه بر این، لایه های ضخیم رنگ سبب کاهش راحتی استفاده از لنز نیز میشوند. البته یه لنز رنگی هم به نام Charme بود که ادعا میکرد با یک تکنولوژی به نام Unique 3D Tint ذرات رنگ رو بصورت دانه های آلی در سرتاسر ضخامت لنز پخش میکنه و باعث میشه که عبور اکسیژن از لنزهای رنگی بیشتر بشه ولی من نتونستم اطلاعات بیشتری در مورد این لنز بدست بیارم.

Old Sandwich design



لایه ضخیم رنگی مانع نفوذ اکسیژن به چشم گردیده و باعث خستگی آن می گردد.

Unique 3D Tint Technology



در روش 3D مولکول های رنگی بسیار درخشان تر و براق تر به روی چشم ها منعکس گردیده و طبیعی تر و جذاب تر جلوه می نمایند

نتیجه تکنولوژی ساندویچی میشه این:

Elegance Dk/t= 8

Soflens Dk/t= 14

Angel color Dk/t= 16

Fresh look Dk/t= 20

Pretty eyes Dk/t=28.3

میبینید که هیچ کدام حتی بهترینشون لیاقت و صلاحیت استفاده روزانه رو ندارن. همشون زیر ۳۰ هستن. البته اینها تو لنزهای رنگی پلانو هست. در لنزهای طبی رنگی به دلیل افزوده شدن ضخامت لنز اوضاع اسفناک تر میشه و با افزایش ضخامت قابلیت اکسیژن رسانی یا همون Dk/t کاهش پیدا میکنه.

پس اصلا چرا تولید میشن؟ جواب اینه: درخواست بازار و جنبه داشتن مصرف کنندگان.

لنزهای رنگی برای occasional wearing یعنی استفاده گه گاهی طراحی شده اند. نمیتوان آنها را daily یا extended استفاده کرد. در کشورهای توسعه یافته، فرد لنز را فقط برای یک مهمانی دو ساعته میزنه ولی در ایران خانمه میخواد حتی شوهرش هم نفهمه چشمش آبی نیست. باید به بیمار تفهیم کنیم این لنزها برای استفاده تمام وقت نیست. برای استفاده مشترک نیست. کلکسیون نباید درست کنید از لنز رنگی و یکی بشه خزانه دار و لنز امانت بده به بقیه فامیل و... ما وظیفه مون اینه که به مردم آگاهی بدیم.

یه فاکتور دیگه در لنزهای رنگی رضایت مریضه. مریض هاتون با کدوم مارکها راضی تر بودن؟

