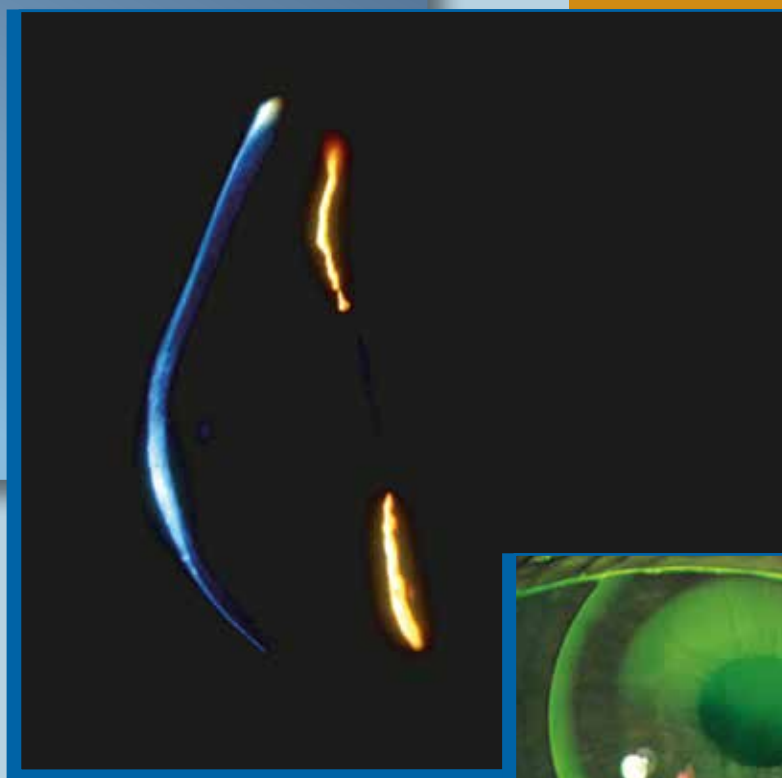
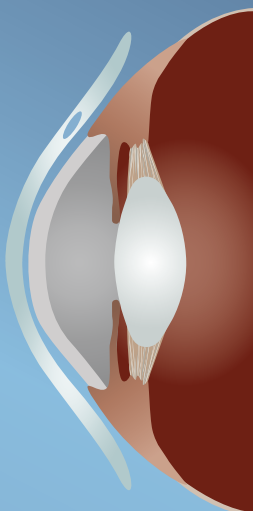


使用硬式透氧接触镜矫正圆锥角膜



接触镜研究中心
视光学系
加拿大滑铁卢大学

前言

关于本书

圆锥角膜可以藉由配戴硬式透氧接触镜达到安全且有效的控制。我们现在已经可以使用角膜地图仪(corneal topographers)以及光学相干断层扫描仪(optical coherence tomographers)来区分各种不同类型的圆锥角膜，这些仪器同时也能帮助我们更精确的选择符合锥体类型的镜片，让我们在治疗圆锥角膜时更轻松。

本书希望能协助医生根据标准曲率及新兴角膜衡量标准来针对圆锥角膜患者之需求选择适当的镜片设计。我们同时希望藉由本书说明如何简易验配镜片并处理圆锥角膜。

接触镜研究中心

位于加拿大的滑铁卢大学视光学系接触镜研究中心成立于1988年，致力于研究接触镜在眼睛上的配戴效果。该中心之成员由研究人员、研究生、及行政技术人员组成，在此执行之临床试验与基础研究皆为接触镜与相关企业之共同研究结果。我们有很多活动同时也作为针对眼科医生在视光领域教育发展的一环。请造访我们的官方网站进一步了解更多信息：<http://cclr.uwaterloo.ca>

感谢

总编辑

Desmond Fonn,
美国眼科学会基金会 视光学硕士
接触镜研究中心负责人
滑铁卢大学视光学系教授

项目经理

Bonnie Boshart,
工商管理学士
接触镜研究中心商务发展专员

作者

Luigina Sorbara,
美国眼科学会基金会 营运总监, 理学硕士
接触镜研究中心临床科学家
滑铁卢大学视光学系副教授

编辑群

Craig Woods,
美国眼科学会基金会 博士
接触镜研究中心研究经理
滑铁卢大学视光学系兼任助理教授

Alisa Sivak,
文学硕士
接触镜研究中心营销公关专员

投稿群

Katrin Müller,
滑铁卢大学视光学系毕业生

Kristine Dalton,
滑铁卢大学视光学系接触镜住院医师暨
理学硕士生

Jalaiah Varikooty,
滑铁卢大学接触镜研究中心临床科学家

Jyotsna Maram,
滑铁卢大学视光学系博士生

Adam Keech,
滑铁卢大学视光学系理学硕士生

感谢国际接触镜教育者协会提供**Dr. David Miller** (图 1, 11 and 65) 及 **Hilmar Bussacker** (图 29) 的照片。

校阅者

Hans Bleshøy,
美国眼科学会基金会 理学学士, 博士,
视光师学院会员
丹麦斯基沃自治市, 丹麦隐形眼镜顾问

Timothy B. Edrington,
营运总监, 理学硕士
美国富勒顿市南加州视光学院教授

Sergi Herrero,
西班牙巴塞隆纳光学及视光学系毕业生

Craig W. Norman,
美国接触镜协会成员
美国印地安纳州南本德诊所隐形眼镜部
营运长

Philippe Seira,
视光师
瑞士西北理工大学讲师

José L. Garrido Tundidor,
视光与视觉科学硕士
西班牙巴塞隆纳光学及视光学系毕业生

Richard Wu,
理学学士, 营运总监, 博士, 国际角膜塑型
协会成员, 国际接触镜教育者协会成员
台湾台北视光中心

Osbert Chan,
香港理工大学视光学博士

设计

Kris Flanagan

林文宾

Benson Wen-Pin Lin
视光学科毕业、隐形眼镜制造工程硕士学位、国际隐形眼镜教师协会研究员 (Fellow of IACLE)、台湾科技大学 化学工程博士生、台湾视全/亨泰光学有限公司专业技术部。

目录

1. 圆锥角膜介绍	1
圆锥角膜的流行病学	1
与圆锥角膜有关联之疾病	1
矫正圆锥角膜的方法	1
接触镜	1
眼镜片	2
2. 圆锥角膜之分级	3
角膜地图仪	3
圆锥角膜的类型	4
疾病的进展(角膜厚度)	4
3. 鉴别诊断与症状	6
病史与症状	6
裂隙灯生物显微镜	6
眼底镜检查与视网膜镜检影术	7
角膜地形图、角膜弧度与厚度测量术	7
屈光及视力	8
鉴别诊断	8
4. 配戴接触镜矫正视力的方法	9
角膜透气接触镜	9
角巩膜与半巩膜透气接触镜	10
小巩膜镜和巩膜镜透气接触镜	11
重选型设计	11
软式接触镜	12
5. 镜片设计	13
角膜接触镜	13
球面多道弧设计	13
球面镜片中央和球面边弧	13
球面中央和非球面周边	14
非球面接触镜	14
半与小巩膜镜	14
重选型镜片	14
6. 镜片验配	15
选择正确的镜片设计	15
通常考虑事项	15
基弧的选择	16

度数的考虑	17
验配程序:选择适当的BOZD和TD	18
验配直径8.5到9.3mm的小直径镜片	18
验配直径9.4到9.9mm的中直径镜片	19
验配直径10.0到12.8mm的大直径角膜镜和直径12.9 到13.5mm的角巩膜镜	19
验配直径13.6 到 14.9mm的半巩膜镜和直径15.0 到 18.0mm的小巩膜镜	20
镜片边弧设计	22
决定轴向边缘翘角	22
环曲面或不对称边弧	23
合适配适的评估	24
荧光图	24
三点接触(分离支撑)	24
顶点接触	24
顶点空隙	24
理想的轴向边缘空隙	25
最小边缘空隙	25
过多的边缘空隙	25
镜片中央定位和滑动	26
戴镜验光	26
从角膜地形图模拟荧光图	26
7. 追踪与管理策略	27
追踪程序与门诊访视	27
需更换镜片的情况	28
变更镜片设计	29
改变基弧	29
改变BOZD	29
改变总直径	29
改变轴向边缘翘角	29
改变部分翘角	30
改变中心厚度	30
改变镜片度数	30
使用不同的镜片与/或设计重新验配	30
球面到非球面的BOZD	30
球面到非球面镜片边缘	31
固定的到浮动的BOZD	31
角膜至半巩膜的镜片设计	31
8. 并发症	32
角膜染色	32
药水毒性染色	32
3点钟与9点钟染色	32
擦伤或异物引起的点状或线状染色	33
顶点染色	33

面纱状浅凹.....	33
视力.....	33
镜片偏位.....	34
角膜压痕.....	34
9. 参考文献.....	35
附录A:病原學與遺傳學.....	40
附录B:圓錐角膜的手術治療方式.....	42
全层角膜移植术.....	42
层状角膜移植术.....	42
深板层角膜移植术.....	42
异层角膜移植术.....	42
内板层角膜移植术.....	42
角膜环®.....	43
交聯剂.....	43
附录C:利用Orbscan II來偵測圓錐角膜.....	44
附录D:验配半及小巩膜片.....	45
中央矢深的配适.....	45
中周边或轮部区的配适.....	46
巩膜验配区.....	46
附录E:验配范例.....	47
验配范例：中央型或乳突状的圆锥角膜(早期).....	47
验配范例：椭圆形圆锥(重度).....	51
附录F: 值转换表.....	56
附录G:远距离视力的转换表.....	57

1.圆锥角膜介绍

圆锥角膜的流行病学

圆锥角膜是一种渐进式、典型不对称、非发炎性的角膜锥状性突起(图1)。约有96%的患者皆是双侧不对称发展，通常在第一只眼睛被诊断出圆锥角膜后的五年左右另一边眼睛才确诊。圆锥角膜的病程是非常多变的，最常见是由青春期末至35岁间发病，然后病程持续发展10-15年后，在40或50岁后慢慢稳定下来。圆锥角膜发病初期通常为一相对稳定或非常缓慢但可能穿插快速发展期的病程。其最终发展结果也是变幻莫测：严重程度自病况稳定后，由可经眼镜或接触镜矫正之轻微不规则角膜散光到角膜厚度严重过薄、突出与角膜结痂导致需要进行角膜移植或其他手术治疗皆有可能。最初病患可能是球面或规则散光的角膜，而发病初期的表现为角膜中央基质变薄、顶点突出，导致角膜弧度变陡与不同程度之角膜结痂。较薄的角膜顶点向下方移动引起的不规则角膜散光是圆锥角膜的特征，并对患者视力质量造成了轻微至显著等程度不一之影响。

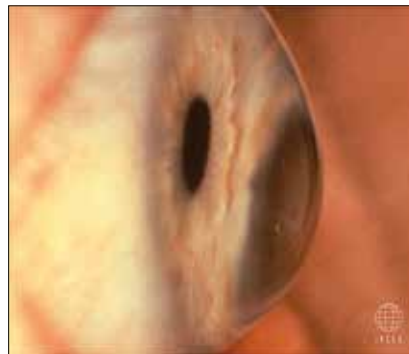


图1.圆锥角膜的侧面图

每10万人当中约有50至230人罹患圆锥角膜，意即每2000人就有1位圆锥角膜患者。根据报导，一般人的圆锥角膜盛行率可高达0.6%也可低至0.05%。附件A重新探讨圆锥角膜在病原学及遗传学上的病因。

每10万人当中约有50至230人罹患圆锥角膜，意即每2000人就有1位圆锥角膜患者。根据报导，一般人的圆锥角膜盛行率可高达0.6%也可低至0.05%。附件A重新探讨圆锥角膜在病原学及遗传学上的病因。

与圆锥角膜有关联之疾病

多数的圆锥角膜通常是独立存在的，尽管多项报告指出其似乎与其他疾病并存，像是唐氏症(Down syndrome)、先天性结缔组织异常/松皮症(Ehlers-Danlos syndrome)、成骨不全症(osteogenesis imperfecta)、二尖瓣膜脱垂(mitral valve prolapse)以及过敏性疾病(atopic diseases)。圆锥角膜也可以经由眼外伤引起，像是配戴接触镜或是揉眼睛造成的伤口。



图2.以白光照射戴有接触镜的圆锥角膜患者

矫正圆锥角膜的方法

接触镜

接触镜终于变成提供几乎所有圆锥角膜者最佳视力之必需品(图2)，而大约有10%-26%的病患最终需要接受角膜移植手术。在圆锥角膜眼配戴接触镜有导致角膜结痂的可能，然而，有合理的证据显示不论患者是否有配戴接触镜，

唐氏症提高了50-300倍圆锥角膜发生率。

都有角膜结痂的情形。由于此疾病的预后及病程变化多端且无法预料，因此建议患者一年一次甚至更频繁的检查眼睛。圆锥角膜并不会导致失明，然而患者的生活质量仍可能因此受到影响。在多数病程中，患者通常还是可以自行开车及阅读，。

多数圆锥角膜病患(约74%的病眼)都至少有1只眼睛可接受非手术式的治疗，其他(约26%的病眼)则需进行角膜移植。

眼镜片

随着圆锥角膜病程进展，由于角膜膨胀而扩张所导致的扭曲变形造成了不规则角膜散光度数的增加。这种不规则的散光属于非正交(即同时具有多个焦点)，因此不论他觉式或自觉式屈光检查，都无法找到合适的度数。也因此配戴一般眼镜来矫正圆锥角膜的效果较差且无法提供合适的光学矫正效果，尤其是在进展期圆锥角膜的情况更为明显。

更进一步来说，虽然圆锥角膜是一种双侧性疾病，但其病程有其中一只眼睛先发作后另一只眼睛较迟发作的倾向；而这种双眼屈光不等或混合性屈光参差的症状会导致患者更无法忍受使用框架眼镜来进行矫正的结果。由于此病随着病情恶化逐渐造成配镜困难，依靠接触镜变成是必要的。从另一个角度来看，框架式眼镜仍有其存在之必要，当患者无法配戴接触镜时，眼镜即可派上用场。而针对有老花眼的患者，应另配一副阅读用的眼镜，让患者先戴接触镜矫正看远视力后再戴看近的眼镜阅读。

有关使用外科手术来治疗圆锥角膜之相关讨论请见附件B。

Crews等人在1994年发现多数(约53%)的圆锥角膜者可藉由配戴接触镜来达到最佳矫正效果，其余21%(轻度圆锥角膜者)则仅须配戴一般眼镜或至少有1只眼睛无需矫正。

2. 圆锥角膜之分级

角膜地图仪

角膜摄影术(VKE)是用来侦测与控管圆锥角膜最重要的工具之一。侦测圆锥角膜时常见的缺点是轴向(矢状)图的使用，而非实时的(正切或实际)曲率半径。矢状尺度是特别用来察看角膜的视觉光学，而正切尺度用以评估角膜形状。因量测时系依据角膜摄影术(VKE)之轴性K值，其所使用的轴半径扭曲了位于角膜周边顶点外观上的位置及屈亮度。由图3a及3b我们可以看出轴性图及正切图的差异。

轴向(矢状)图	正切(实时)图
可看出影响视力的范围，但无法得知圆锥实际大小及形状。	可看出圆锥的位置，确认与临床上所见形状相符。
可平均角膜屈亮度，但可能低估较陡的屈亮度并高估较平的边缘。	不参考角膜摄影术所测之轴值而重新估算角膜半径，使得较陡的区域看起来更陡，较平的区域看起来更平。

角膜扭曲情形发生在圆锥角膜上甚至更为夸张，在角膜地形图中心外周围的较陡峭区域实际上被低估；而周围较平坦的区域却被高估。藉由重新计算轴向K值的同时参考每圈相邻的投射环，而非只看角膜摄影术的轴向K值，正切图的应用有助于更准确地呈现圆锥的位置及大小。高度图可以很清楚地指出圆锥的存在与位置，但如果没有曲率半径的数值，对于验配接触镜就没有帮助。

附件c是使用Orbscan II角膜地图仪来测量角膜的高度与曲率半径以侦察与管理圆锥角膜之相关讨论。

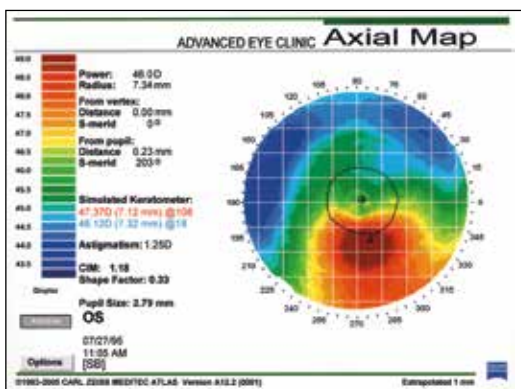


图3a. 轴向弧度图

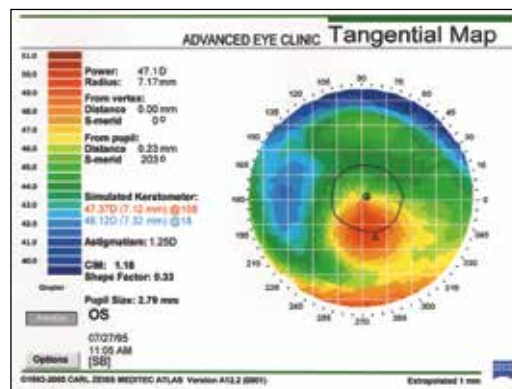


图3b. 正切弧度图

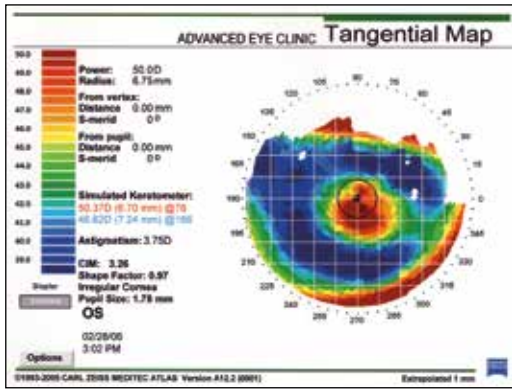


图4a. 中央圆锥角膜地形图

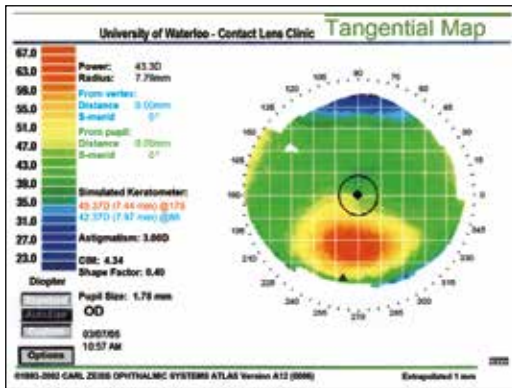


图5b. 椭圆形圆锥角膜地形图

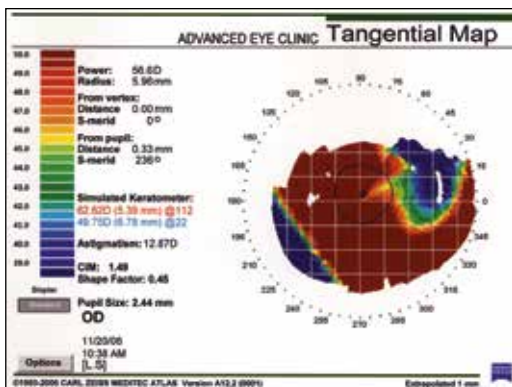


图6c. 球状圆锥角膜地形图

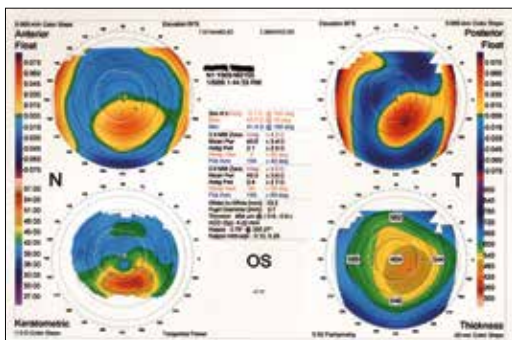


图7a. 清澈性角膜边缘变性地形图(反规则散光)