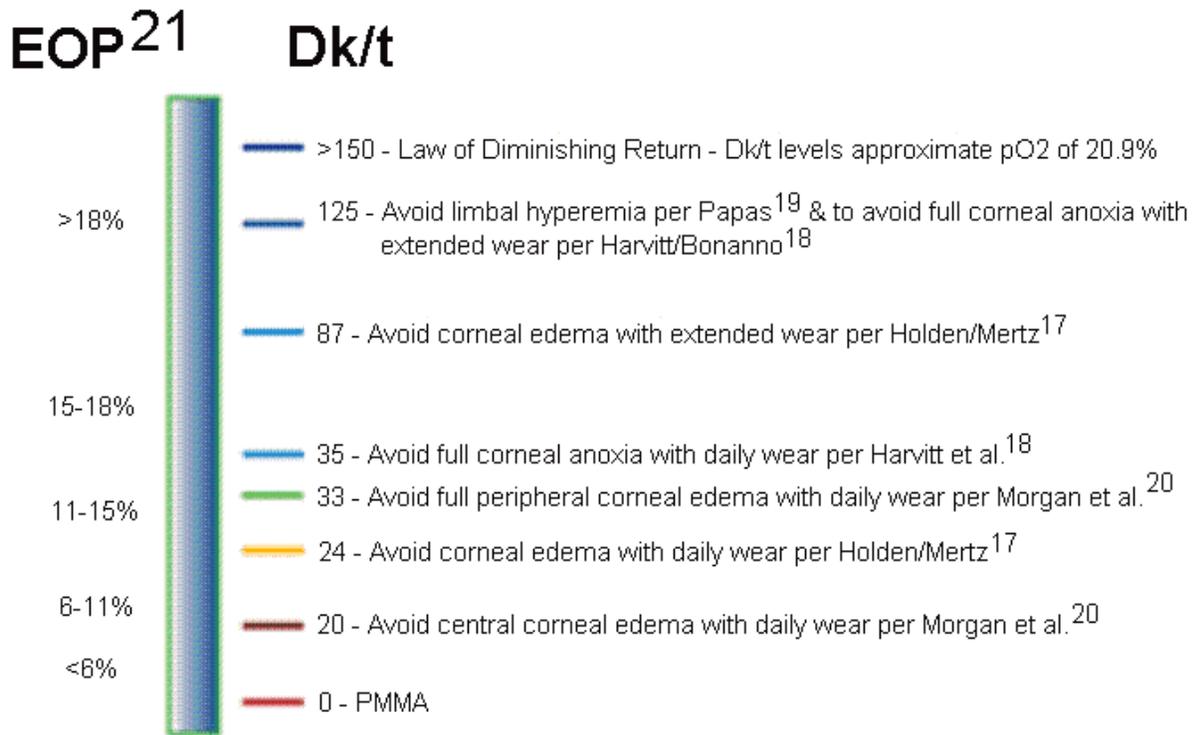
همکارا از neo vision راضی نبودن. خانم شرافت پیشنهادشون آرین، فرش لوک و کیو آیز بود. آرین از نظر زیبایی ظاهری خوبه ولی من شدیداً باهاش مخالفم. لنزی که کارخونه سازندش هم Dk شو نمیدونه جاش رو چشم نیست. فرش لوک هم چندان تعریفی نیست (Dk/t=20). حالا ماکزیما یه چیزی (Dk/t=23). لنز Pretty eyes و طبی رنگی (Dk/t=24). مریض مشکل دار باهاش کم بوده. ظاهرش خوبه ولی به پای آرین نمیرسه. پنج تا رنگ داره. لنزهاش سه رنگه؛ رنگ اصلی و دو تا حاشیه داخلی و خارجی.

یه چیز جالب! ایر اپتیکس هم لنز رنگی سیلیکون هایدرورژل داره:

Air Optix® COLORS, Dk/t= 138

حداقل Dk/t قابل قبول برای کنتاکت لنز:

حداقل چقدر باید اکسیژن به قرنیه برسونیم؟ یا Dk/t چقدر باشه؟ ملاکهای مختلفی وجود داره ولی بهترینش Harvitt و همکارانش هست.



17. Holden BA, Mertz GW. Critical oxygen levels to avoid corneal edema for daily and extended wear contact lenses. Investigative Ophthalmology & Visual Science 1984;25:1161-7.

18. Harvitt DM, Bonanno JA. Re-evaluation of the oxygen diffusion model for predicting minimum contact lens Dk/t values needed to avoid corneal anoxia. Optometry and Vision Science 1999;76:712-9.

19. Papas E. On the relationship between soft contact lens oxygen transmissibility and induced limbal hyperaemia. Exp Eye Res 1998;67:125-31.

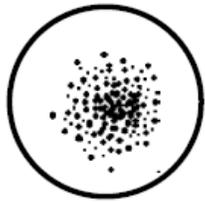
20. Morgan PB, et al. Central and peripheral oxygen transmissibility thresholds to avoid corneal swelling. Journal of biomedical materials research Part B, Applied biomaterials 2010;92:361-5.

21. Benjamin WJ, Karkkainen TR. Hydrogel hypoxia. Contact Lens Spectrum 1996; 11 (suppl):s6-11.

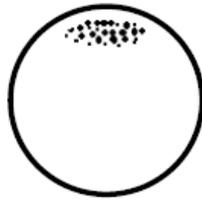
همونطور که در تصویر بالا هم مشخصه برای Daily wear حداقل ۳۵ و برای Extended wear مقدار ۱۳۵ توصیه میشه. دقت کنید که اینها Dk/t هستند نه Dk. خوب پس مشخص شد که ملاک ما برای قبول یا رد یک لنز (از نظر اکسیژن رسانی به قرنیه) چی هست.

اگه Dk/t کمتر بود چه اتفاقی ممکنه بیفته؟ تصویر رو ببینید:

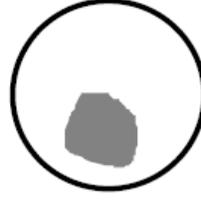
Hypoxia and hypercapnia



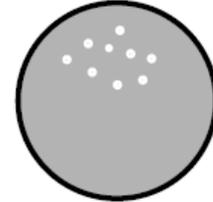
Superficial punctate



Superior/Tight lid



Confluent



Microcysts and vacuoles



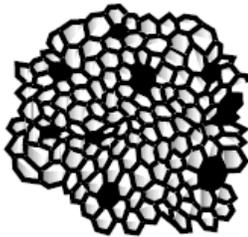
Distortion-irregular



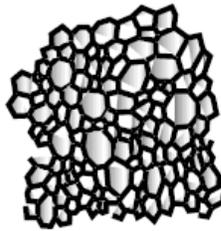
Striae (edema)



Endothelial folds



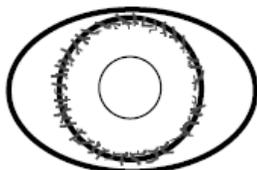
Blebs (endothelial edema)



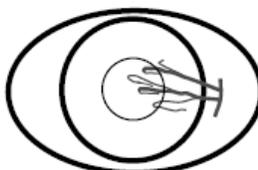
Polymegethism



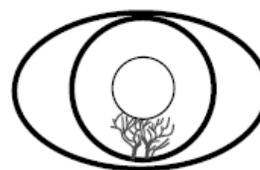
Exhaustion syndrome



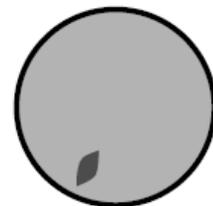
Limbal hyperemia



Superficial vascularization



Deep vascularization

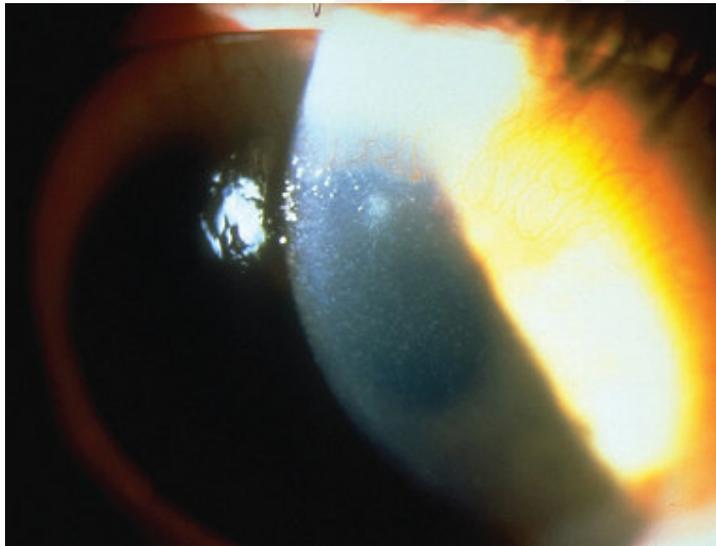


Hemorrhage

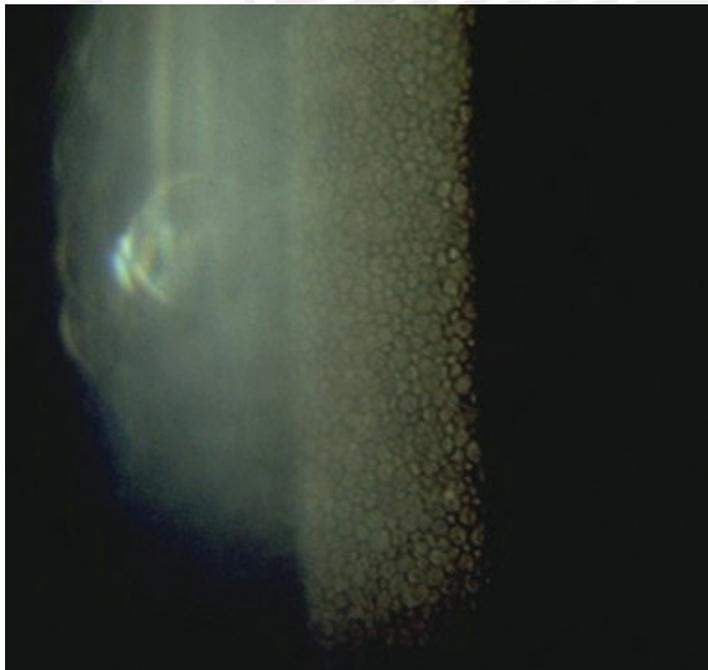
FIGURE 14-2 Signs of hypoxia and hypercapnia. (Reprinted with permission from Bruce AS, Brennan NA. *A Guide to Clinical Contact Lens Management: Signs, Symptoms, Diagnosis, and Management*, ed 2. Duluth, GA: CIBA Vision, 1995.)