圆锥角膜的类型

角膜地形图可帮助我们辨别圆锥角膜的严重程度及其类型或形状。我们可以依据角膜锥体的弧度，亦即角膜地图仪上所仿真角膜中央平均K值对圆锥角膜的严重程度加以分类。常见的分类如下：如角膜锥体平均弧度小于50.00D(6.75mm)属轻度圆锥角膜，介于50.00~56.00D(6.75mm~6.03mm)是进展期的圆锥角膜，大于56.00D(6.03mm)则属于重度圆锥角膜。

其次，锥体位置或形状通常也可以从角膜地形图上看出来，像是乳突或中央圆锥角膜、或呈椭圆、靠近颞下、鼻侧的类型，还有球状或复合型圆锥角膜等(图4a,5b,6c)。另一种情形或圆锥角膜的变种是清澈性角膜边缘变性(PMD)，比起椭圆形圆锥角膜，患者变薄的圆锥会出现在下方更靠近角膜轮部处(图7a)，因而造成逆规性散光，这也是此病之鉴别诊断依据，而通常在角膜地形图上会呈现「蝴蝶」或「亲吻的鸽子」的形状。

疾病的进展(角膜厚度)

随着圆锥角膜的进展，患者中央角膜产生变薄的现象，主要发生在角膜基质，发生于角膜上皮之情形也很常见，此现象会引起圆锥状的角膜形状。以地形图表示量测角膜厚度的方法包含：

- 裂隙扫描科技，像是Orbscan II (Bausch & Lomb, NY), 图8a
- 利用旋转莎姆摄影技术，像是Pentacam (Oculus, Germany), 图8b
- 光学相干断层扫描术，像是Visante OCT (Zeiss Meditec, CA), 图8c
- 超音波角膜厚度测量术，像是Artemis instrument (UltraLink, LLC), 图8d

这些相对较新型的仪器提供了角膜地形图的影像，因此可以轻易看出角膜任一位置的厚度，包括角膜最薄的地方。

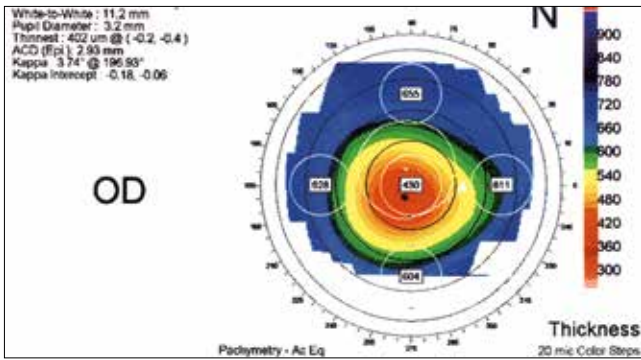


图8a. 使用Orbscan II的角膜厚度图

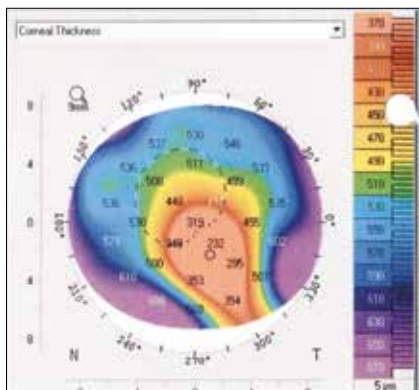


图8b. 使用Pentacam的角膜厚度图

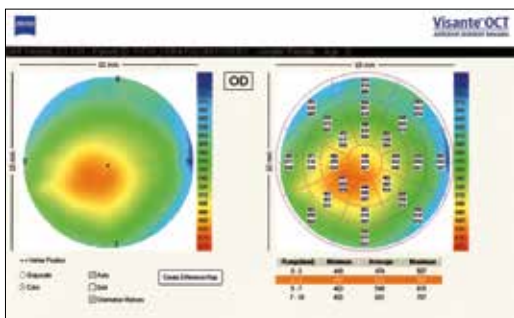


图8c. 使用 Visante OCT 角膜厚度图

因为角膜厚度地形测量法可以反复测量同一位置的角膜厚度，因而使我们能谨慎的监控圆锥角膜病程。较新的高科技光学相干断层扫描仪可以提高这些影像的分辨率，因此可以更准确的测量出角膜上皮及总角膜的厚度。虽然以角膜厚度对圆锥角膜的严重程度进行分级并没有具体意义，但是正常与圆锥角膜眼的角膜厚度却有十分显著的差异(包含所有类型与严重程度)。

一般同意在角膜厚度值约小于 $300\mu\text{m}$ 时，应考虑将患者转介给角膜外科医师评估。

有多项使用新科技测量仪器(如OCT)之研究皆指出，正常与圆锥角膜眼确实有角膜厚度之差异，其范围从 $89\sim 109\mu\text{m}$ 不等。虽然圆锥角膜患者其圆锥顶点的角膜厚度可能落在正常范围，但一项研究指出，正常眼的角膜平均最小中心厚度落在 $540\pm 30\mu\text{m}$ ；而圆锥角膜眼则落在 $443\pm 64\mu\text{m}$ 之间。



图8d. 光学相干断层扫描仪

3. 鉴别诊断与症状

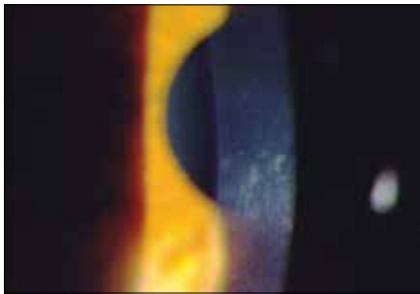


图9.伏格特氏圆锥角膜纹

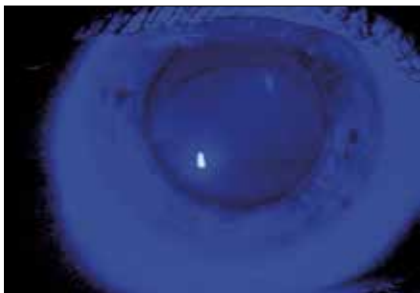


图10.弗来舍尔氏环

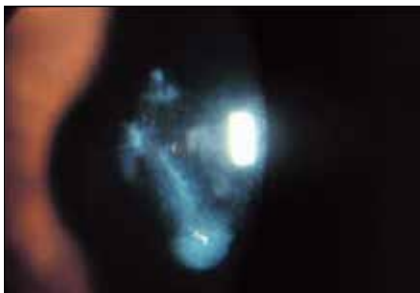


图11.角膜结痂

病史与症状

病人最初被诊断出圆锥角膜可能在青少年时期或35岁左右。症状包括不清晰或不敏锐的视力，特别是在昏暗的灯光下。(举例来说，像是开车时或是在黑暗的房间看电视时)。

下表为与圆锥角膜鉴别诊断相关之症状和征象

- 近距离及远距离的轻度或重度眼镜矫正高低对比清晰度减退
- 自青春期开始之视力改变，直到35或45岁，但45岁后发病亦有可能)
- 单眼复视与鬼影
- 对比敏感度视力明显比相同年纪的正常人低
- 眼球不适及干眼症状
- 有揉眼睛的病史
- 有过敏性疾病的病史
- 有与圆锥角膜可能相关的系统性疾病史

裂隙灯生物显微镜

以下列出在裂隙灯下可观察到的圆锥角膜征象：

- 突出的角膜神经。
- 伏格特氏圆锥角膜纹(Vogt's striae)，一种位于基质层后方或在德斯梅氏膜(Descemet's)经指压会瞬间消失的线条。(图9)
- 伏格特氏圆锥角膜纹(Vogt's striae)，一种位于基质层后方或在德斯梅氏膜(Descemet's)经指压会瞬间消失的线条。(图9)
- 角膜上皮顶点或上皮下方的角膜结痂。(图11)
- 蒙森氏症(Munson's sign)，往下注视时，下眼睑向下偏移的现象。(图12)
- 圆锥角膜水肿(晚期)，角膜内皮功能崩溃导致严重的角膜上皮水肿，形成结痂。(图13)

眼底镜检查与视网膜镜检影术

这些征象可能发生在早期圆锥角膜并有助于及早确诊：

- 在瞳孔范围内的红反射中可看到圆锥。(Charleaux's油滴症)
- 不规则或剪刀状眼底影像。
- 最初是散光轴度的改变，接着散光度数也跟着改变。
- 出现圆锥角膜的近视及不规则散光(通常是顺规性或斜轴性)
- 有远视倾向以及逆规性散光伴随清澈性角膜边缘变性发生



图12.蒙森氏症



图13.圆锥角膜水肿

角膜地形图、角膜弧度与厚度测量术

使用角膜摄影术(VKE)定义圆锥角膜类型与大小

乳突状或中央圆锥角膜通常是小型、异常偏离中心且通常直径小于5mm，随着此类型的圆锥角膜进展，圆锥会变得越来越陡与越来越小，如图14a及14b角膜地形图所示。

在椭圆形圆锥角膜(水平子午线)，中心顶点会从视轴往下平均移位约直径5~6mm且通常是偏颞侧。随着此类型的圆锥角膜进展，圆锥会距离中心位置越来越远，且直径越来越大，曲率半径越来越陡。(图15a,15b,15c)

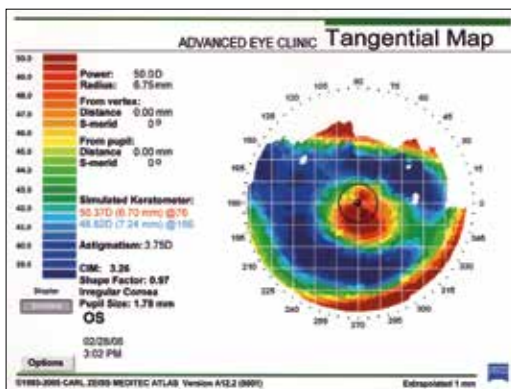


图14a.早期中央圆锥角膜地形图

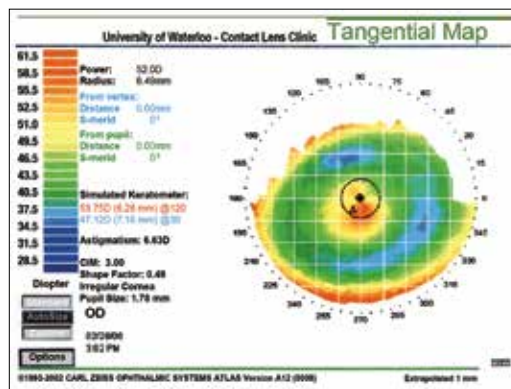


图14b.晚期中央圆锥角膜地形图

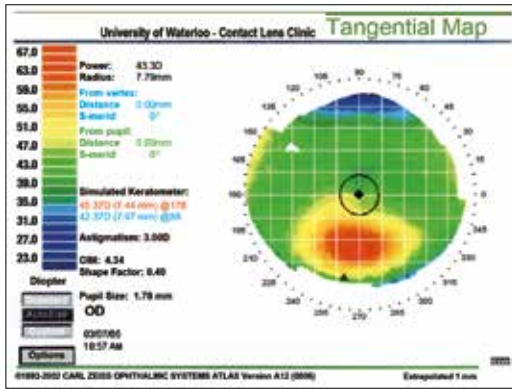


图 15a. 早期椭圆形圆锥角膜地形图

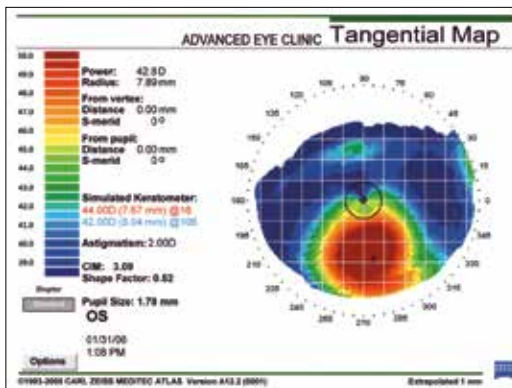


图 15b. 中度椭圆形圆锥角膜地形图

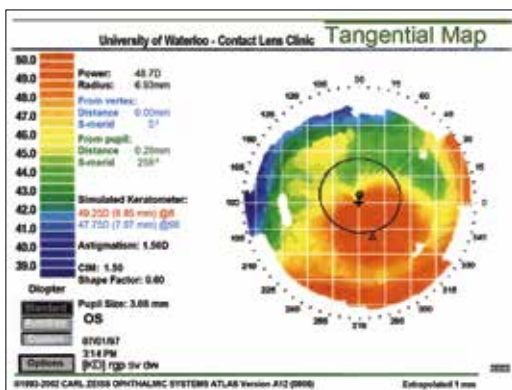


图 15c. 重度椭圆形圆锥角膜地形图

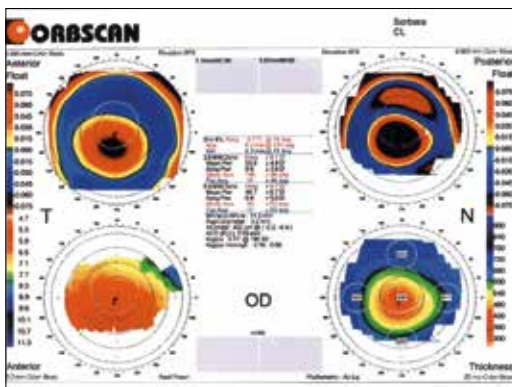


图 16. 球状圆锥角膜地形图

球状圆锥角膜是这三种里面最大的，通常涵盖了几乎角膜表面4分之3。(图16)

角膜变陡的进展

随着中央或乳突状圆锥角膜进展，角膜顶点及中心变薄，因而会在角膜弧度仪看到更多扭曲的视标以及非正交的顺规性或斜轴性散光。随着椭圆形圆锥角膜进展，中心周边的角膜变薄，角膜顶点会朝颞侧下方倾斜，造成在角膜弧度仪看到扭曲的视标，角膜地形图呈现不对称的图象，同时也会引起非正交的顺规性或斜轴性散光。这两种圆锥角膜类型都有着双眼不对称的特性(图15a,15b,15c)。而清澈性角膜边缘变性，圆锥会在下方会变薄，并在靠近轮部下方倾斜，进而造成非正交的逆规性散光。(图7a)

屈光及视力

随着中央与椭圆形圆锥角膜的进展，近视与散光也跟着增加，从-1.00D到超过-10.00D(球面及散光度数)，同时降低配戴眼镜能达到的最佳视力。同样地，曾有报导由于在清澈性角膜边缘变性的角膜下方过度陡峭，该患者的逆规性散光高达20.00D。因为瞳孔区域之角膜弧度过度平坦，病患的视力变得偏向远视。并且随着病情发展，患者戴眼镜可接受的高、低对比视力降低，常见由0.8到0.25甚至更糟。请参考附件G：远距视力换算表。

鉴别诊断

为了适当地与患者商议有关圆锥角膜的预后与使用哪一种手术及非手术的方法治疗，鉴别圆锥角膜的类型与情况(意即该病症是属于中央或是椭圆形圆锥角膜或是属于清澈性角膜边缘变性)也许是很重要的。在验配圆锥角膜患者的接触镜时，区分其类型与大小是十分必要的，如此一来才能确保镜片的配适(包含镜片参数及设计)达到预期的效果。

4. 配戴接触镜矫正视力的方法

角膜透气接触镜(GP)

镜片总直径 (TD) 在8.0毫米和12.8毫米之间会被认定为角膜镜片。随着圆锥直径的增加, 后光学区直径(BOZD)、基弧(BOZR)和镜片直径也应随之增加, 这将会使圆锥锥顶和镜片后光学区的矢深更相称, 如同右图镜片及角膜地形图上的箭头所示。要达到完美配适必须使用角膜地图仪, 以地形图上的网格线来测量角膜圆锥的大小、位置和范围。

在这验配过程中与您的供货商或制造商沟通是非常重要的, 包括知道镜片BOZD及两种镜片的设计。第一种镜片的BOZD是可变的, 镜片的BOZD会随基弧而变, 即当镜片变陡时, BOZD会缩小, 适合圆锥在中心的患者配戴, 因镜片会有稳定的中心定位; 第二种镜片的BOZD是固定的, BOZD只在镜片直径加大时增加, 适合后期椭圆形圆锥角膜患者配戴。(图17到25), 第13页, 表一和二。

如果镜片光学区比角膜圆锥直径大很多, 则镜片的矢深大于圆锥锥顶, 由于圆锥四周的空隙太大, 就会在圆锥四周空隙的泪膜形成气泡。这些问题将会影响视觉的表现; 如果镜片的光学区域过小, 接触镜光学区的矢深将会小于圆锥锥顶,

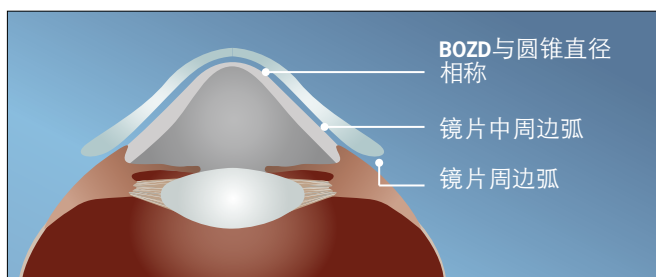


图21. BOZD与圆锥直径相称时的图解说明

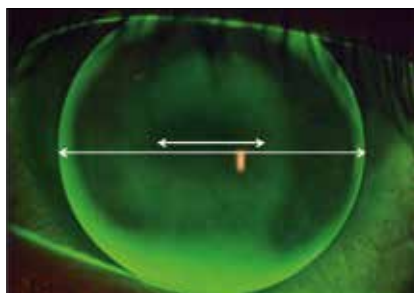


图17.中央型圆锥(变动的BOZD)

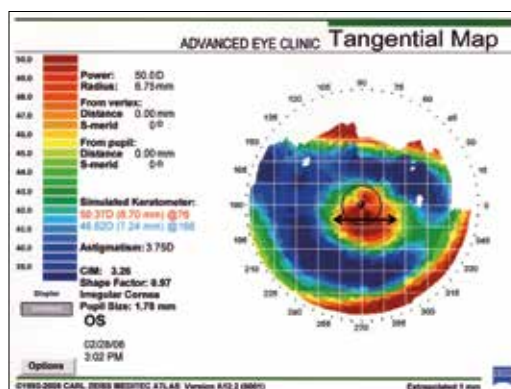


图18.中央型圆锥的角膜地形图

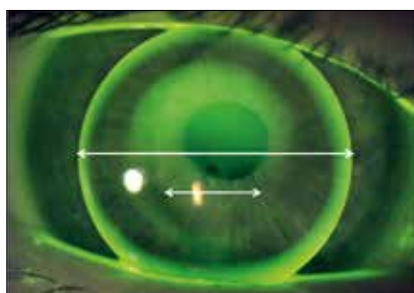


图19.早期椭圆形圆锥(固定的BOZD)