در اثر هایپوکسی و هایپر کپنی (تجمع CO2 در بافت) تغییرات گسترده ای از تغییرات سطح ای تلیوم تا ایجاد نئوواز و ادم قرنیه و تغییرات اندوتلیوم ممکنه اتفاق بیفته که بسته به شدت و مدت هایپوکسی داره و البته در اینجا نمیخواهیم وارد جزییاتش بشیم.

فقط چند تصویر واقعی ببینید:

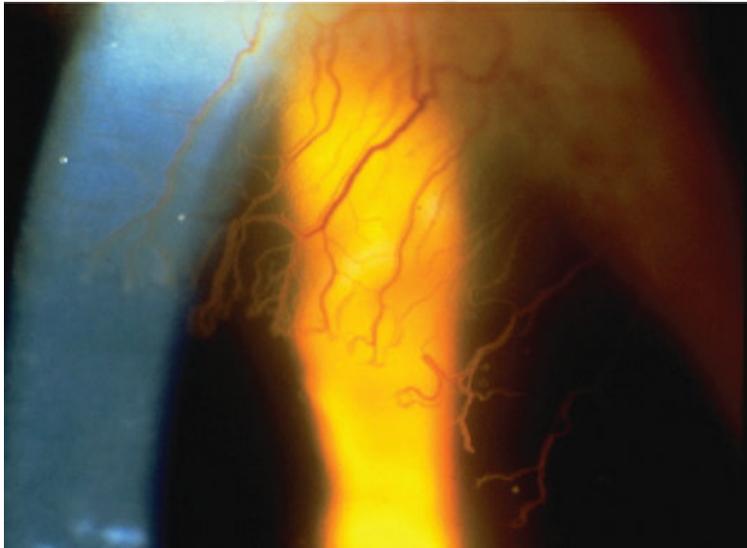


Corneal Oedema



Epithelial Polymegathism

در epithelial polymegathism سلولهای اندوتلیوم اندازه یکدست شونو از دست میدن و بزرگ و کوچک میشن. در pleomorphism سلولهای اندوتلیوم شکل منظم شش وجهیشونو از دست میدن. نهایتا پس از این مراحل بعضی هاشون میمیرن. این تغییرات رو میشه با روش اسپکولار رفلکشن اسلایت لمپی و با بزرگنمایی زیاد میشه دید.



Corneal Neovascularization

تعیین Dk/t در کنتاکت لنزها:

در این قسمت میخوایم کمی سر به سر ویزیتورهای لنز بزاریم. حتما برای شما هم پیش اومده که یه ویزیتور برای تبلیغ لنز جدیدش به مطبوتون مراجعه میکنه و در وصف مزایای لنزش داد سخن میرانه! که لنز ما چنین است و چنان و باز حتما پیش آمده که وقتی از او در مورد Dk/t لنزش میپرسید، میشنوید: خوبه، زیاده، دقیقا منظورتون چیه، از همه لنزها بهتره و...

البته اخیرا برخی از ویزیتورها زرنگ شده اند و علاوه بر درصد آب، یه عددی هم برای Dk/t حفظ میکنن و گاهی مواقع هم دیده شده که این عدد ساختگی هست. خوب حالا میرسیم به سوال اصلی از کجا به Dk/t یک لنز پی ببریم؟

خاطرتون هست که Dk/t چی بود؛ Dk یا Oxygen Permeability میزان عبور اکسیژن از ماده سازنده لنز رو نشون میده. حرف D مربوط به diffusion یا تراوایی هست. یعنی مقدار اکسیژنی که از خود ماده رد میشه. حرف k مربوط به solubility هست. یعنی مقدار اکسیژنی که از طریق حل شده از ماده رد میشه. مثال خوب برای تراوایی بالا و حلالیت پایین تور سیمی پشه بند هست که از اون کل اکسیژن از طریق تراوش از میان خلل و فرج توری رد میشه و هیچ اکسیژنی از طریق حل شدن از اون رد نمیشه. مثال برای ماده با حلالیت بالا آب هست که قسمت عمده اکسیژنی که از آن عبور میکنه از طریق حل شدن هست.

Dk/t که اصطلاحاً Oxygen Transmissibility نامیده میشه، نمایانگر میزان اکسیژنی هست که از یک لنز خاص با پاور 3.00- عبور میکنه. اینجا ضخامت لنز راهم باید علاوه بر موارد گفته شده در بالا در نظر بگیریم.

خوب برگردیم سر سوال اصلی: ویزیتوری با یک لنز بنام Roshana Soft Lense وارد مطب شما شده. ادعا میکنه که لنزش یه هایدرورژل هست. آب لنزش ۴۵ درصد و مدعی است Dk لنزش هم ۷۰ هست. باور کنیم یا باور نکنیم؟ کاتالوگ هم داره. انگلیسی هم هست. من به شخصه کاتالوگ و سایتی که مشخصات دروغ داده زیاد دیده ام. پس از کجا مطمئن شیم.

میشه برای شروع مشخصات روی بسته لنز را چک کنیم. یکی از راهها اینه که ببینید ماده سازنده لنز چی هست. هر ماده ای Dk مشخصی داره.

نوع ماده روی بسته بندی لنز قید میشه. با جدول زیر میتونید Dk هر ماده رو پیدا کنید. تو جدول زیر علاوه بر Dk مشخصات دیگه مثل گروه بندی FDA هم آورده شده که بر اساس مقدار آب و یونی و غیر یونی بودن ماده لنز صورت گرفته. میتونین جدول فوق رو پرینت بگیرید و دم دست داشته باشید برای راستی آزمایی. اعداد فوق رو از اینترنت جمع آوری کردم ولی تو رفرنسهایی مثل Anand Shroff. An eye on numbers: A ready rockner ophthalmology. 2011. P 272 هم میشه این جدول رو دید.

همونطور که جدول بالا نشون میده با افزایش درصد آب در هایدرورژلهای سنتی، Dk هم بیشتر میشه.

آب بیشتر <<< solubility بیشتر <<< Dk بیشتر

اعداد بالای ۵۰ مال سیلیکون هایدرورژلهاست. هایدرورژلهای کانونشنال زیر ۳۵ هستند.

=====

GROUP 1 (Low Water, <50% H₂O, Nonionic Hydrogel Polymers)

=====

tefilcon (38%) (Dk = 8.9)
 tetrafilcon A (43%) (Dk = 9)
 helfilcon A&B (45%) (Dk = 12)
 mafilcon (33%) (Dk = 4)
 polymacon (38%) (Dk = 9)
 hioxifilcon B (49%) (Dk = 15)

Silicone Hydrogel Polymers:
 lotrafilcon A (24%) (Dk = 140)
 lotrafilcon B (33%) (Dk = 110)
 galyfilcon A (47%) (Dk = 60)
 narafilcon B (48%) (Dk = 55)
 senofilcon A (38%) (Dk = 103)
 sifilcon A (32%) (Dk = 82)
 comfilcon A (48%) (Dk = 128)
 enfilcon A (46%) (Dk = 100)
 eprofilcon A (74%) (Dk = 60)

=====

GROUP 2 (High Water, >50% H₂O, Nonionic Hydrogel Polymers)

=====

lidofilcon A (70%) (Dk = 31)
 alfafilcon A (66%) (Dk = 32)
 omafilcon A (59%) (Dk = 33)
 vasurfilcon A (74%) (Dk = 39.1)
 hioxifilcon A (59%) (Dk = 28)
 hioxifilcon D (54%) (Dk = 21)
 nefilcon A (69%) (Dk = 26)
 hilafilcon B (59%) (Dk = 22)
 acofilcon A (58%) (Dk = 25.5)