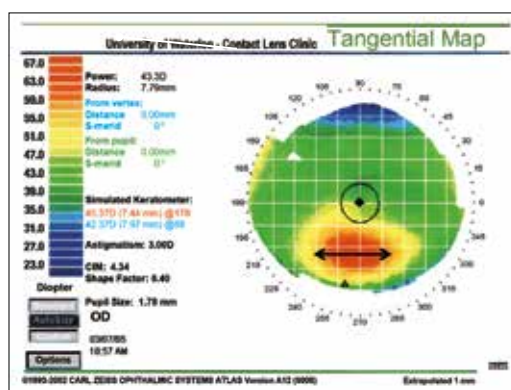


图20.早期椭圆形圆锥的角膜地形图

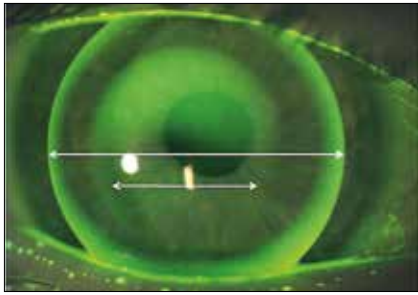


图22.中度椭圆形圆锥(固定的BOZD)

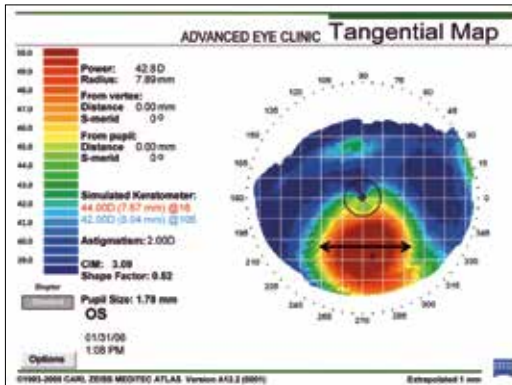


图23.中度椭圆形的圆锥角膜地形图

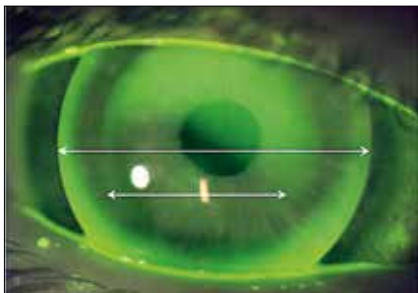


图24.重度椭圆形圆锥(固定的BOZD)

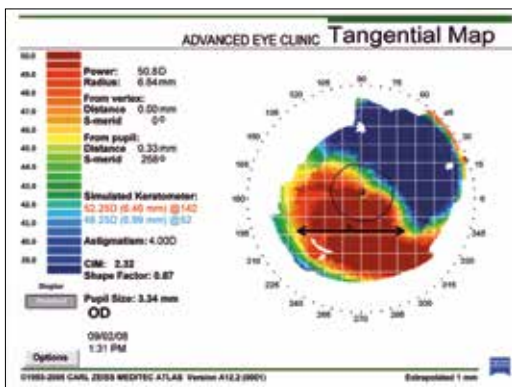


图25.重度椭圆形的圆锥角膜地形图

镜片将会接触圆锥锥顶，使戴在角膜上镜片定位不稳并产生偏位(图21)。一旦BOZD和TD被计算出来之后会产生一个镜片设计的参数，此设计将会确保镜片基弧配戴至圆锥角膜眼时呈现3点接触或将支撑镜片的力分散在整个圆锥上。请参阅第13页的表格。

镜片的边弧区域必须比角膜周边还要更平。当镜片是这样的设计时，镜片就会产生一个比平均E值的眼睛更高的AEL(平均角膜的偏心值为0.5到0.6)。圆锥角膜眼的平均E值范围为早期的0.65到进展期的大于1.0。

角巩膜与半巩膜透气接触镜

随着超透氧镜片材料的出现，医师或视光师变得能放心地给予患者大直径镜片的处方。角巩膜镜的镜片直径介于12.9mm到13.5mm，半巩膜镜的镜片直径介于13.6mm到14.9mm。

镜片在验配时有三个部分是应该被考虑的，并且应该是可以独立调整的：

- 角膜部分(BOZD/BOZR)
- 角巩膜的交接处(c-s)上方的中央外围部分
- 巩膜与结膜(s-c)部分

角巩膜镜片配适应该是顶点轻微有些空隙或者平行于中央部位、角膜-巩膜交接处上有空隙和平行对齐角巩膜区。半巩膜镜片也是相同的配适法则，但

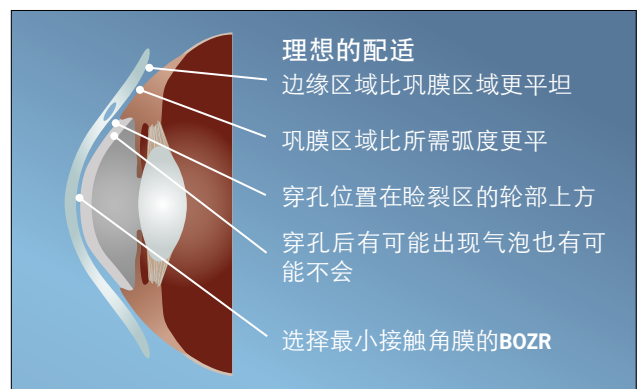


图26.巩膜镜设计图解

是必须要有更多的顶点空隙去促使更多在镜片下的泪液交换。

角膜地形图可以检查出非常大和扭曲的圆锥(大角膜, 例如: 清澈性角膜边缘变性 (pellucid marginal degeneration, PMD)、不规则形状(扁圆形, 穿透性角膜移植术), 以上这些情形都可从非常大的BOZD获得好处, 这些非常大的BOZD就必须由大直径镜片提供。

小巩膜镜和巩膜镜透气接触镜

小巩膜镜的镜片直径介于15.0mm~18.0mm, 巩膜镜的镜片直径介于18.1mm到24.0mm。验配这些镜片时则是需要了解角巩膜的交接处的形状和巩膜地形图。

若非使用印模成型技术, 验配这些镜片将会是一个很大的挑战, 但近期由于这类镜片试片组的出现和应用光学相干断层扫描仪看到眼睛前段, 有助我们设计及验配这些镜片。

这些镜片的设计是为了使镜片平行和支撑在巩结膜上并且在角膜上拱起, 使镜片不触及锥顶(图 26)。为了达到上述的配适, 镜片的矢深必须要高于圆锥锥顶。由于泪液会留在镜片下方, 这些巩膜镜片具有用于干眼治疗的优势(例如: 移植物抗宿主疾病或斯耶格伦氏症候群所造成的眼睛干涩)并可覆盖大范围的不规则角膜。

这些镜片对于进展期的清澈性角膜边缘变性(PMD)、进展期的大角膜(advanced keratoglobus)和穿透性角膜移植手术后角膜地形图呈现中央凸起旁边较平的形状或倾斜的案例上(或任何其他屈光术后的变形)是有帮助的, 它们能提供上述这些患者一个舒适和较好的光学质量。

类似半巩膜设计镜片, 这种镜片在设计时有考虑到最佳配适的问题, 所以镜片的三道弧设计都是独立的。镜片配戴时的泪液交换是藉由上眼睑在越过镜片表面时的泵吸作用进行, 其正向压力在镜片中心造成弯曲, 负向压力则在镜片边缘吸引镜片下方的泪液。

重选型设计

这种传统的重选型设计系统, 是在水凝胶镜片刻出一个大约(从8.0mm到9.8mm)的凹槽。以UltraVision KeraSoft® lens为例, 镜片直径从12.5mm到14.5mm并且有一硬式镜片置入在镜片中, 对于轻到中度椭圆形圆锥角膜者而言, 这样设计的好处是可使镜片定位在瞳孔之上, 改善配戴镜片时的舒适感; 但坏处是这在两片镜片下的氧气分压极低, 请参照图 29到30b。随着硅水胶的出现又重新点燃对于重选型设计的兴趣, 并可在适应症外使用这些镜片(只有视康的Night and Day™、博士伦的PureVision®及娇生的Oasys™ 镜片可

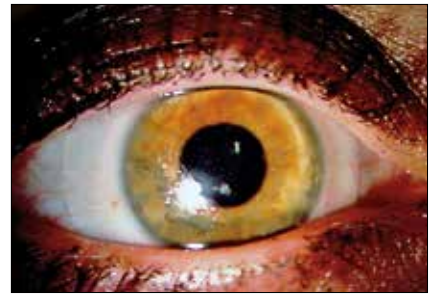


图27.以裂隙灯的白光观察戴在患者眼中的巩膜片

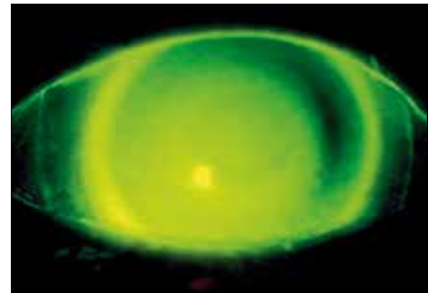


图28.巩膜镜的荧光图

镜片直径	分类
8.0-12.8 mm	角膜镜
12.9-13.5 mm	角巩膜镜
13.6-14.9 mm	半巩膜镜
15.0-18.0 mm	小巩膜镜
18.1-24.0 mm	巩膜镜

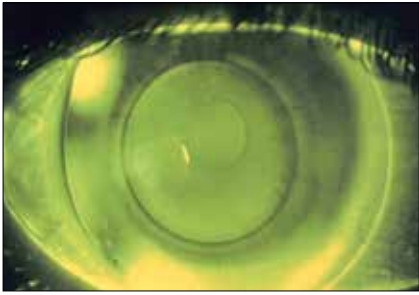


图29.重迭型，高分子量的荧光素



图30a.以裂隙灯的白光观察重迭型的镜片

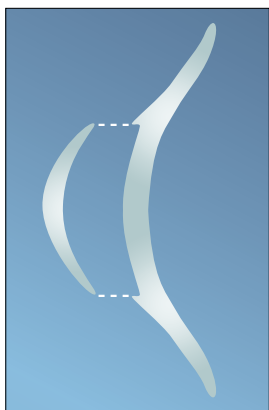


图30b.重迭型镜片的图解说明

做为重迭型设计的镜片)。这样的组合提高重迭型设计之下氧气分压，从34mmHg (PMMA和低含水量镜片)提高到95mmHg(透气硬镜和硅水胶软式接触镜)，将镜片的透氧性转变为 39×10^{-9} (cm/sec)(mlO₂ x mm Hg)：这样的透氧性远高于日戴型接触镜避免角膜水肿所需的透氧性 24×10^{-9} (cm/sec)(mlO₂ x mm Hg)。

使用硅水胶于重迭型设计除了改善舒适度外，其它优点是：稍微重塑角膜形状和当角膜有慢性的擦伤时保护角膜时优于水胶镜片。由于软式镜片没有凹槽，只有在软式镜片中心提供正度数才能达成硬式镜片的中心定位。在软式镜片中央加入正度数(+0.50D)可以藉其上方硬式镜片的配适变紧，使硬式镜片定位在软式镜片中心。由于配适变紧/变陡的效果，也许需要增加硬式镜片边弧的AEL，以避免硬式镜片和软式镜片相连。

軟式接觸鏡

软式接触镜应用在矫正有不规则散光的不规则角膜是有限的。但如果尝试了其它矫正方法都无法达到理想状态或病人无法适应硬式镜片时(这种情形较多，但在增加大直径镜片的使用后，例如半巩膜镜或小巩膜镜，这些镜片支撑在轮部外的巩膜上，所以这种状况就越来越少)，就必须要考虑软式镜片的方法。球面软式镜片有一个很厚的中心厚度(0.3到0.5 mm)也许能矫正轻微的不规则散光，但必须考虑到氧气穿透的不足和较低的验配成功率。或者也可以考虑使用后表散光设计镜片(由于是使用棱镜定位，所以会有较厚的中心厚度)，后表面散光设计镜片可经由客制化矫正高达11.0D的散光。当配戴接触镜的效果较差时，在一般情状下就需另配戴眼镜矫正散光。另一种选择是使用客制化的前导波软式接触镜，这种镜片可矫正一些高阶像差并且控制因配戴时所产生的镜片旋转和偏移。

5. 镜片设计

角膜接触镜

球面多道弧设计

球面镜片中央和球面边弧：早期PMMA镜片应用在圆锥角膜上的设计是Soper双弧镜片，它有很小的镜片直径且后光学中心区域是固定的，采用镜片中心较陡的基弧和较平的第二道弧(45.00D,7.50mm)以符合正常的角膜周边。而现在这种设计可用透气接触镜的材料制造和变化镜片中心的矢深直到顶点接触消失或形成一个小气泡为止。

接着麦奎尔镜片开始被使用，这镜片使用较陡的中心和逐渐向周边平坦的设计。这个向外逐渐平坦的镜片设计是经由五道弧来达成的:其中周边四道弧度是比基弧更平3、6、8和10D所构成。镜片直径的选择是由角膜圆锥的大小所决定。当圆锥直径增加时，镜片的直径也必须随着增加，亦即小的中央或乳突状圆锥配戴直径8.1mm的镜片而大的椭圆形圆锥则配戴直径8.6mm的镜片。

表一.固定BOZD的多弧试片组范例

9.4 TD总直径																		
BOZR	7.99	7.90	7.80	7.67	7.50	7.34	7.18	7.11	7.03	6.96	6.89	6.82	6.75	6.68	6.62	6.55	6.49	6.37
BOZD	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
SC1	9.30	9.20	9.10	9.00	8.90	8.80	7.98	7.91	7.83	7.76	7.69	7.62	7.55	7.48	7.42	7.50	7.40	7.30
SCW1	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
SC2	10.30	10.20	10.10	10.00	9.90	9.80	8.98	8.91	8.83	8.76	8.69	8.62	8.55	8.48	8.42	8.55	8.40	8.30
SCW2	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60
SC3	11.30	11.20	11.10	11.00	10.90	10.80	10.18	10.11	10.03	9.96	9.89	9.82	9.75	9.68	9.62	9.65	9.55	9.35
SCW3	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
PC	12.30	12.20	12.10	12.00	11.90	11.80	11.68	11.61	11.53	11.46	11.39	11.32	11.25	11.18	11.12	11.00	11.00	10.85
PCW	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
AEL	0.186	0.191	0.198	0.208	0.225	0.241	0.222	0.228	0.236	0.243	0.250	0.257	0.265	0.274	0.282	0.302	0.307	0.326

表二.浮动BOZD的多弧试片组范例

9.4 TD总直径																		
BOZR	8.00	7.90	7.80	7.70	7.60	7.50	7.40	7.30	7.20	7.10	7.00	6.90	6.80	6.70	6.60	6.50	6.40	6.30
BOZD	7.00	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.00	5.00
SC1	9.00	8.90	8.80	8.70	8.60	8.50	8.40	8.30	8.20	8.10	8.00	7.90	7.80	7.70	7.60	7.50	7.40	7.30
SCW1	7.60	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	5.80	5.80
SC2	10.00	9.90	9.80	9.70	9.60	9.50	9.40	9.30	9.20	9.10	9.00	8.90	8.80	8.70	8.60	8.50	8.40	8.30
SCW2	8.20	7.70	7.70	7.70	7.70	7.70	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.90	6.90
SC3	11.00	10.90	10.80	10.70	10.60	10.50	10.40	10.30	10.20	10.10	10.00	9.90	9.80	9.70	9.60	9.50	9.40	9.30
SCW3	8.60	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	8.00	8.00
PC	12.00	11.90	11.80	11.70	11.60	11.50	11.40	11.30	11.20	11.10	11.00	10.90	10.80	10.70	10.60	10.50	10.40	10.30
PCW	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
AEL	0.213	0.262	0.270	0.279	0.288	0.298	0.350	0.362	0.375	0.389	0.403	0.455	0.473	0.492	0.513	0.535	0.606	0.633

如今，可用接触镜轴向边缘翘角程序设计有球面弧度的角膜镜片，透过多道边弧可形成任何直径、BOZD及AEL(表一和二)。这个关键是要确保圆锥角膜片的AEL比正常角膜设计的AEL更高，才能提供足够的空间给较高偏心值的角膜。您可以订购BOZD固定的试片组，每一种基弧都可搭配标准或较陡或较平的多道边弧。同样的；您也可以订购BOZD浮动的试片组，每一种基弧也可搭配标准或较陡或较平的多道边弧，一样可以达到成功的配适。

球面中央和非球面周边：随着生产透气镜片(GP)技术的进步，镜片设计也发生改变，现在的工厂可以制造周边非球面的镜片。这些镜片设计在中央提供球面光学的优点和在四周平行周边角膜。这些设计并且允许较大的AEL，这对进行期的圆锥角膜是有必要的。且镜片中央和周边的参数都是可以独立被改变的。

非球面接触镜

全非球面设计，这种镜片是由镜片中央逐渐向周边变平，现在随时能获得这种镜片。此外，有些设计提供了像差控制技术，在镜片的前表面加入非球面设计是能帮助于减少球面像差。由于镜片较靠近并平行角膜，特别是在中央位置，这些镜片比有相同BOZD的球面镜片之配适更陡。有些镜片设计可以让您指定所预测的非球面后表面离心率。尽管这些镜片的光学区域和周边弧度可以被独立调整，当镜片边弧变得更平或更陡时，由于镜片矢深将会增加或减少，工厂将会调整镜片的基弧及屈亮度。相对于固定的BOZD，一些镜片的设计是采用浮动的BOZD。也就是说，当镜片的基弧变陡时，BOZD会变小。这使得中央型圆锥角膜恶化时更容易地重新验配。

半与小巩膜镜

半与小巩膜镜的验配和设计的发展和高透氧镜片材质是息息相关的。因为这种超高透氧材质允许更良好的氧气输送系统，这种设计是让镜片依靠在巩膜上，在镜片后表面多弧区使用球面光学，且有些设计在镜片前表面使用非球面光学来减少球面像差。一般是使用五道弧的设计，基弧和第一道边弧是位在角膜区域之上，下一道边弧明确地横跨轮部区域，最后两道边弧是和巩膜接触。在附件D可以找到更多关于这种设计的介绍。

重迭型镜片

重迭型镜片设计通常是使用目前可用的基弧最陡的硅水胶镜片。如果镜片基弧过于平坦很容易看到镜片边缘的凹槽，镜片太陡则不容易让轮部上气泡排出。尽管较多人认为硬式镜片对覆盖不规则角膜更有利，但它仍有可能与角膜不匹配，眨眼时造成的弯曲会产生更多的视觉干扰。使用在重迭型设计的软式镜片应该有低的正度数(+0.50D)帮助GP定位在中央。在重迭型的系统中的硬式接触镜其基弧应放平0.10mm，也许也要再增加轴向边缘间隙。

6. 镜片验配

选择正确的镜片设计

通常考虑事项

圆锥角膜的接触镜选择包括(必须考虑到不同时期应选用不同设计的镜片)

- 球面(两道弧或三道弧)和非球面的透气镜片
- 球面多道弧的透气镜片(专业特殊镜片)搭配球面或非球面边弧
- 半巩膜透气镜片

进展期的大角膜、清彻性角膜边缘变性和术后角膜或许皆可从小巩膜镜到巩膜镜获得好处。

此时，对于这些患者而言，这些镜片是必要的，因此刚开始验配透氧接触镜时必须很谨慎。一般情况下，当患者无法再靠戴眼镜充分地矫正视力时，就被认为应该要戴接触镜。患者对功能性视觉的需求是主要原因。

验配程序应该包括以下步骤：

- 过往诊察纪录
- 泪液评估
- 眼睑和眼睑边缘评估
- 测量角膜曲率
- 角膜摄影术
- 验光
- 使用试戴片验配
- 戴镜验光
- 荧光图形分析

验配前应评估时两个重要的角膜参数：

- 病症的阶段
- 圆锥的大小和位置(用来选择BOZD和镜片总直径)

圆锥角膜病程阶段是经由计算角膜两个K值所得的平均K值决定，如果计算的平均K值比50.00D(6.75mm)更低，这个圆锥就可被判断成早期圆锥。如果平均K值介于50.00D到56.00D(6.75mm到6.03mm)，则此属于进展期的圆锥。56.00D以上则被认为是重度圆锥角膜。角膜摄影术有助于了解圆锥的形状，位置和大小。在进展期时，才能获得圆锥明确的形状75%以上的圆锥角膜都可以被分为乳突状(中央或稍偏鼻侧)、椭圆形(偏下和颞侧)或球状。

使用试片组在验配是非常重要的。

Edrington等人(Optom Vis Sci 1996)使用传统的角膜曲率计获得平均K为他们研究的起始点，他们发现平均K值和基弧($p = 0.3907$)没有显著差异。这个研究并没有分析最后成功配适的基弧，而是以平均K作为从试片组选择基弧的起始点。

基弧的選擇

依据特定的BOZD及镜片直径选择基弧，必须记住当K值变陡时，角膜矢深也会随之增加。由于角膜散光及k值增加，要达到合适的配适必须经由增加基弧。

如果您是依照表三或制造厂商的建议进行验配，您可以使用角膜地图仪和模拟中央K值更准确预估圆锥角膜者的接触镜基弧。

必须避免使用太平的基弧，因为有可能会造成角膜染色、结痂、视物变形，以及增加异物感。若圆锥顶点和镜片的间隙太多可能会因太陡的配适使角膜变形和短暂的影响，如：角膜水肿、角膜染色和来自静止的镜片在上皮产生的压痕。曾有报导，太陡的配适也会造成角膜结痂及不良的视力。

自静止的镜片在上皮产生的压痕。曾有报导，太陡的配适也会造成角膜结痂及不良的视力。

在1999年，Sorbara及Luong使用实时的(正弦)角膜地形图进行验配，因为这些图确认角膜顶点偏移的位置及形状的准确度最高。使用角膜散光(Delta K)分类病人和记录最后验配最成功的镜片基弧。这个方程式的计算基础是来自于最后的基弧和平K值的关系。表三总结以角膜地图仪中的模拟K值计算Delta K和平K 验配圆锥角膜者的计算图表。范例如下：

如果受试者 1 经由角膜地图仪量测获得模拟的平K值是48.00D(7.03mm)和角膜散光-3.00D，此接触镜的基弧应该等于 $48.00 - [0.609 \times (-3.00)] = 49.83D(6.77mm)$ 。

越来越多的研究支持使用角膜摄影术量测的读数来确认接触镜的基弧。Wasserman等人(CLAO J 1992)发现：使用非球面镜片验配11位受试者后，他们发现5.00mm中心区域的弧度最接近平K值。Donshik等人(Trans Am Ophthalmol Soc 1996)发现：大多数的GP最后基弧在3mm中心区域与两条最平的中心半子午线的平均数有关。Szczołka(CLAO J 1998)发现：对GP而言，模拟的陡k值(第5、第6和第7子午线的平均值)为代表最佳平均球形的基弧。

表3. 以角膜散光度数为基础决定BOZR, (镜片直径9.40mm)

ΔK (D)	BOZR (D) (9.4TD)
-0.25 D ~ -3.75 D	平坦 K (D) - 0.61 x (ΔK)
-4.00 D ~ -7.50 D	平坦 K (D) - 0.50 x (ΔK)*
-7.75 D ~ -16.75 D	平坦 K (D) - 0.35 x (ΔK)

*平均K值约为7.4mm BOZD。

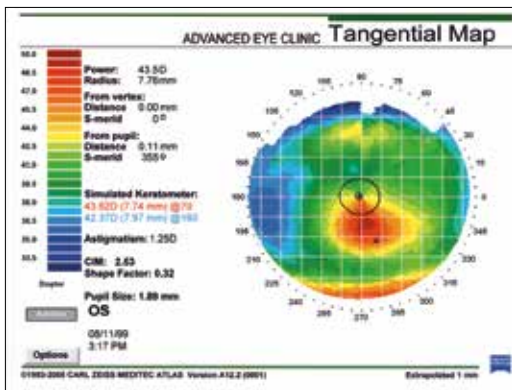


图31.早期椭圆形圆锥的角膜地形图

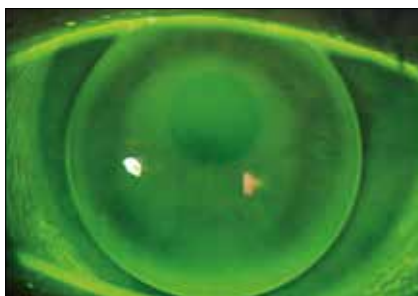


图31a.早期椭圆形圆锥的荧光图

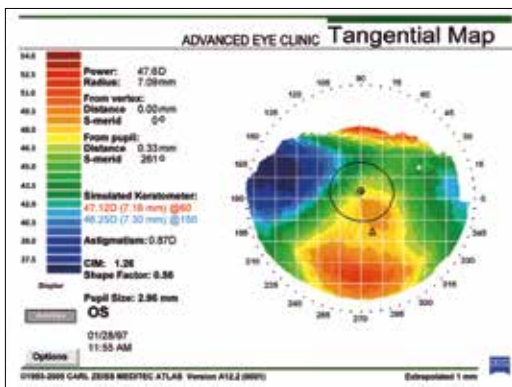


图32.中度椭圆形圆锥的角膜地形图

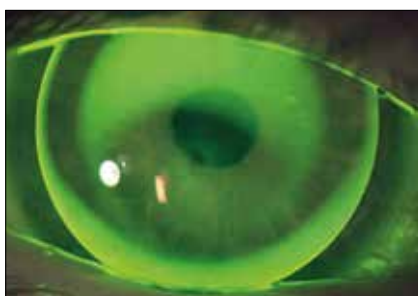


图32a.中度椭圆形圆锥的荧光图

S如果受试者 2 仿真平K值为48.00D，但是角膜散光为-7.00D。则基弧=48.00-[0.419 x (-7.00)]，相当于50.93D(6.62mm)。

对于介于-4.00和-7.50D的平均散光，公式指出仿真平均k值的数据为选定的BOZD对于直径9.4mm的镜片而言，0.419大约等于0.50(平K和陡K平均)。对于小直径镜片(例如8.7mm)，比平均K值陡0.20mm是开始验配的一个起始点；对于大直径镜片(例如9.6mm到10.1mm)，比平均K值平0.20mm是选择基弧的一个起始点，分别能提供同样较小及较大的BOZD。最后必须经由荧光图判断在角膜上的镜片呈现轻微的三点接触(图31a和32a)决定基弧。三点的过度接触也许会导致角膜结痂、过度偏位、配戴不舒服和角膜变形。

这些相同的规则可以适用于双非球面镜片，不同之处在于初始选择基弧时应该要比公式算出来的基弧更坦0.10mm到0.20mm，这是因为可使接触镜的后表面与角膜更接近与符合一致。

度数的考虑

早期圆锥角膜是由散光度数增加和该柱面轴度的变化诊断。一般情况下，病患为近视散光伴随顺规性散光或斜轴性散光。但清澈性角膜边缘变性(PMD)或有高度逆规性散光伴随远视(由于瞳孔上的角膜太平)的患者。在这两种情况下，散光变得越来越不规则且非正交，增加以视网膜镜验光的困难并进一步降低患者的矫正视力。只有在验配GP时，才能获得戴镜验光的度数。GP的球面后表面可以角膜前表面的球面泪镜中和角膜的不规则。但必须镜片无过度弯曲或变形。当圆锥角膜者没戴GP在眼睛上时，很难预估其度数。在越来越陡的圆锥上使用经验为依据验配是不太可行的。

验配程序:选择适当的BOZD和TD

首先, 使用小直径伴随小后光学区域的镜片, 意即验配镜片时会产生顶点间隙(镜片较陡)而验配大直径镜片时会伴随顶点接触及因直径太大可能被上眼皮夹住的情形, 然而大部分的专家认为验配时应该避免后者这些状况产生。使用三点接触的验配方法不只能改善视觉问题并且可以帮助维持长时间角膜的健康。

透过更仔细地查看切线角膜地形图, 我们能更准确地预估圆锥角膜患者镜片的BOZD(及TD), 这种图形可以用来确认患者角膜是属于乳突状、椭圆形或球状圆锥、较薄区域的大小和圆锥的位置。每张角膜地形图都有指示大小的标记, 其中每个刻度标记为一个1mm, 可有效的帮助我们快速评估陡峭范围的大小。仔细地搭配接触镜的BOZD及上述测量到的数据能帮助我们预估圆锥附近荧光素堆积范围的模样和镜片的中央定位。这两种因素在获得成功圆锥角膜患者的验配是不可少的。

与您的镜片供货商保持密切的沟通, 因为供货商将协助您了解试戴片的设计, 使您在验配不同大小和种类的圆锥角膜时修正镜片参数。

验配直径8.5到9.3mm的小直径镜片

在确定圆锥角膜的圆锥类型和大小后, 就可以选择镜片BOZD。BOZD小的镜片通常适用在乳突状、或中央型圆锥和早期椭圆形的圆锥。

随着乳突状圆锥角膜的进展, 小直径镜片的BOZD可变得更小, 这将提供较好的中央定位和避免气泡在锥体附近。

位于中央的孔突状圆锥占的面积小, 而随着圆锥的进展及变陡, 随着圆锥的进展及变陡, 圆锥会变得越来越小(图33a和图33b)。因为圆锥变得越来越陡, 镜片的基弧和BOZD应该越来越小, 以便符合圆锥的形状并最小化圆锥上、下方泪液堆积的空隙。这将导致更好的镜片中心定位并更加符合圆锥形状(图34)。

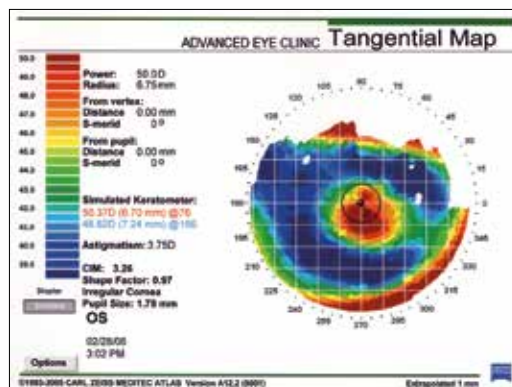


图33a.中央型圆锥(早期)角膜地形图

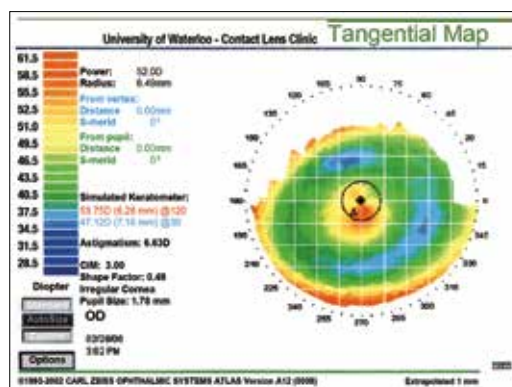


图33b.中央型圆锥(晚期)地形图

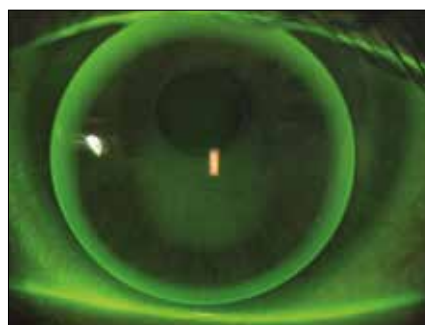


图34.小直径镜片在中央型圆锥的荧光图

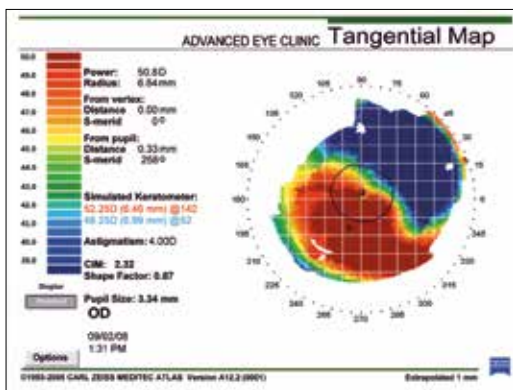


图35.重度椭圆形圆锥的角膜地形图

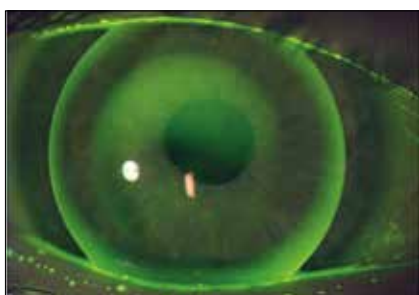


图35a.重度椭圆形圆锥的荧光图

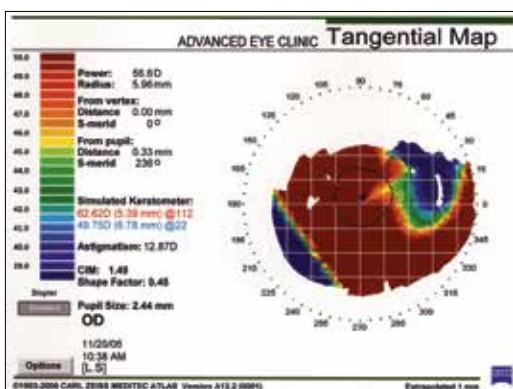


图36.球状圆锥的角膜地形图

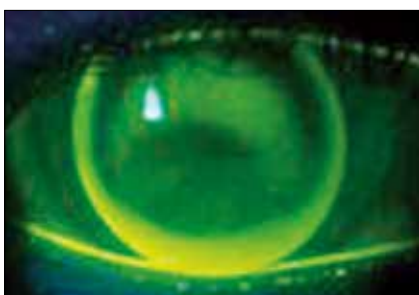


图36a. 球状圆锥圆锥的荧光图

验配直径9.4到9.9mm的中直径镜片

进展中的椭圆形圆锥较适合验配会随着镜片直径增加而变大BOZD的镜片，可增加镜片中央定位在椭圆形圆锥进展时及避免过度的镜片与圆锥间的空隙和围绕在圆锥附近的气泡。

图31、32、35、和36显示，若患者为椭圆形圆锥角膜，早期的圆锥可能较小；而进展期的圆锥可能较大。为了选择BOZD及镜片直径(TD)，查看角膜地形图和评估圆锥的大小或范围。通常会选择较大的BOZD和TD的镜片给予较陡或进展更晚的椭圆形圆锥角膜者配戴。

对于这些进展期的椭圆形圆锥，中心较陡伴随BOZD较大的镜片更合适这种范围大且陡的角膜帽，与角膜轮廓对齐，但未过度接触角膜顶点。由此产生的顶点接触应该不会太严重。

图31a、32a、35a和36a显示当使用球面的GP镜片矫正以获取最佳的视力时，应使用轻微三点接触验配法最小化顶点角膜创伤但未确保不规则角膜表面被「规则化」或变成球面。架构在麦奎尔™多弧设计的试片组(可从大多数供货商取得)或在每种镜片直径上都固定BOZD的索珀设计。例如：5.75mm BOZD/9.0TD（早期圆锥角膜者使用）或6.25mm BOZD/9.6TD（中度圆锥角膜者使用）或7.0mm BOZD/10.1TD(为晚期圆锥角膜者使用)皆可被指定。

验配直径10.0到12.8mm的大直径角膜镜和直径12.9到13.5mm的角巩膜镜

伴随大BOZD直径更大的镜片被用来验配进展期圆锥角膜者以符合圆锥的大小，避免镜片与圆锥间的空隙过大或过度接触使镜片定位在中央的圆锥顶点。图36a显示一片有大BOZD镜片的大直径镜片验配在一个大的球状圆锥上，产生良好的中心定位和轻微的三点接触。此镜片为非球面，直径为10.2mm，BOZD为9.2mm。其他的选择(图37)也是合适的大直径镜片，例如10.4mm。

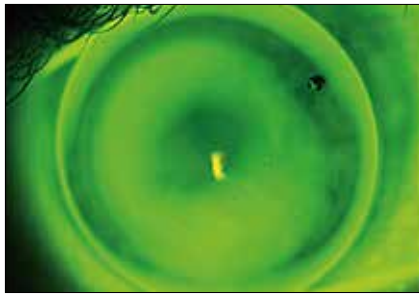


图37. 直径10.4mm的荧光图

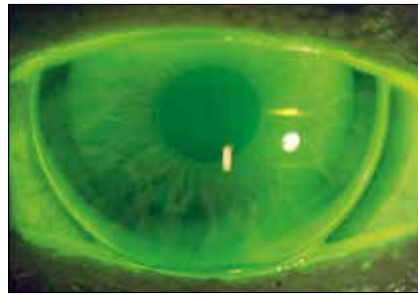


图38. 直径11.2mm的荧光图(球面)

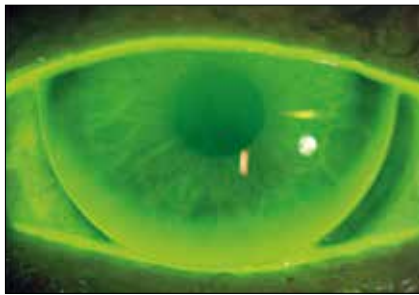


图39. 直径11.2mm(非球面)的荧光图

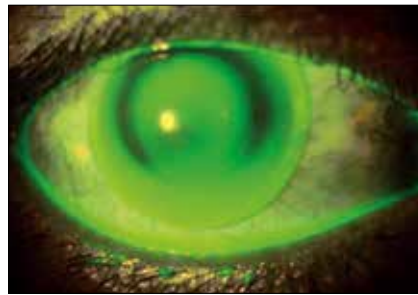


图40. 直径13.5mm的荧光图

验配球状圆锥需用较大直径的镜片(例如11.2mm)(图38和39)或直径从12.9mm到13.50mm的角巩膜镜片将可达到预期效果。

表4 总结BOZD和圆锥大小的关系。表5a和5b为基弧和BOZD的关系。

验配直径13.6到14.9mm的半巩膜镜和直径15.0到18.0mm的小巩膜镜

由于半巩膜镜片是用来验配严重的不规则角膜,如:进展期的圆锥角膜、PMD、术后伤口、屈光手术后的角膜膨胀、角膜移植后,放射状角膜切开术(RK)术后、准分子激光屈旋光性角膜切削术(PRK)术后和雷射层状角膜重塑术(LASIK)术后的角膜。为了选择合适的镜片基弧或矢深,理解镜片的矢深观念是有用的。验配者最好能确认接触镜的矢深大过于角膜矢深,以确认有个持续的泪水储存区横跨整个镜片后表面,但是不能有过大的间隙因为会产生气泡。

角膜的矢深可使用Visante OCT直接量测出来,仪器测出来的矢深可被置于任何的弦直径(图41)。Orbscan II也可在水平可见虹膜直径(仪器上的标记是“white to white,”)的弦提供角膜矢深的预估,从HVID可量测前房深度。附加的功能在量测中央的角膜厚度,这种量测也可以预估角膜的矢深。其他的角膜地图仪,如: Medmont 提供一个直接量测角膜矢深的方法。而在任何的角膜地图仪都会提供偏心值(e值),使用形状因子($p=1-e^2$)、平K值和任何半弦直径就可经由扁长椭圆的公式计算角膜矢深。

$$Sag = \frac{r - \sqrt{r^2 - p \left(\frac{chord}{2} \right)^2}}{p} \quad r \text{ 为曲率半径, } p \text{ 为形状因子。}$$