=====

GROUP 3 (Low Water, <50% H₂O, Ionic Hydrogel Polymers)

=====

butilcon A (45%) (Dk = 16)
 deltafilcon A (43%) (Dk = 10)
 phemfilcon A (38%) (Dk = 9)

Silicone Hydrogel Polymers:
 balafilcon A (36%) (Dk = 112)

=====

GROUP 4 (High Water, >50% H₂O, Ionic Hydrogel Polymers)

=====

perfilcon (71%) (Dk = 34)
 etafilcon A (58%) (Dk = 28)
 focofilcon A (55%) (Dk = 16)
 ocufilcon B (53%) (Dk = 16)
 ocufilcon C (55%) (Dk = 16)
 ocufilcon D (55%) (Dk = 19.7)
 ocufilcon E (65%) (Dk = 22)
 ocufilcon F (60%) (Dk = 24.3)
 phemfilcon A (55%) (Dk = 16)
 methafilcon A (55%) (Dk = 18)
 methafilcon B (55%) (Dk = 18)
 vilfilcon A (55%) (Dk = 16)

دو تا نکته:

بر اساس قرار داد نام ماده سازنده سیلیکون های پروژلها و های پروژلهای کانونشال باید به کلمه filcon ختم بشه. مثل lotrafilcon

گروههای غیر یونی در داخل چشم کمتر رسوب میگیرن.

جدول بالا به نکته انحرافی هم داره. اگه دقت کنین phemfilcon A تو گروه ۲ با آب ۳۸ درصد و هم تو گروه ۳ با آب ۵۵ درصد آورده شده. چرا؟ برای اینکه میزان آب به ماده رو بالا بیرن معمولا مواد فوق رو با مواد دیگه ای مثل N vinyl pyrrolidon (NVP) یا methacrylic acid (MA) ترکیب میکنند که در صورت ترکیب کردن مقدار آب و به طبع اون dk هم بالا میره. phemfilcon A که

در گروه ۳ قرار داره و آبش ۳۸ درصد هست کو پلی مر 2-hydroxyethyl methacrylate و 2-ethoxyethyl methacrylate هست. وقتی اونا رو با methacrylic acid و ethyleneglycol dimethacrylate ترکیب میکنند phemfilcon A ذکر شده در گروه ۳ با آب ۵۵ درصد بدست میاد.

پس اگه به لنز مواد ترکیبی اضافه کنند بسته به ماده افزوده شده درصد آب و DK اون تغییر میکنه. این ماده افزودنی باید روی بسته بندی لنز قید بشه ولی تو بعضی موارد اینکار صورت نمی گیره. مثلا متریال لنز در روی بسته بندی هر دو لنز Durasoft2 و FreshLook Dimensions زده شده است phemfilcon A ولی درصد آب اولی ۳۸ و دومی ۵۵ درصد است و من با صرف کلی وقت موفق شدم که اختلاف بین این دو phemfilcon A را پیدا بکنم (که در پاراگراف بالا به اون اشاره شد).

وجود ناخالصی و حتی رنگدانه های لنزهای رنگی سبب میشن درصد آب از اون چیزی که قید شده پایین تر بیاد و در نتیجه DK از مقدار قید شده در جدول بالا کمتر میشه. پس جدول بالا فقط زمانی کاربرد داره که ماده لنز ترکیبی نباشه و خالص باشه و جدول فوق یه زمانی ممکنه کار مون رو راه اندازه.

چکار کنیم؟ بریم یکم ریشه ای تر به قضیه نگاه کنیم. یه فرمولی هست که زحمتش رو Morgan و Efron کشیدن. این فرمول از روی درصد آب یک هایپروژل کانونشنال مقدار DK اون رو حساب میکنه:

$$DK = 1.67 * e^{WC} * 0.0397$$

$$(e = 2.71828182845905)$$

خوب حالا حساب کنیم DK لنز Roshana با ۴۵ درصد آب و کاتالوگ انگلیسی! چقدر هست؟

صبر کنید شوخی کردم. محاسبات طولانیه شما هم حوصلشو ندارین. بزارید یه فرمول دیگه بگم و بعد یه راه میانبر آسون هم بهتون پیشنهاد بدم.

برای محاسبه DK/t از روی DK و (همانطور که خانم وهابی ۲۰ دقیقه پیش گفتن central thickness لنز)، از فرمول زیر استفاده کنید:

$$DK/t = DK / (\text{thickness mm} * 10)$$

و اما راه حل ساده و مورد علاقه همه: **گروه اپتومتری روشنا**
به کمک جدول زیر میتونید بدون نیاز به محاسبات طولانی از روی درصد آب و ضخامت مرکزی یک لنز هایپروژل، DK اون رو بدست بیارید.

اعداد جدول به کمک فرمولهای فوق محاسبه شده اند. اعداد ردیف افقی زیر عنوان Dk/t ، ضخامت مرکزی لنز هست.

Water Content	DK	DK/t									
		0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
20.0	3.7	3.7	4.1	4.6	5.3	6.2	7.4	9.2	12.3	18.5	36.9
22.5	4.1	4.1	4.5	5.1	5.8	6.8	8.2	10.2	13.6	20.4	40.8
25.0	4.5	4.5	5.0	5.6	6.4	7.5	9.0	11.3	15.0	22.5	45.1
27.5	5.0	5.0	5.5	6.2	7.1	8.3	10.0	12.4	16.6	24.9	49.8
30.0	5.5	5.5	6.1	6.9	7.8	9.2	11.0	13.7	18.3	27.5	54.9
32.5	6.1	6.1	6.7	7.6	8.7	10.1	12.1	15.2	20.2	30.3	60.7
35.0	6.7	6.7	7.4	8.4	9.6	11.2	13.4	16.8	22.3	33.5	67.0
37.5	7.4	7.4	8.2	9.3	10.6	12.3	14.8	18.5	24.7	37.0	74.0
40.0	8.2	8.2	9.1	10.2	11.7	13.6	16.3	20.4	27.2	40.9	81.7
42.5	9.0	9.0	10.0	11.3	12.9	15.0	18.1	22.6	30.1	45.1	90.3
45.0	10.0	10.0	11.1	12.5	14.2	16.6	19.9	24.9	33.2	49.8	99.7
47.5	11.0	11.0	12.2	13.8	15.7	18.3	22.0	27.5	36.7	55.0	110.1
50.0	12.2	12.2	13.5	15.2	17.4	20.3	24.3	30.4	40.5	60.8	121.6
52.5	13.4	13.4	14.9	16.8	19.2	22.4	26.8	33.6	44.7	67.1	134.2
55.0	14.8	14.8	16.5	18.5	21.2	24.7	29.7	37.1	49.4	74.1	148.3
57.5	16.4	16.4	18.2	20.5	23.4	27.3	32.7	40.9	54.6	81.9	163.7
60.0	18.1	18.1	20.1	22.6	25.8	30.1	36.2	45.2	60.3	90.4	180.8
62.5	20.0	20.0	22.2	25.0	28.5	33.3	39.9	49.9	66.6	99.8	199.7
65.0	22.1	22.1	24.5	27.6	31.5	36.8	44.1	55.1	73.5	110.3	220.5
67.5	24.4	24.4	27.1	30.4	34.8	40.6	48.7	60.9	81.2	121.8	243.5
70.0	26.9	26.9	29.9	33.6	38.4	44.8	53.8	67.2	89.6	134.5	268.9
72.5	29.7	29.7	33.0	37.1	42.4	49.5	59.4	74.2	99.0	148.5	297.0
75.0	32.8	32.8	36.4	41.0	46.9	54.7	65.6	82.0	109.3	164.0	328.0

احتمال اینکه Central Thickness لنز روی بسته بندیش قید شده باشد کم هست و باید از کاتالوگ لنز یا سایت اون توی اینترنت کمک بگیرید، ولی ضخامت مرکزی در لنزهای خوب معمولا حدود ۰.۶۰ میلی متر هست و تا حالا فقط دوتا لنز دیدم که ضخامت مرکزیشون کمتر یکی لنز رنگی Adore ایتالیایی با ضخامت ۰.۰۳ (که البته من به صحت این ادعا شک دارم) و اون یکی هم Optima FW مال Baush Lomb & با ضخامت ۰.۰۳۵ . پس اگه نتونستید سنترال تیکنس لنزی رو پیدا کنید میتونین برای تخمین، اون رو ۰.۶۰ فرض کنید.