半巩膜镜的设计包含角膜矢深,现在您可选择比角膜矢深更大的镜片以确保镜片后表面与角膜间有一定的空隙。如果镜片上有标示基弧,就可在镜片的BOZD计算角膜矢深并可以将这个值转换成曲率半径。

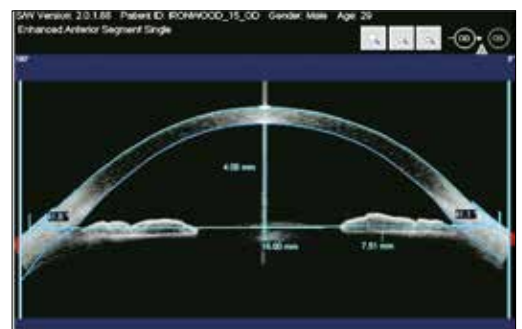


图41. 矢深图

表4 总结BOZD和圆锥大小的关系

圆锥种类	圆锥直径	BOZD范围	LD范围
中央型圆锥角膜			
早期	4.0 ~ 5.0 mm	7.40 ~ 8.10 mm	9.4 ~ 9.6 mm
中期	2.8 ~ 3.9 mm	5.00 ~ 7.30 mm	8.8 ~ 9.3 mm
晚期	2.0 ~ 2.7 mm	3.00 ~ 4.90 mm	8.0 ~ 8.7 mm
椭圆形圆锥角膜			
早期	2.0 ~ 4.0 mm	5.25 ~ 7.50 mm	8.5 ~ 9.6 mm
中期	4.2 ~ 5.0 mm	7.60 ~ 8.10 mm	9.8 ~ 10.1 mm
严重	5.2 ~ 7.0 mm	8.20 ~ 9.40 mm	10.2 ~ 11.4 mm
球状圆锥角膜	>7.0 mm	9.20 ~ 9.60 mm	10.2 ~ 11.4 mm
清澈性角膜边缘变性			
早期	5.0 ~ 7.0 mm	8.20 ~ 9.40 mm	10.2 ~ 11.4 mm
晚期	7.2 ~ 9.0 mm	9.40 ~ 10.50 mm	11.4 ~ 18.2 mm

表5a 在浮动BOZD确定镜片基弧

浮动 BOZD	BOZR (mm)
3.3-4.3 mm	平均 K (mm) - 0.4 mm
4.4-5.0 mm	平均 K (mm) - 0.35 mm
5.1-6.1 mm	平均 K (mm) - 0.3 mm
6.2-7.2 mm	平均 K (mm) - 0.2 mm
7.4-8.0 mm	平均 K (mm)
> 8.1 BOZD	平均 K (mm) + 0.2 mm

表5b 在固定BOZD确定镜片基弧

固定 BOZD/LD	BOZR (mm)
6.5-7.2/8.5-9.0 mm	平均 K (mm) - 0.2 mm
7.3-7.5/9.2-9.6 mm	平均 K (mm)
7.6-8.1/9.8-10.1 mm	平均 K (mm) + 0.15 mm
8.2-8.6/10.2-10.6 mm	平均 K (mm) + 0.2 a 0.3 mm
8.7-9.4/10.8-11.4 mm	平均 K (mm) + 0.4 mm

镜片供货商所提供的验配手册将会建议依照圆锥角膜进展的情形使用的最初试戴片。

$$r = \frac{\left(\frac{\text{chord}}{2}\right)^2 - p(\text{sag})^2}{2(\text{sag})}$$

为了达到中央外围的泪液堆积，接触镜中央外围的弧度(二或三道的球面弧度或一道非球面的区域)必须是：

- 变平(如果中周边区无任何间隙)，或
- 变陡(如果中周边区的间隙太大而有气泡)

镜片最后的部分-巩膜区，使用较新的光学相干断层扫描术(OCT)设备，例如: RT-Vue OCT (Clarion Medical Tech)、Visante OCT (Zeiss Meditec, CA)和裂隙灯摄影法也只能观察镜片巩膜区的一部分。使用荧光染色评估镜片巩膜区是否压迫到巩膜而影响血管流速。

图42, 42a, 42b 和 43半巩膜镜片范例。

镜片边弧设计

决定轴向边缘翘角

最后和镜片配适相关的参数及确保角膜生理不变的是镜片的边弧系统，一般称之为镜片的轴向边缘翘角(AEL)，戴在眼睛上则为轴向边缘空隙(AEC)，请参照图44。AEC描述的是镜片和角膜间的泪液层厚度(TLT)。

对于早期的圆锥角膜，使用标准型AEL120微米的镜片或AEL略高于标准型的非球面镜片(如: Boston Envision™)。AEL的计算是来自平均e值(离心率为0.45到0.55)。一旦圆锥角膜到达进展期，就必须使用多弧设计来验配，当圆锥弧度增加(因此矢深也增加)使得周边快速变平，就必须使用比平均值更小或更大的BOZD和更高的AEL(从一开始的200到350微米)，。接着，当圆锥中央变得更陡，圆锥角膜的偏心率增加(从0.75到约1.00)，就要提高AEL至650微米或更高。

试片有专利设计标准的边弧，但未高于平均的AEL。试戴这些镜片搭配荧光图可看出中央、轻微三点接触但周边空隙不足(较普遍)或过多，只有在使用不同试片时才能调整镜片的边缘翘角。由于镜片周边空隙可能只是简单地由镜片太陡或太平造成的，在镜片中央荧光图未达到理想时，不应改变镜片的AEL。假设角膜和镜片基弧间的关系是理想的，那就应依正规的步骤重订镜片比标准设计更平或更陡1、2、3 格的边弧。

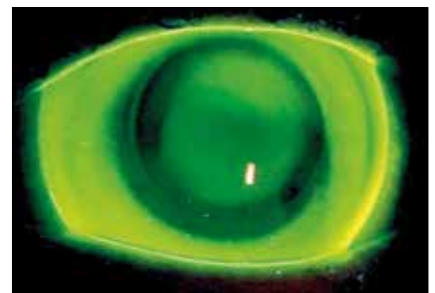
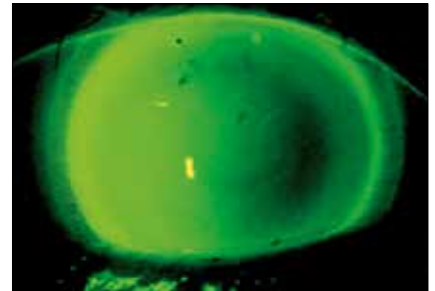


图42, 42a 和 42b. 直径15.8mm镜片的荧光图

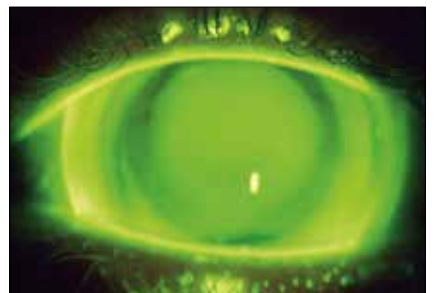


图43. 直径18.2mm镜片的荧光图

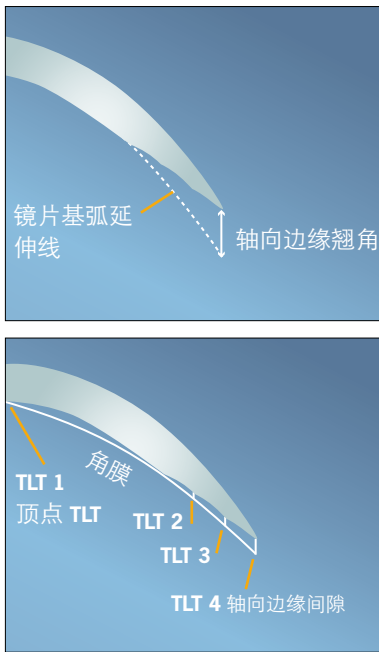


图44.接触镜的AEL和AEC

当镜片BOZD非常小时(3.7mm到5.1mm)，如果调整边弧，将会影响镜片的中央配适。较陡的边弧因为矢深增加，所以镜片中央将出现较陡的配适。因此当边弧比之前更陡时，您的供货商应该会自动帮您将镜片的基弧变得更平(通常是0.05mm)以补偿矢深的改变。同时也应补偿镜片的度数(-0.25D)。

较平的边弧将会减少镜片矢深，可以很轻易的从荧光图中看见。由于BOZD较小，同样地基弧每陡0.05mm就会减少负的度数效应(+0.50D)。为了避免进一步的补偿，重订镜片时应告知供货商这些新参数已被调整过。

通常BOZD>6.25mm的镜片在改变镜片矢深时也许不需要去做补偿，因为增加或减少周边边缘翘角未影响因矢深改变呈现的荧光图。订制这些镜片时或许可增加或减少边弧及AEC，而维持相同的基弧。当使用这种新试戴片验配时，应该使用荧光图来协助评估是否需要进行任何的补偿。

环曲面或不对称边弧

这种新的设计是由角膜地图仪取得数据，能帮助我们评估延伸到角膜周边的不规则散光。这些设计有环曲面的边缘或边缘中的一段可在制造时设计比镜片其他部分较低的AEL。环曲面边弧宽度约为1.0mm，两条子午线的差异约为0.8mm。当镜片基弧每变陡0.05mm时，供货商就会自动补偿的-0.50D度数。

边弧环曲面设计是意味着当角膜地形图显示非常陡的下方角膜向下偏移时，会使镜片较低边缘翘起和刺激下眼睑。镜片的设计可能在90度是标准边弧，在270度是较陡的边弧且附有用来协助稳定镜片的1到1.25个棱镜。在其它的设计，有一种镜片上部是标准边弧，镜片鼻侧和颞侧下方做的比较陡，以中间的AEL为一个缓冲区。

若患者为PMD这种设计的镜片非常有帮助，因为PMD角膜变薄的位置比圆锥角膜更下方，导致镜片下方边缘产生过度的空隙。(图45)。

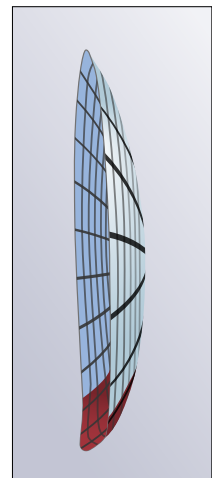


图45.不对称边弧



图46. Wratten Boston滤片

合适配适的评估

荧光图

所有的荧光图评估都必须在裂隙灯和钴蓝光下进行，并使用Wratten黄色12号滤片检查确保荧光图的正确性(图46)。使用时应该将湿的荧光试纸轻触球结膜以最小化接触接触镜前表面的荧光。由于试戴片是使用标准边弧翘角，有更高的e值进展期中的圆锥需要更平的边弧。排出一些在较紧和较低镜片边缘下的泪液来评估镜片中央的荧光图。

通常建议在戴试片5~20分钟后再评估，特别是在使用巩膜来支持的镜片更为重要。因为随着时间经过有可能会造成镜片弯曲和更接近角膜。

三点接触(分离支撑)

一般广泛认为在镜片中央区内顶点空隙边缘上达成轻微三点接触的配适是可以被接受的。这种接触的区域是依圆锥顶点所在的位置决定。通常乳突状圆锥角膜三点接触的位置是在角膜中央，而椭圆形圆锥的三点接触则偏下方或偏颞侧下方。这两种圆锥角膜外其他圆锥角膜的接触区域通常是位在沿着最平子午线的区域，一般在圆锥角膜是沿着水平子午线的区域；而在早期的PMD可能是沿着垂直子午线的区域。原则上，使用比标准边弧更平的边弧，镜片周边空隙的宽度应达到0.5到0.7mm(图47)。

顶点接触

过去经验显示，太平的基弧(或太低的矢深)将会导致镜片顶点接触可能造成顶点损伤(如:螺旋状染色或结痂)。验配大直径镜片时不需配得太平造成睑下配适。就如同我们一开始所理解的：使用增加矢深的方式验配在大圆锥时可避免重度顶点接触。图48显示过平配适造成顶点接触的影响。应该尽量去避免这样的情形发生。

顶点空隙

验配时应该避免过多的顶点空隙，过多的空隙有可能会造成气泡的产生。若气泡出现在光学区，则视力、舒适感、

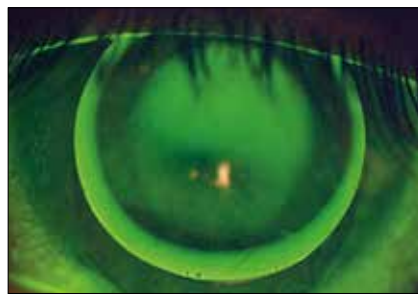


图47. 三点接触(分离支撑)的荧光图



图48. 基弧较平(中央接触)的荧光图

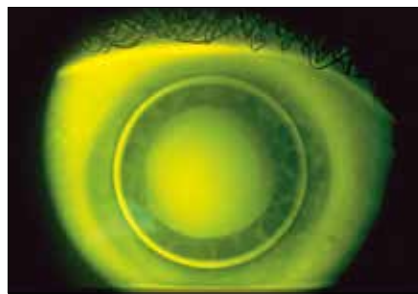


图49. 基弧较陡(顶点间隙)的荧光图

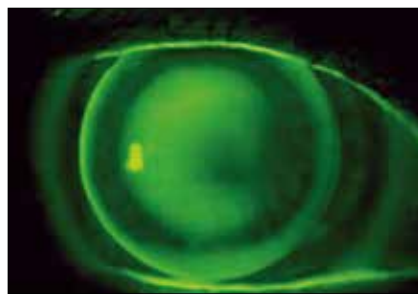


图50. 镜片周边理想的边缘空隙(球面镜片)

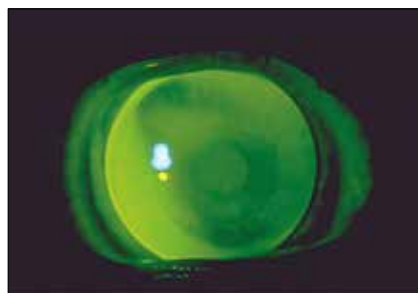


图51. 镜片周边理想的边缘空隙(非球面镜片)

了解角膜的离心率及假如碰上圆锥角膜患者的角膜离心率增加，您可从角膜地形图上看到这个值，可用来帮助您解释增加或减少镜片的AEL，以提供理想的周边空隙。

都会受到影响。视力不佳可能是来自于镜片弯曲，它会使泪液层前表面变成环曲面，由于残余散光的存在因此镜片无法再矫正不规则角膜(图49)。若验配太陡的镜片，特别是戴在高度角膜散光的角膜上，镜片太陡可能会使角膜弧度变得更陡导致眼睛近视度数更深。

理想的轴向边缘空隙

一旦达到了理想的中央荧光图形就可以进行评估中央外围的弧度和边弧荧光图。

理想情况下，若镜片周边是球面，镜片的中周弧应呈现平行配适，镜片中周边弧正切角膜中周边(图50)；如果边弧是非球面，这种平行配适应该更明显，镜片周围会有一些扩散的空隙如羽毛般地轻触镜片边缘(图51)。从角膜周边算起接触镜边弧应该有100到120微米的空隙。验配大直径镜片时，因较平的边弧(即增加AEL)镜片边缘应有稍大的空隙；相对的验配小直径镜片时，较少的空隙(即减少AEL)也是必要的。这种理想的镜片空隙是必要的，才能确保镜片的滑动、泪液交换及移除镜片下的杂屑，此外也能控制镜片中央定位。

边弧空隙环的理想宽度约为0.7mm且应该是在镜片每个方向都是一致的。如果镜片的BOZD和直径够大足以验配大型偏下方的圆锥，那么镜片下方边缘必须挤进下眼睑，且镜片四周的空隙应360度一致。为了达到理想的边弧空隙，调整AEL变成更平或更陡是必要的。如果需要，为了达到一致性的边弧空隙，可以调整镜片单一象限的AEL。

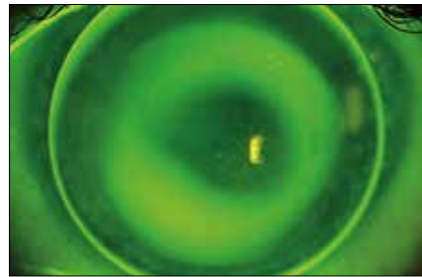


图52.最小边缘空隙

过小的边缘空隙

非常小或没有镜片边缘空隙在任何直径的镜片都是不能被接受的，这种太紧的边弧会造成角膜变更陡、角膜染色及减少或没有镜片的滑动，使镜片周边无法进行泪液交换、无法排出镜片下的杂屑故引起角膜水肿及发炎反应。周边空隙很小的镜片有定位于圆锥顶点的倾向，圆锥的顶点可能偏下方、颞侧或鼻侧。(图52)

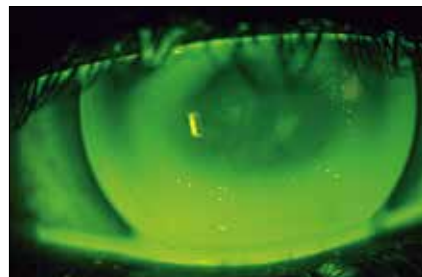


图53.过多的边缘空隙(位于下眼睑)

过多的边缘空隙

过多的边缘空隙会造成刺激和异物感。镜片较低的边缘可能会位在下眼睑上方，当眼睛往两侧的极限注视时，可能会使镜片从角膜上弹出或造成镜片重复移位(图53)。上眼睑也可能因为过多的边缘空隙而将镜片往



图54.位于中央的镜片

上拉造成睑下配适，这也不是我们想要的情形，因为这会使偏下方圆锥顶点被镜片接触的部分变平。

镜片中央定位和滑动

理想情况下，任何睑间配适的接触镜都应该位在中央位置(图54)。在验配时须考虑到圆锥大小再配合适当的镜片直径(即：大直径圆锥应该配戴大直径镜片)以达成理想的荧光图和镜片中央定位。镜片的滑动也是必要的以维持正常的角膜生理。小直径镜片的镜片滑动量约为2.0mm：直径非常大的角膜镜片滑动量约为0.5mm。角巩膜和半巩膜镜片只有非常少量甚至没有任何的滑动，镜片必须依赖眨眼造成镜片前表面弯曲进行泪液交换。使用上推法可以确保镜片未接触巩膜。

戴镜验光

一旦使用试戴镜片找到理想的配适时，就可以执行戴镜验光来获得最后的镜片度数。可以使用自动验光机的数值帮助取得最佳的镜片度数，由于使用视网膜镜取得最后镜片度数比较困难，因为检影时角膜会产生剪刀反射。在插片过程中首先取得戴镜验光的球面度数，因为散光度数和轴度有可能比较难去获得。若确定患者有残余散光且矫正散光可明显地提升视力，就可在患者戴上隐形眼镜后，再戴一副眼镜矫正(尤其是有老花眼的圆锥角膜病人)。

从角膜地形图模拟荧光图

使用角膜摄影术可以很准确的判断角膜形状，而使用验配公式有快速找到最终镜片基弧、BOZD和直径的好处。角膜地形图软件可以在医师的偏好下，选择特定的镜片种类。某些专家认为可在任何的角膜地形图软件安装圆锥角膜的多弧镜片设计。使用角膜地图仪及这种公式预估最初和/或最后的镜片参数，进一步证实能在日常视光实务使用它们。角膜地图仪也提供模拟的荧光图，使用这种仿真功能可以展示较陡、较平或理想的镜片配适。图55、56和57是使用Focal Points软件显示的仿真荧光图。

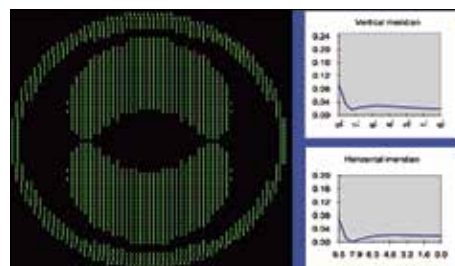


图55.理想的模拟荧光图

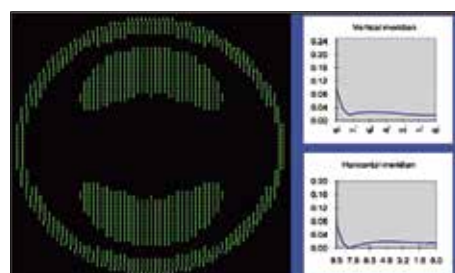


图56.太平的模拟荧光图

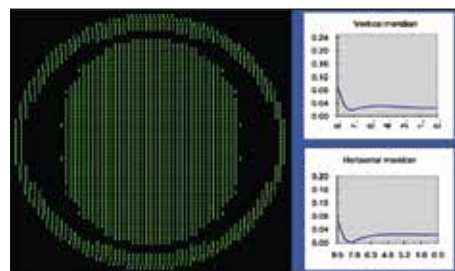


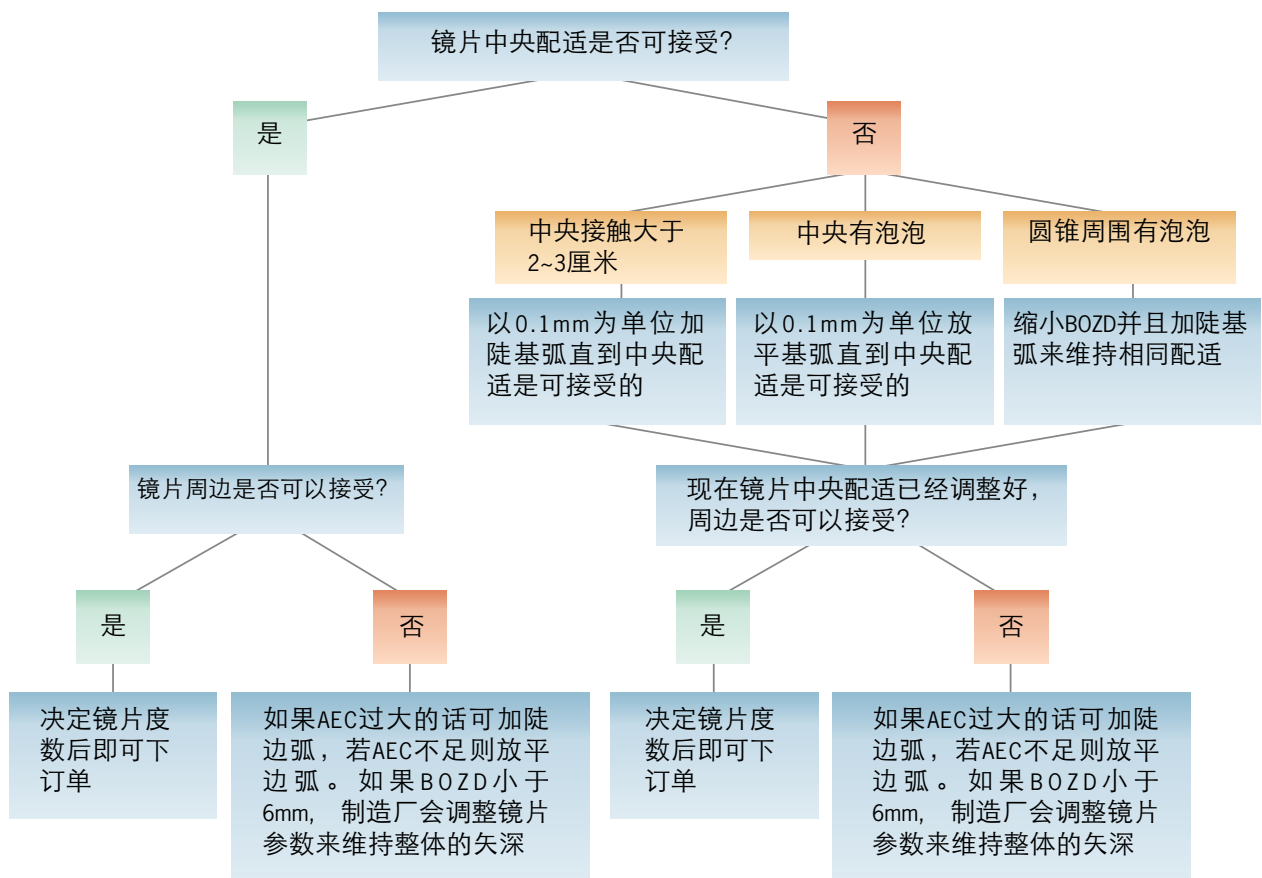
图57.太陡的模拟荧光图

7. 追踪与管理策略

追踪程序与门诊访视

圆锥角膜的病人通常比其他接触镜配戴者需要更频繁的追踪与后续照顾的门诊访视。他们也十分忠诚且懂得感激您的照顾。由于他们把您当作这个领域的专家，便会介绍其他病人给您。定期性的修改镜片参数也很有可能是需要的，尤其是圆锥角膜尚在持续发展的阶段时。

在交付患者第一副镜片并进行卫教后，我们可以考虑在追踪的第一年内规划一个星期、一个月、两个月及三个月接着每三个月一次的回诊。依据病程进展的速度，在接下来几年内病患回诊频率可能会降低。在每三个月的回诊，检查项目应该包含视力(高、低对比)、戴镜验光、角膜地形图、使用荧光染色检查镜片表面及配适评估，并在裂隙灯下观察戴镜与不戴镜之情况。在每一次的回诊，应该与患者讨论配戴期间的视觉状况、舒适度，异物感及干眼的症状，并应在每次回诊时解决。我们需要特别注意镜片中央和圆锥顶间接触的程度，两者间应有些微的空隙，使镜片能轻触圆锥顶点，并且不应有明显的中央接触情况发生。如果上述镜片与角膜间的关系改变了，就应重新验配一次镜片：我们可以在相同的镜片设计下将弧度加陡或是改成直径较大的镜片，特别是在圆锥角膜的圆锥大小有显著增加的情形时。下面这张流程图可引导您完成第一次追踪门诊之验配程序。



任何严重疼痛的不良事件都需要立即地向你回报，因为这些状况可能暗示角膜脱垂的发生，适当的处理及转诊是必要的。



图58 角膜脱垂

如果无法实时联系到你，他们应该要向角膜专科医生寻求协助。这些事件可能是因角膜脱垂引发的结果(角膜内皮排水功能故障造成大量的水肿与疼痛)，早期发现是妥善解决问题的关键(图58)。早期诊断出的角膜脱垂可以在转诊给角膜专科医生后，藉由停戴接触镜及使用高渗透压滴眼液(如：博士伦公司生产的Muro 128)等方式来治疗。依据个案的解决方案与任何可能留下的中央角膜结痂，我们可能须考虑将穿透性角膜移植术(penetrating keratoplasty)纳入治疗手段。如果更换镜片的原因不是为了修改镜片参数或度数，或许可每年定期更换镜片以确保患者配戴的镜片上没有沉淀物及刮伤。

需更换镜片的情况

下表列出了临床上观察到需要重新验配的现象：

观察	可能代表的意义(需要重新验配)																			
	角膜持续变薄	镜片边缘翘角不足	角膜沉淀物变多	镜片滑动量过大	角膜持续变陡	边缘过紧	边缘过平	角膜非球面值增加	过平的镜片配适	边缘空隙太多	不规则散光增加	像差增加	镜片偏位	镜片直径太小	干眼症状增加	BOZD过大	BOZD过小	角膜结痂增加	角膜水肿	
角膜结痂增加																				
中央接触增加																				
轴向边缘空隙减少																				
镜片偏移量增加																				
镜片滑动量减少																				
3-9点钟方向染色增加																				
中央染色增加																				
中央气泡增加																				
边缘气泡增加																				
视力减退																				
眩光增加																				
光晕增加																				
视力不稳定的情况增加																				
镜片取下不易																				
配戴时不舒服或有刺激感																				

变更镜片设计

改变基弧

- 当我们把基弧加陡或放平时，为调整接触镜的度数以补偿泪液层的改变，要先确定我们已经将曲率半径的单位由mm换算为D。
- 以0.1mm为单位改变基弧以确保您注意到任何配适上的显著变化。
- 当中央接触的荧光图是无法接受的及角膜顶点损伤是明显的或可能发生时。
- 当中央气泡存在而且眨眼也不会消失，影响患者视力或有镜片黏附的证据时，可将基弧放平。

改变BOZD

- 当增加或减少BOZD时，若镜片基弧的单位是mm，要同时增加或减少基弧以确保弥补了镜片矢深的改变，来维持相同的配适关系。此外，不需改变镜片度数。
- 当圆锥直径增加时，我们可以藉由加大BOZD(并且维持相同的基弧)来更准确地对齐角膜。这会增加镜片的矢深。
- 当瞳孔被气泡覆盖时，我们可以藉由缩小BOZD(并且维持相同的基弧)来减少圆锥附近的空隙并且使镜片更符合圆锥的大小。在这种情况下，由于镜片矢深与泪液层的改变，应调整镜片度数。
- 加陡基弧需要增加负度数，反之亦然。

改变总直径

- 加大或缩小镜片直径而不改变BOZD将会造成镜片边缘空隙的增加或减少，除非您要求维持AEL。
- 当下列情形发生时，加大镜片直径可能会有帮助：
 - 当圆锥直径增加时
 - 当镜片开始偏位时
 - 当3-9点钟方向染色出现时
- 如果镜片边缘靠近但未与轮部重迭，我们可以缩小镜片直径或减低镜片的重量；镜片边缘直接接触轮部可能会刺激角膜。

改变轴向边缘翘角

- 只有在中央荧光图呈现理想的状态并且显示是一个良好的配适时我们才调整镜片的AEL。增加或是减少小BOZD镜片的AEL会大大地影响到镜片整体矢深，如此一来，我们便需要针对改变后的矢深做出弥补与调整。
- 当我们提高镜片的AEL来增进镜片边缘的泪液交换率时，应该将镜片的基弧加陡(通常以0.1mm为一个间距)，同时应调整镜片的度数来涵盖小BOZD的镜片所适度增加之近视度数。如果镜片的AEL降低(即镜片高跨或镜片边缘刺激到角膜)，处理方式也是相同的。

改变部分翘角

- 一般来说，调整镜片下方的部分并不影响其配适。棱镜垂重的加入是用来维持镜片下方的定位，但可能会影响配戴时的舒适度。
- 散光镜片的周边并不影响镜片的配适且可能增加镜片的舒适度。
- 万一有清澈型角膜边缘变性(PMD)则要考虑调整部分镜片，PMD的圆锥偏下方导致镜片的下缘位置偏低，刺激配戴者的下眼睑，而大直径/大BOZD的镜片并不允许镜片下缘位置落在下眼睑之下。

改变中心厚度

- 如果镜片弯曲不是配适过陡而是因为镜片过薄所造成，这时要考虑增加镜片的中心厚度。
- 确保您使用的镜片材质透氧性够高，避免氧气传送明显地降低。

改变镜片度数

- 当我们增加镜片的近视度数超过-4.00D时，考虑削薄镜片外弧交接点的厚度或增加削薄的量。
- 由于不规则散光的特性使前散设计的镜片可能无法完全矫正患者的散光，为了矫正任何残余的散光度数，可改变镜片度数以达目的。

使用不同的镜片与/或设计重新验配

球面到非球面的BOZD

- 当我们由一个球面光学区设计到非球面光学区设计的镜片重新进行验配时，要调整镜片的基弧，使其约平0.10~0.15mm。
- 增加50度到75度甚至更多的正度数补偿。当我们由非球面变更到球面镜片/设计时，也是一样的。(图59a,b)

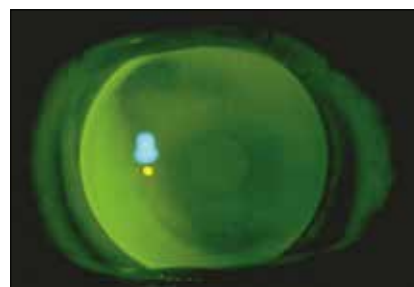
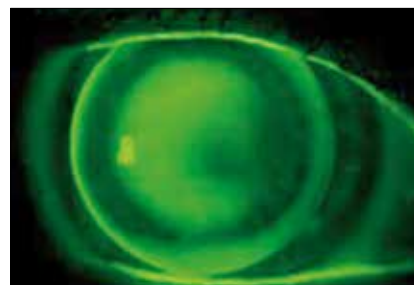


图59a与59b -球面至非球面的镜片中心



图60a与60b -球面至非球面的镜片边缘



球面到非球面镜片边缘

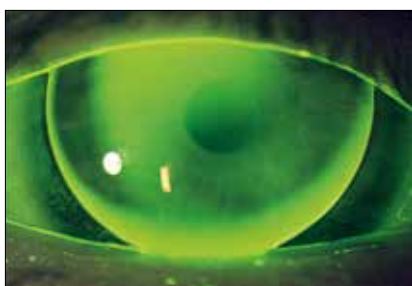
- 当您由球面多弧边缘转换到非球面边缘镜片设计时，可能需要增加AEC。验配非球面的边缘会比较靠近角膜轮廓，所以可能需要放平一点(由非球面变更到球面边缘设计也是一样的道理)(图60a,b)。



图61a与61b 固定到浮动BOZD的镜片设计

固定的到浮动的BOZD

- 当您从固定BOZD改变成浮动BOZD的镜片设计，根据该镜片的曲率半径我们可能需要加大或缩小其BOZD。
- 在浮动的基弧镜片设计，较陡的镜片有较小的BOZD。
- 为了保持相同的配适，您可能需要放平或是加陡基弧来补偿BOZD来保持相同的配适(分别依镜片的BOZD较大或较小来调整)。



角膜至半巩膜的镜片设计

- 您必须要以更平的基弧来弥补改变镜片直径所大幅增加的镜片矢深。此时，镜片会符合角膜的矢深而非弧度。当镜片靠在配戴者的巩膜上时，您所观察到的三点轻微接触荧光图会被跨越整个角膜带有些微顶点空隙的荧光图取代(图62a,b)。

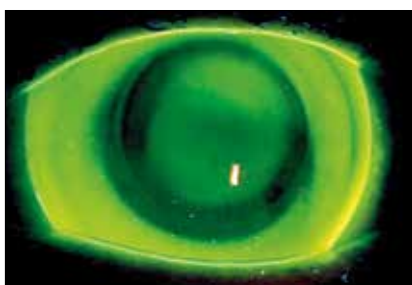


图62a与62b 角膜的到巩膜的镜片设计

8. 并发症

角膜染色

有很多种不同类型的角膜染色可能和配戴圆锥角膜用硬式接触镜有所关联，包含：

药水毒性染色

使用圆锥角膜用硬式接触镜很少发生药水毒性染色，但可能和药水中的几种防腐剂有关，包括氯己定(chlorhexidine)、硫柳汞(thimerosal)或少见的聚六亚甲基双胍盐酸盐(polyhexanide, PHMB)及聚季铵盐(polyquad)。药水毒性染色是取决于这些组合物的浓度，并且可能造成接触镜下所覆盖区域之角膜染色扩散(图63)。这种染色显示患者需要更换所使用的药水护理系统与/或配戴镜片前须先使用生理食盐水冲洗镜片。考虑到镜片润滑液与人工泪液也可能造成此染色反应，如果需要的话应改用不含防腐剂的人工泪液。

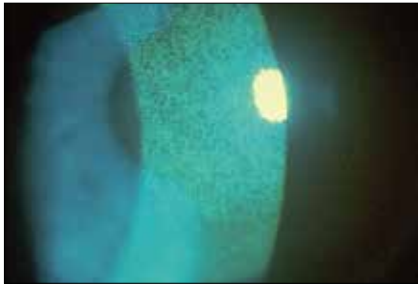


图63.受到药水毒性影响接触镜下所覆盖区域之角膜染色扩散

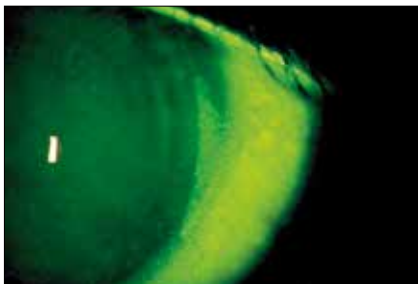


图64. 3点钟与9点钟方向的角膜染色

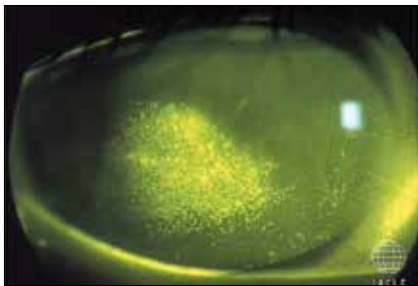


图65.联合性点状角膜染色

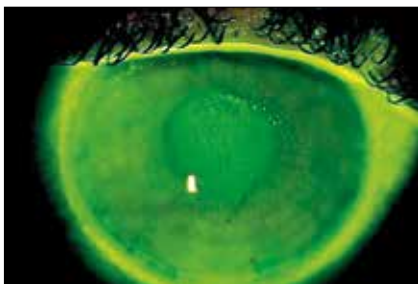


图66.跨越圆锥的螺旋染色：过小的直径且陡峭(偏位)

3点钟与9点钟染色

3点钟与9点钟方向染色是多项与镜片配适及眼球表面相关的因素综合影响下的结果。4点与8点钟方向染色较常见于镜片位置偏低且固定不动使得眨眼不完全的情况(图64)。如果镜片的边缘轮廓较厚或AEC较高，邻近镜片周围的区域将会变得干燥导致角膜染色。如果镜片太小，露出的角膜会脱水并染色，尤其是在眼睛较干的病人身上。圆锥角膜患者可能会有与过敏疾病及睑板腺失能有关的干眼症，这两者皆会导致角膜周围染色。为了改善这种状况，我们可以：

- 加大镜片直径。
- 将镜片前表面削薄以减少边缘厚度。
- 确定镜片的边缘有适当空隙与镜片中心定位。

为确保足够的镜片配戴时间，适当的眼睑清洁与干眼照护也一样是非常重要的。

擦伤或异物引起的点状或线状染色

联合性点状角膜染色可见于被镜片后表面摩擦或刺激的角膜表面，通常是过度接触所造成的结果，再结合镜片上的沉淀物后，这些因素可能损害角膜上皮(图65)。我们应该考虑利用角膜地形图与镜片后表面结构图来试着解决这个问题。解决方法可能包含清洁镜片的后表面、抛光边弧的接合处或更换非球面设计。

顶点染色

顶点染色(通常呈现螺旋状)发生于镜片弧度太平碰到圆锥顶点与镜片过度移动(顶点旋转)(图66)。这种接触性的刺激可能会导致角膜结痂(图67)。我们只要从圆锥顶点位置释放镜片压力就可以改善这种状况。

面纱状浅凹

面纱状浅凹是角膜表面由气泡造成的压痕。他们并没有长期生理上的重要性，但可能与配戴不适的症状相关。这些角膜上的浅凹如果位于角膜中心可能会影响视力，在拿掉镜片30分钟内，角膜表面上的气泡压痕就会消失不见。我们可以透过减少圆锥和镜片间的空隙来解决这个问题：