خوب، پس طبق جدول بالا لنز Roshana با آب ۴۵ درصد و سنترال تیکنس ۰.۶۰ چقدر Dk/t داره؟ بله ۱۶.۶ که بدرد نمیخوره. پس. لنز dk/t پایین نخرید. حتی اگه اسمش Roshana یا HMirzeyi باشه.

بن نیست بعنوان مخالف سنتی لنز آرین، این لنز رو هم به چالش بکشیم. آرین تا حالا عددی برای Dk/t لنزش اعلام نکرده. خوب، مقدار آب آرین رو کسی میدونه؟

طبی ۵۵ درصد

طبی رنگی ۳۸ درصد

Dk/t از جدول چقدر میشه؟

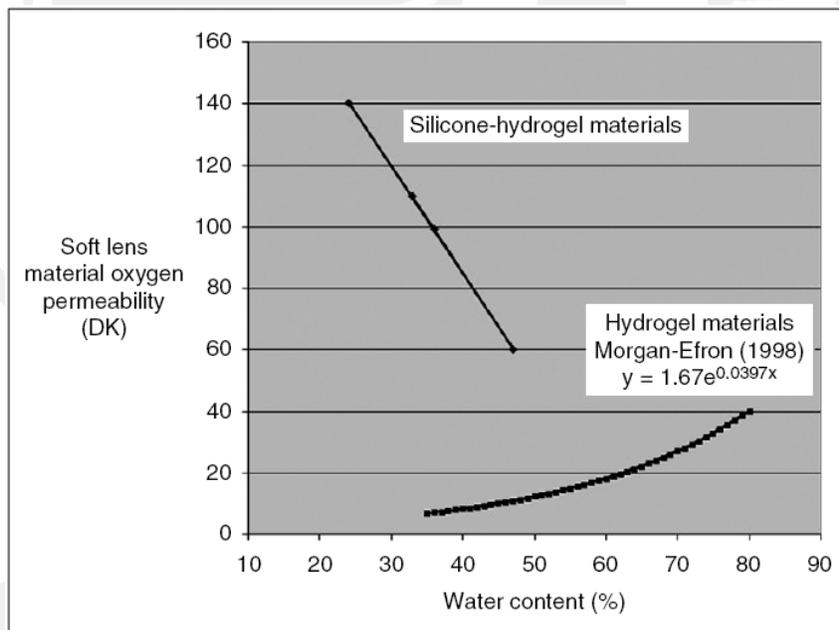
طبی آراین ۲۴.۷

طبی رنگی آراین حدودا ۱۲.۳

پس آراین رو هم بزارید کنار لنز Roshana و HMirzayi .

مثال دیگه از لنزهای freshlook : همه لنزهای freshlook از جنس phemfilcon A هستند و درصد آبشون ۵۵ هست. با ضخامت مرکزی ۰.۰۸ طبق جدول مقدار Dk/t میشه ۱۸.۵ که خود کارخونه میگه ۲۱ هست. یه استثنا در میان این لنزها freshlook one day هست که از جنس nelfilcon A هست و درصد آبش ۶۹ است که با ضخامت مرکزی ۰.۱ طبق جدول مقدار Dk/t میشه حدود ۲۶.۹ .

خوب یه سوال دیگه و مبحث امشب رو تمام کنیم: تو لنزهای سیلیکون هایدریژل برخلاف هایدریژل‌های سنتی با افزایش آب لنز Dk کم میشه. چرا؟ طبق نمودار زیر



اما چرا؟ جواب سادست. آب جایگزین سیلیکون میشه. سیلیکون نسبت به آب solubility بیشتری داره پس با زیاد کردن آب یک ماده کمتر حلال را جایگزین یک ماده بیشتر حلال میکنیم. لذا solubility کلی کاهش پیدا میکنه و متعاقب اون Dk هم کاهش پیدا میکنه.