- 减少顶点空隙(如果气泡位在圆锥上方)。
- 减少BOZD(如果气泡位在圆锥附近)。
- 减少AEC(如果气泡位在镜片周边)(图68)。

视力

和圆锥角膜的锥体尺寸比较起来，有着过大BOZD的镜片将会有过大的顶点空隙，并且可能在圆锥上方和附近产生气泡影响视力表现。BOZD过小的镜片可能会有偏位的问题，此外还可能造成闪光与降低视力表现。将镜片BOZD大小与圆锥直径相符也许可以解决此一视力问题。

若顶点空隙过大，镜片会在角膜上弯曲导致眨眼时视力模糊。镜片应该对齐圆锥顶点，如果在调整基弧后镜片仍会弯曲，就应修改镜片的中心厚度。镜片配适不需过度接触顶点，以达到良好的视力(Zadnick (CLEK) Sorbara等人)。最小镜片顶点接触可能产生最好的视力效果。

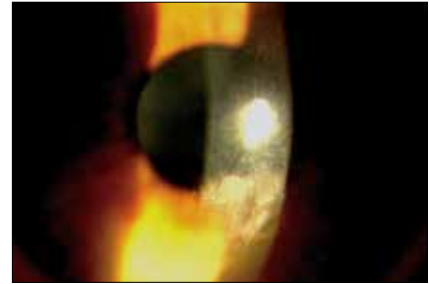


图67.圆锥上的角膜结痂



图68.面纱状浅凹



图69.边弧太平(偏位)

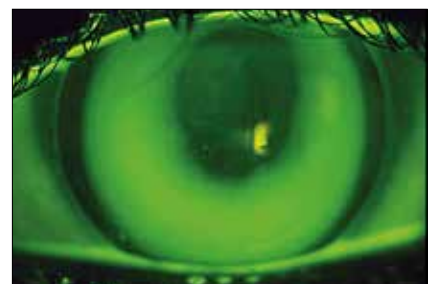


图70.边弧太陡(偏下方)

圆锥角膜有高度不正常的高阶像差，特别是会降低视力的球面像差与慧差。应用前表面非球面光学区设计尝试矫正某些像差问题可能对于部分圆锥角膜者有帮助。

镜片偏位

如果镜片的BOZD小于圆锥的大小，那么缩小的矢深将会使镜片四处滑动并易造成偏位。相同地，如果镜片的边弧过松(边缘空隙多)有时会使镜片被上眼皮带动造成偏离中心的现象(图69)。

这种偏松的配适会影响视力表现并可能导致不良的生理反应。低AEC及顶点空隙过多的镜片大多会向下及朝圆锥顶点的位置偏离，导致病患出现不完全眨眼及干眼症状(图70)。

角膜压痕

如果较平的镜片边弧刚好吻合配戴者较平的角膜边缘，那么镜片就会偏离光心，换句话说，较陡的镜片边弧可以防止镜片移动(偶而会黏附角膜)。镜片黏附通常发生在隔夜配戴接触镜，但由于圆锥角膜患者本身镜片与角膜中间泪液层的缺乏，此种状况亦可能出现在配戴日戴型接触镜的圆锥角膜患者身上。在这些情况，就应修正镜片配适并且全天候使用人工泪液以维持镜片湿润及滑动(图71)。

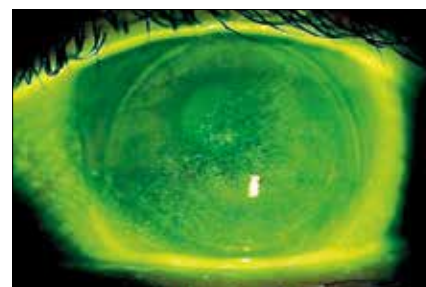


图71.因镜片过紧导致的角膜压痕

9. 参考文献

- Al Mezaine HS, Al Amro SA, Kangave D, et al. Comparison between central corneal thickness measurements by oculus pentacam and ultrasonic pachymetry. *Int Ophthalmol* 2008;28:333–8.
- Aldave AJ, Yellore VS, Salem AK, et al. No VSX1 gene mutations associated with keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:2820–2.
- Ang M, Mehta JS, Arundhati A, Tan DT. Anterior Lamellar Keratoplasty Over Penetrating Keratoplasty for Optical, Therapeutic, and Tectonic Indications: A Case Series. *Am J Ophthalmol* 2008.
- Auffarth GU, Wang L, Volcker HE. Keratoconus evaluation using the Orbscan Topography System. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:222–8.
- Bahar I, Kaiserman I, Srinivasan S, et al. Comparison of three different techniques of corneal transplantation for keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008;146:905–12.
- Betts AM, Mitchell LG, Zadnik K. Visual performance and comfort with the Rose K lens for keratoconus. *Optom Vis Sci* 2002;79:493–501.
- Bilgihan K, Ozdek SC, Sari A, Hasanreisoglu B. Microkeratome-assisted lamellar keratoplasty for keratoconus: stromal sandwich. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1267–72.
- Binder PS, Lindstrom RL, Stulting RD, et al. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2035–8.
- Brancati F, Valente EM, Sarkozy A, et al. A locus for autosomal dominant keratoconus maps to human chromosome 3p14–q13. *J Med Genet* 2004;41:188–92.
- Brennan NA, Efron N, Carney LG. Critical oxygen requirements to avoid oedema of the central and peripheral cornea. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1987;65:556–64.
- Burger D, Zadnik K. Keratoconus: Contact Lenses for Pre- and Post-Surgery. St. Louis, Missouri. Mosby, 1997;21-52.
- Cheng AC, Rao SK, Lau S, et al. Central corneal thickness measurements by ultrasound, Orbscan II, and Visante OCT after LASIK for myopia. *J Refract Surg* 2008;24:361–5.
- Colin J, Velou S. Current surgical options for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:379–86.
- Crews MJ, Driebe WT, Stern GA. The clinical management of keratoconus: a 6 year retrospective study. *CLAO J* 1994;20:194–7.
- Dao CL, Kok JH, Brinkman CJ, van M. Corneal eccentricity as a tool for the diagnosis of keratoconus. *Cornea* 1994;13:339–44.
- de Brabander, Chateau N, Marin G, et al. Simulated optical performance of custom wavefront soft contact lenses for keratoconus. *Optom Vis Sci* 2003;80:637–43.
- DeNaeyer GW, Breece R. Fitting techniques for a scleral lens design. *Contact Lens Spectrum* 2009;34–7.
- Donshik P, et al. The Use of Computerized Videokeratography as an aid in Fitting Rigid Gas Permeable Contact Lenses. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1996;XCIV:135–45.
- Dupps WJ, Wilson SE. Biomechanics and wound healing in the cornea. *Exp Eye Res* 2006;83:709–20.
- Edrington TB, Barr JT, Zadnik K, et al. Standardized rigid contact lens fitting protocol for keratoconus. *Optom Vis Sci* 1996;73:369–75.
- Edrington TB, Szcotka LB, Barr JT, et al. Rigid contact lens fitting relationships in keratoconus. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group. *Optom Vis Sci* 1999;76:692–9.
- Edrington TB, Szcotka LB, Begley CG, et al. Repeatability and agreement of two corneal-curvature assessments in keratoconus: keratometry and the first definite apical clearance lens (FDACL). CLEK Study Group. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus. *Cornea* 1998;17:267–77.

- Ertan A, Kamburoglu G. INTACS implantation using a femtosecond laser for management of keratoconus: Comparison of 306 cases in different stages. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1521–6.
- Galin M, Berger R. Atopy and Keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1958;45:904–6.
- Gasset AR, Lobo L. Dura-T semiflexible lenses for keratoconus. *Ann Ophthalmol* 1975;7:1353–7.
- Gemoules G. A novel method of fitting scleral lenses using high resolution optical coherence tomography. *Eye Contact Lens* 2008;34:80–3.
- Giasson CJ, Perreault N, Brazeau D. Oxygen tension beneath piggyback contact lenses and clinical outcomes of users. *CLAO J* 2001;27:144–50.
- Girard LJ, Soper JW. Indications for contact lenses or keratoplasty in keratoconus. *Ophthalmologica* 1965;150:161–6.
- Gonzalez-Meijome JM, Jorge J, de A, Parafita MA. Soft contact lenses for keratoconus: case report. *Eye Contact Lens* 2006;32:143–7.
- Gundel RE, Libassi DP, Zadnik K, et al. Feasibility of fitting contact lenses with apical clearance in keratoconus. *Optom Vis Sci* 1996;73:729–32.
- Haque S, Jones L, Simpson T. Thickness mapping of the cornea and epithelium using optical coherence tomography. *Optom Vis Sci* 2008;85:E963–E976.
- Haque S, Simpson T, Jones L. Corneal and epithelial thickness in keratoconus: a comparison of ultrasonic pachymetry, Orbscan II, and optical coherence tomography. *J Refract Surg* 2006;22:486–93.
- Hom MM. Another perspective on keratoconus contact lens fitting. *J Am Optom Assoc* 1986;57:886–8.
- Hood A. Advanced contact lens fitting: part 3 – hospital contact lens practice. *Optician* 1997;214:16–22.
- Hughes AE, Dash DP, Jackson AJ, et al. Familial keratoconus with cataract: linkage to the long arm of chromosome 15 and exclusion of candidate genes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:5063–6.
- Hutchings H, Ginisty H, Le G, et al. Identification of a new locus for isolated familial keratoconus at 2p24. *J Med Genet* 2005;42:88–94.
- Kaluzny BJ, Fojt W, Szkulmowska A, et al. Spectral optical coherence tomography in video-rate and 3D imaging of contact lens wear. *Optom Vis Sci* 2007;84:1104–9.
- Kaluzny BJ, Kaluzny JJ, Szkulmowska A, et al. Spectral optical coherence tomography: a new imaging technique in contact lens practice. *Ophthalmic Physiol Opt* 2006;26:127–32.
- Karabatsas CH, Cook SD. Topographic analysis in pellucid marginal corneal degeneration and keratoglobus. *Eye* 1996;10 (Pt 4):451–5.
- Kayazawa F, Nishimura K, Kodama Y, et al. Keratoconus with pellucid marginal corneal degeneration. *Arch Ophthalmol* 1984;102:895–6.
- Kenney MC, Chwa M, Atilano SR, et al. Increased levels of catalase and cathepsin V/L2 but decreased TIMP-1 in keratoconus corneas: evidence that oxidative stress plays a role in this disorder. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:823–32.
- Kohlhaas M, Spoerl E, Schilde T, et al. Biomechanical evidence of the distribution of cross-links in corneas treated with riboflavin and ultraviolet A light. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:279–83.
- Kok JH, van M. Piggyback lenses in keratoconus. *Cornea* 1993;12:60–4.
- Korb DR, Finnemore VM, Herman JP. Apical changes and scarring in keratoconus as related to contact lens fitting techniques. *J Am Optom Assoc* 1982;53:199–205.
- Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984;28:293–322.
- Krachmer JH. Eye rubbing can cause keratoconus. *Cornea* 2004;23:539–40.
- Kymionis G, Portaliou D. Corneal crosslinking with riboflavin and UVA for the treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1143–4.

- Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, et al. Long-term follow-up of INTACS in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2007;143:236–44.
- Lawless M, Coster DJ, Phillips AJ, Loane M. Keratoconus: diagnosis and management. *Aust NZ J Ophthalmol* 1989;17:33–60.
- Lee BW, Jurkunas UV, Harissi-Dagher M, et al. Ectatic disorders associated with a claw-shaped pattern on corneal topography. *Am J Ophthalmol* 2007;144:154–6.
- Lee LR, Readshaw G, Hirst LW. Keratoconus: the clinical experience of a Brisbane ophthalmologist. *Ophthalmic Epidemiol* 1996;3:119–25.
- Lee R, Ahmed I. Anterior segment optical coherence tomography: Non-contact high resolution imaging of the anterior chamber. *Techniques in Ophthalmology* 2006;4:120–7.
- Leung KK. RGP fitting philosophies for keratoconus. *Clin Exp Optom* 1999;82:230–5.
- Li X, Rabinowitz YS, Tang YG, et al. Two-stage genome-wide linkage scan in keratoconus sib pair families. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:3791–5.
- Lim L, Wei RH, Chan WK, Tan DT. Evaluation of keratoconus in Asians: role of Orbscan II and Tomey TMS-2 corneal topography. *Am J Ophthalmol* 2007;143:390–400.
- Lu F, Simpson T, Fonn D, et al. Validity of pachymetric measurements by manipulating the acoustic factor of Orbscan II. *Eye Contact Lens* 2006;32:78–83.
- Mackie IA. Management of keratoconus with hard corneal lenses: The lens lid attachment technique. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1977;97:131–5.
- Maguire LJ, Klyce SD, McDonald MB, Kaufman HE. Corneal topography of pellucid marginal degeneration. *Ophthalmology* 1987;94:519–24.
- Mandell RB. Contemporary management of keratoconus. *Int Contact Lens Clin* 1997;24:43–58.
- Mannis MJ, Zadnik K. Contact lens fitting in keratoconus. *CLAO J* 1989;15:282–9.
- Marsack JD, Parker KE, Applegate RA. Performance of wavefront-guided soft lenses in three keratoconus subjects. *Optom Vis Sci* 2008;85:E1172–E1178.
- Matsuda J, Hieda O, Kinoshita S. Comparison of central corneal thickness measurements by Orbscan II and Pentacam after corneal refractive surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2008;52:245–9.
- Mazzotta C, Balestrazzi A, Traversi C, et al. Treatment of progressive keratoconus by riboflavin-UVA-induced cross-linking of corneal collagen: ultrastructural analysis by Heidelberg Retinal Tomograph II in vivo confocal microscopy in humans. *Cornea* 2007;26:390–7.
- McMonnies CW. Keratoconus fittings: apical clearance or apical support? *Eye Contact Lens* 2004;30:147–55.
- McMonnies CW. The evidentiary significance of case reports: eye rubbing and keratoconus. *Optom Vis Sci* 2008;85:262–9.
- Moezzi AM, Fonn D, Simpson TL, Sorbara L. Contact lens-induced corneal swelling and surface changes measured with the Orbscan II corneal topographer. *Optom Vis Sci* 2004;81:189–93.
- Nilforoushan MR, Speaker M, Marmor M, et al. Comparative evaluation of refractive surgery candidates with Placido topography, Orbscan II, Pentacam, and wavefront analysis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:623–31.
- Norman C, Caroline PJ. Step-by-step approach to managing keratoconus patients with RGPs. *Contact Lens Forum* 1986;11:25–31.
- O'Donnell C, Codina CM. A hyper-Dk piggyback contact lens system for keratoconus. *Eye Contact Lens* 2004;30:44–8.
- Owen H, Watters GA. An evaluation of the keratoconic cornea using computerised corneal mapping and ultrasonic measurements of corneal thickness. *Ophthalmic Physiol Opt* 1996;16:115–23.
- Ozkurt YB, Sengor T, Kurna S, et al. Rose K contact lens fitting for keratoconus. *Int Ophthalmol* 2007.

- Paik DC, Wen Q, Braunstein RE, et al. Initial Studies Using Aliphatic Nitro Alcohols for Therapeutic Corneal Cross-linking. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008.
- Parker J, Ko WW, Pavlopoulos G, et al. Videokeratography of keratoconus in monozygotic twins. *J Refract Surg* 1996;12:180–3.
- Paul T, Lim M, Starr CE, et al. Central corneal thickness measured by the Orbscan II system, contact ultrasound pachymetry, and the Artemis 2 system. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1906–12.
- Rabinowitz Y, Dong L, Wistow G. Gene expression profile studies in human keratoconus cornea for NEIBank. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:1239–46.
- Rabinowitz YS, Garbus JJ, Garbus C, McDonnell PJ. Contact lens selection for keratoconus using a computer-assisted videophotokeratoscope. *CLAO J* 1991;17:88–93.
- Rabinowitz YS, Rasheed K, Yang H, Elashoff J. Accuracy of ultrasonic pachymetry and videokeratography in detecting keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:196–201.
- Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297–319.
- Raiskup-Wolf F, Spoerl E. Reply: Long-term results of collagen crosslinking with riboflavin and UVA in keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1617.
- Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2008;115:37–50.
- Rao SN, Raviv T, Majmudar PA, Epstein RJ. Role of Orbscan II in screening keratoconus suspects before refractive corneal surgery. *Ophthalmology* 2002;109:1642–6.
- Rose P. Improving a keratoconus lens design. *Contact Lens Spectrum* 2005;20:38–42.
- Shapiro MB, France TD. The ocular features of Down's syndrome. *Am J Ophthalmol* 1985;99:659–63.
- Shovlin JP. Primary Eyecare: Contact lens “fits” over problem eyes. Vol. 3. 1984;67–9.
- Sindt CW. Basic scleral lens fitting and design. *Contact Lens Spectrum* 2008;23:32–6.
- Sonmez B, Doan MP, Hamilton DR. Identification of scanning slit-beam topographic parameters important in distinguishing normal from keratoconic corneal morphologic features. *Am J Ophthalmol* 2007;143:401–8.
- Sorbara L, Chong T, Fonn D. Visual acuity, lens flexure, and residual astigmatism of keratoconic eyes as a function of back optic zone radius of rigid lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 2000;23:48–52.
- Sorbara L, Fonn D, Holden BA, Wong R. Centrally fitted versus upper lid-attached rigid gas permeable lenses: part I. design parameters affecting vertical decentration. *Int Cont Lens Clin* 1996;23:99–104.
- Sorbara L, Fonn D, Holden BA, Wong R. Centrally fitted versus upper lid-attached rigid gas permeable lenses: part II. a comparison of the clinical performance. *Int Cont Lens Clin* 1996;23:121–7.
- Sorbara L, Luong J. Contact lens fitting guidelines for the keratoconic patient using videokeratographic data. *Practical Optometry* 1999;10:238–43.
- Sridhar MS, Mahesh S, Bansal AK, et al. Pellucid marginal corneal degeneration. *Ophthalmology* 2004;111:1102–7.
- Steele C. Contact lens fitting today – fitting for the irregular cornea. *Optometry Today(UK)* 2005;45:32–9.
- Szczotka LB, Thomas J. Comparison of axial and instantaneous videokeratographic data in keratoconus and utility in contact lens curvature prediction. *CLAO J* 1998;24:22–8.
- Tabbara KE, Kotb AA. Risk factors for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2006;113:1618–22.
- Tan BU, Purcell TL, Torres LE, Schanzlin DJ. New surgical approaches to the management of keratoconus and post-LASIK ectasia. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:212–20.
- Tang M, Shekhar R, Miranda D, Huang D. Characteristics of keratoconus and pellucid marginal degeneration in mean curvature maps. *Am J Ophthalmol* 2005;140:993–1001.
- Teng C. Electron microscope study of the pathology of Keratoconus: Part 1. *Am J Ophthalmol* 1963;55:18–47.

- Trimarchi F, Poppi E, Klersy C. [Deep lamellar keratoplasty]. *J Fr Ophthalmol* 2002;25:718–21.
- Tsubota K, Mashima Y, Murata H, Yamada M. A piggyback contact lens for the correction of irregular astigmatism in keratoconus. *Ophthalmology* 1994;101:134–9.
- Tyynismaa H, Sistonen P, Tuupanen S, et al. A locus for autosomal dominant keratoconus: linkage to 16q22.3–q23.1 in Finnish families. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3160–4.
- Visser ES, Visser R, van Lier HJJ, Otten HM. Modern scleral lenses, Part I: Clinical features. *Eye Contact Lens* 2007;33:13–20.
- Visser ES. Advanced contact lens fitting: part 5 – the scleral contact lens – clinical indications. *Optician* 1997;214:15–20.
- Wang Y, Rabinowitz YS, Rotter JL, Yang H. Genetic epidemiological study of keratoconus: evidence for major gene determination. *Am J Med Genet* 2000;93:403–9.
- Ward MA, Artunduaga G, Thompson KP, et al. Phototherapeutic keratectomy for the treatment of nodular subepithelial corneal scars in patients with keratoconus who are contact lens intolerant. *CLAO J* 1995;21:130–2.
- Wasserman D, Itzkowitz J, Kamenar T, Asbell P. Corneal topographic data: its use in fitting aspheric contact lenses. *CLAO J* 1992;18:83–5.
- Wei RH, Lim L, Chan WK, Tan DT. Evaluation of Orbscan II corneal topography in individuals with myopia. *Ophthalmology* 2006;113:177–83.
- Winkler T. Corneo-scleral rigid gas permeable contact lens prescribed following penetrating keratoplasty. *Int Cont Lens Clin* 1998;25:86–8.
- Wollensak G, Sporn E, Reber F, et al. Corneal endothelial cytotoxicity of riboflavin/UVA treatment in vitro. *Ophthalmic Res* 2003;35:324–8.
- Wollensak G. Crosslinking treatment of progressive keratoconus: new hope. *Curr Opin Ophthalmol* 2006;17:356–60.
- Woodward E. The role of rigid contact lenses in the management of keratoconus. *J Brit Contact Lens Assoc* 1991;14:211–7.
- Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, et al. Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:2537–46.
- Zadnik K, Barr JT, Steger-May K, et al. Comparison of flat and steep rigid contact lens fitting methods in keratoconus. *Optom Vis Sci* 2005;82:1014–21.
- Zadnik K, Mutti DO. Contact lens fitting relation and visual acuity in keratoconus. *Am J Optom Physiol Opt* 1987;64:698–702.
- Zadnik K. Meet the challenge of fitting the irregular cornea. *Rev Optom* 1994;131:77–83.

病原學與遺傳學

目前圆锥角膜确切的因果关系尚属未知数。许多因素都与此病有关，包括：

- 揉眼睛。
- 配戴接触镜。
- 过敏与/或过敏性疾病。
- 唐氏症。
- 结缔组织疾病。
- 家族病史。

Rabinowitz在1998年发现绝大部分的圆锥角膜病人都很爱揉眼睛：据报导在一般人中，比起58%患有圆锥角膜但无揉眼睛习惯者，有80%爱揉眼睛者皆罹患此病。相同的研究指出，有44%圆锥角膜族群与36%正常人皆有过敏症。同样地，有15%圆锥角膜族群与12%正常人有关节活动度异常的问题。10%圆锥角膜族群有家族病史(有1人或超过1人罹患此病)，而比起一般正常人，只有0.5%有此疾病。

据报导有九种染色体与圆锥角膜相关，有许多可变因素都指出病因可能是遗传性的，包含：

- 两侧对称(96%案例)
- 角膜地形图(使用角膜摄影术观察)
- 家族病史(据报导，约10%~23%)
- 家族聚集性
- 双胞胎研究 - 同卵双胞胎之一致性即等同遗传性
- 分离分析(比例 = 平均在一个兄弟姊妹群体中有小部分的人出现此疾病)
- 基因连锁反应研究

离胺基氧化酶(LOX)基因扮演使胶原蛋白交联的角色，当基因突变时可能会造成圆锥角膜病变。一个基因表现研究率先发现在圆锥角膜患者的角膜上皮中的水通道蛋白质5(一种能够使伤口愈合的水通道基因)有抑制作用。这是第一个可以用来分辨是否为圆锥角膜的分子缺陷。

另一方面，部分研究指出环境因素也可能与此疾病发展有关。

Kenny等人在2005年证明圆锥角膜上的氧化压力会导致角膜变薄，这种压力导致细胞凋亡与物理的不稳定性增加。降解酵素的活化作用也造成不正常的愈合，致使角膜过度发炎与基质混浊。Dupps, Randleman, Binder 与 Rabinowitz and Tabbara在雷射屈光角膜层状重塑术(LASIK)术后角膜扩张研究中有更进一步的证据指出这种病变的形成即是肇因于手术本身所造成角膜上的氧化压力，造成不正常抗氧化酵素的累积，像是超氧化物(superoxide)、过氧化物(Peroxide)、一氧化氮(nitric oxide)等等，进而引发细胞功能异常以及角膜变薄。

究竟在角膜上皮层(外胚层的)还是基质层(间质的或胶原蛋白)所发现的缺陷是否为圆锥角膜的病源目前尚有争议。无论此种缺陷是先位在上皮基质再接着基底层，反之亦然，最终两者皆会受到影响。

多种基因造成圆锥角膜是比较有可能的，这些基因都与此病最终共同路径有关，当它们结合其他物理因素时即诱使病患发病。

圓錐角膜的手術治療方式

全层角膜移植术

大约有26%的圆锥角膜患者需要进行手术治疗，而全层角膜移植是最常见的手术项目。这项手术约有80~90%的成功率。全层角膜移植需要移除患者直径8mm的角膜全层及捐赠者直径8.25mm的角膜全层。移植后的角膜利用双重连续缝合(double running suture)，包含4到8针的间断缝合(图一)。手术后6周到6个月间，患者就可验配接触镜来矫正术后通常以这项技术会引起的产生的规则性散光。此项手术之排斥率约为18%，多因患者原有之角膜新生血管造成。



图1.全层角膜移植术及其缝线

层状角膜移植术

深板层角膜移植术

深板层角膜移植术会移除患者90%的上皮细胞及基质层(板层状分离)，并移植捐赠者去除德士密氏层的全层角膜。深板层角膜移植术不会造成内皮细胞损失，因此也不会发生内皮细胞排斥。此项手术方式也能够保持角膜结构完整性、降低术后散光并能提早拆除缝线。然而，更厚的角膜将可能造成角膜后房突出及间质雾化，降低术后最佳矫正视力。

异层角膜移植术

此项手术方式旨在修复角膜正常厚度。利用将患者角膜厚度减少200微米以及将捐赠者角膜厚度减少400微米后，采用与深板层角膜移植术相同之方式进行。系列病例报告的结果表示预后较深板层角膜移植术佳，作者并认为在某些案例上能够代替全层角膜移植术(Tan et al, 2006)。

内板层角膜移植术

利用板层刀在患者角膜切割出9mm大之瓣膜，并在捐赠者角膜上以7.0~7.5mm的环锯钻取移植片。捐赠者角膜随后被缝合在患者的基质床。这样的手术方式被称为内板层组织移植。术后六个月后，可进行雷射屈光角膜切削术(PRK)或LASIK来矫正残余散光。

也有在患者角膜上利用飞秒雷射切割出约10mm的板层囊，并将9mm大、200~300微米厚的捐赠者角膜植入基质的板层囊中。然而，此种方式容易造成角膜瓣层间异物残留、轻度水肿并使角膜厚度增加100~200微米。



图2.新生血管及圆锥角膜

角膜环®

角膜环为PMMA材质所车削成形之150度大小环状结构（图三）。植入角膜环时，需先以飞秒雷射制造出一个置入角膜环的通道。角膜环下方较厚，直径约0.45mm，弧度8.1mm，可将角膜顶起；而角膜环上方较薄，直径约0.25mm、弧度6.8，可使角膜变平。

以下状况可提高角膜环的成功率

- 初期或中期偏下方的圆锥（例如：清澈性角膜边缘变性，PMD）
- 角膜K值低于54.00D(6.25mm)且等值球面小于-5.00D
- 若手术切口位于最陡的子午线
- 视轴上有轻微的角膜结痂

角膜环可取出或更换，且取出或更换的手术侵入性较低，且角膜变平的预期量或许可改善患者的裸视。角膜环的缺点是植入后所造成的角膜扭曲及/或未矫正的屈光度使验配接触镜更难。

交联剂

角膜胶原蛋白交联术乃利用0.1%的核黄素磷酸以及20%的葡聚糖T500溶液进行角膜内胶原蛋白的交联。

对于进展中的圆锥角膜，现在可利用胶原蛋白交联术

来进行治疗。此项技术利用感光物质C3-R以及UVA经由基质纤维的光聚合固化，宣称可增加角膜硬度及角膜基质的延展性。可在局部麻醉后，使用约1小时的疗程治疗轻度及中度的圆锥角膜患者（最低角膜中心厚度为400微米）。

进行此项手术时，需移除直径约9mm之角膜上皮，并在实施UVA放射前施点核黄素磷酸溶液，点完后每五分钟进行一次UVA放射治疗直到30分钟。然后将7mm大小的角膜区域再照射30分钟的UVA。术后需点抗生素并配戴治疗型接触镜来保护角膜表面直到上皮愈合。

虽然胶原蛋白交联术是一种永久性的手术，但角膜强化的效果可能因为时间减弱而需要进行再治疗。多数利用猪或兔眼进行的研究指出，交联的效果在整层角膜并无同构型分布，强化的效果在角膜前半部200~300微米处较明显，因该处为UVA吸收量最高之处。但使用人眼的长期观察结果则得到较乐观的结果：50~60%受试者的最佳矫正视力增加多于一行；20~29%的受试者在三年内维持相同视力。使用共轭焦显微镜观察的结果显示，因交联所造成的基质水肿约需3至6个月可消除并使基质中的角膜细胞再生。而超过350微米较深层的基质细胞以及内皮细胞密度和形状较不受交联疗法的影响。但动物实验显示，若角膜厚度低于400微米，则会显现内皮细胞毒性。表示若角膜厚度较薄之患者并不适合进行此项治疗。



图3.白光照射下的角膜环

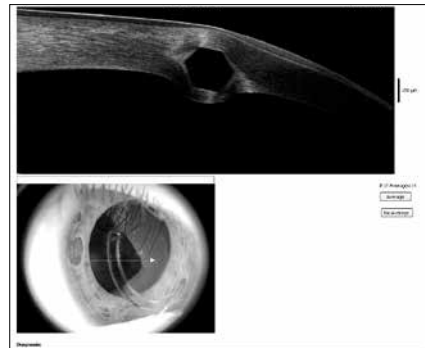


图4.配戴角膜环的剖面图

利用Orbscan II来侦测圆锥角膜

Orbscan II是一种利用狭缝扫描摄影技术与包含光三角测量的数学运算来侦测角膜前、后表面的仪器。此仪器选择最符合角膜表面中周(零高度)特定曲率半径的球面并以微米或厘米为单位描述最佳配适球面(BFS)之上或之下的角膜高度(图8)。相较于最佳配适球面,这些高度地形图使用以下指数说明与其他曾被报导用以分类角膜是否在正常范围的特征:

- 角膜厚度最薄值小于470微米
- 中心7厘米的角膜厚度不同而且最小差异值大于100微米
- 角膜最薄点在地图中心半径2.5mm之外
- 平均角膜最大K值(在中心7mm范围内)大于45.50D(7.42mm)
- 在前切线地形图看到破裂/不规则/非对称的领结
- 前轴度数地形图的中心3mm区差异>-3.00D
- 角膜后半部的最佳配适球面曲率半径 $\geq 55.00D(6.14mm)$
- 角膜后表面中央5mm最大高度>50微米
- 前、后高度地形图上看见弯曲/变形的不对称
- 最大前高度位置与最大后高度位置或最大前切线曲率半径位置或最小厚度点位置一致(+/-1mm)
- 角膜前后高度地形图的高点位于下方/颞侧
- 角膜前半部最佳配适球面的曲率半径(mm)与角膜后半部最佳配适球面的曲率半径(厘米)之比例大于1.2

研究显示最好的早期圆锥角膜指标是中央角膜后半部的高度大于40至50微米。



图1 Orbscan II 最佳配适球面之高度地形图

验配半及小巩膜片

使用角膜矢深量测值验配直径如14.5~18.2的大直径镜片是最好的方法，Visante OCT使用频域相干断层扫描术使眼睛前半部影像化，让视光从业人员可用软件提供的测量光标卡尺在任何的弦长手动测量角膜矢深。目前较新的角膜地图仪也能测量角膜矢深。这个量测值能帮助您挑选最初的试片，特别是对于进展期的圆锥角膜或术后的患者而言。小巩膜设计的镜片是以矢深的量测值使试片更符合角膜的矢深，其他未告知矢深的镜片，或许可从镜片的直径、e值及中心角膜弧度计算镜片的矢深(公式请参照前文)，或透过基于角膜中央K值及角膜散光的验配公式得知。当您评估这些镜片的配适时，请记得于患者戴上镜片前，在充满生理食盐水或无防腐剂的舒润液的水碗状镜片中滴入荧光液。

中央矢深的配适

当镜片的矢深小于角膜矢深时，镜片会有较平的配适(图1)。过平的镜片加上轮部-巩膜交接处的边缘空隙较高，将会看到如图2中的气泡。若镜片的矢深明显大于角膜矢深，将会产生过度的角膜空隙及在中央出现大气泡，如图3所示。减少镜片的矢深将会使出现在中央的气泡消失。当角膜及镜片矢深一致时，就会在角膜上出现平行到微陡的配适。(图4)

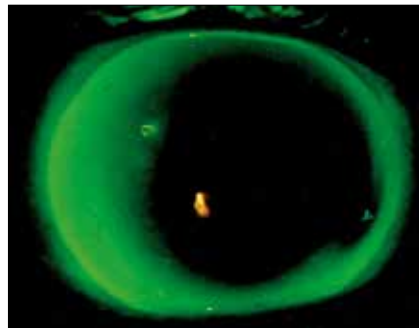


图1.较平镜片配适的荧光图

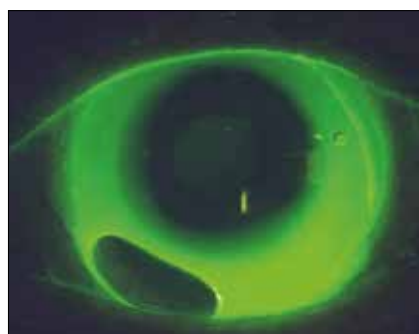


图2.较平镜片加上周边有气泡的荧光图



图3.较陡的镜片加上中央有气泡的荧光图

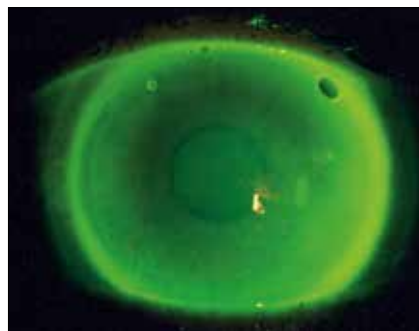


图4.理想配适的荧光图

中周边或轮部区的配适

在镜片中周边应有空隙，镜片的这个区域是位在轮部区之上，可透过荧光液看到。镜片在此区的任何侵犯会造成擦伤及不适感，相反的，过多的空隙会导致气泡的出现，可能因此使得角膜干燥。您或许可放平镜片的中周边，当此区有太多接触时；或加陡镜片的中周边，当此区有气泡时。当试片中的直径都无法获得可接受的配适时，您也可以增加镜片的直径，当镜片中周边有太多接触时；或减少镜片直径，当镜片中周边有气泡时，

巩膜验配区

镜片的巩膜区应在结膜上与结膜平行而不侵犯或没有过多的空隙以最大化配戴的舒适度及容易取下镜片，即便使用吸棒，例如：DMV。当巩膜区太陡且侵犯结膜时，结膜血管会在镜片及结膜交接处的边缘变白。配戴者可能会在取下镜片后在轮部及镜片边缘间发现明显的水肿。此时会需要较平的边弧，但要注意边弧不可过平。过平的边弧会导致配戴的不适感，并可能使镜片偏位，故必须避免。

验配范例

中央型或乳突状的圆锥角膜(早期)

某位17岁的患者进您店里抱怨最近已换过眼镜处方，但视力仍不佳，尤其是在晚上。此患者有过敏病史且因有干眼症偶尔使用舒润液。无眼睛、个人及家族病史，且他未服用任何药物。

眼睛的测量数据

HVID=11mm, 睑裂宽=10mm, 适光环境下的瞳孔大小=1.78mm

双眼泪液破裂时间：9秒

视网膜镜：检查者可看到剪刀状反射，且由于在上一次回诊时注意到的非正交或不规则散光及从顺规性到斜轴性散光的度数及轴度改变很难决定最后的度数处方。

矫正视力可达0.8²

裂隙灯显微镜检查：角膜、结膜、眼睑及睫毛

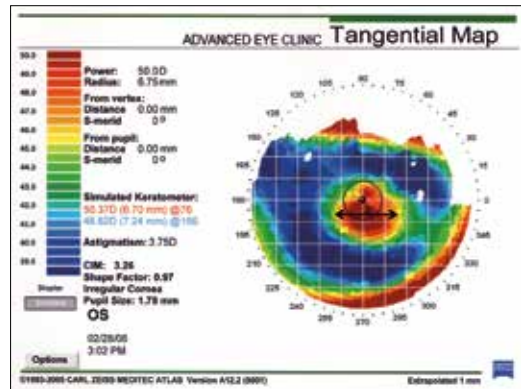


图1:中央型圆锥角膜的角膜地形图

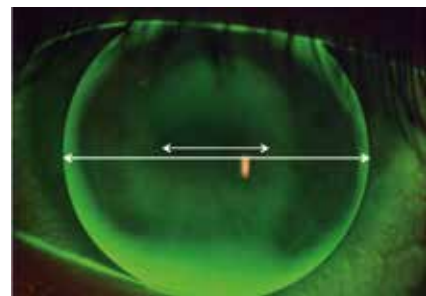


图2:中央型圆锥角膜的荧光图

征象	有	无
向下看时在下眼睑缘观察到角膜突出的形状(蒙森氏征)		■
弗来舍尔氏环	■	
伏格特式圆锥角膜纹		■
上皮下的纤维线条	■	
突出的角膜神经	■	
角膜结痂		■
角膜变薄	■	
新生血管		■
结膜充血	■	
中央角膜染色		■
周边角膜染色		■
睑缘炎	■	
睑板腺功能障碍	■	

角膜地形图

模拟K值(D, mm)	46.62 (7.24) @166 / 50.37 (6.7) @076
角膜散光(D)	-3.75 x 166
平均K值	(D, mm) 48.50 (6.96)
陡K值	(D) 50.00
最陡的圆锥直径	2
整体圆锥直径	4.5
Q, e and p values*	0.97, 0.98, 0.03

Q(角膜不规则值) = e2、e(角膜离心率)、P(形状因子) = 1-Q

验配步骤

第一步：决定镜片的后光学区直径及总直径

这位患者有早期的中央型或乳突状圆锥，当圆锥变陡时，圆锥的直径会变小。由于BOZD较小且和基弧相关，浮动式BOZD的试片会较适合这位患者，虽然您可验配任何小BOZD的试片。将镜片的BOZD符合圆锥的直径会使角膜矢深及跨越光学区的弦之镜片矢深更一致。

圆锥类型	圆锥直径	BOZD范围	镜片直径范围
轻度中央型圆锥角膜	4.0 ~ 5.0 mm	7.4 ~ 8.1 mm	9.4 ~ 9.6 mm

以下是验配者依第13页表2所选择的试片

圆锥类型	圆锥直径	BOZD范围	镜片直径范围
轻度中央型圆锥角膜	4.0 mm	5.5 mm	9.4 mm

决定镜片基弧

决定镜片基弧要考虑两个参数：第一：角膜散光量(表A)及第二BOZD的大小(表B) 使用右方的公式将mm的单位改为D：

$$\frac{337.5}{\text{mm 或 D}} = \text{mm 或 D}$$

(参照附录F：K值转换表)

表A：角膜散光

ΔK (D)角膜散光度数	BOZR (D) (9.4LD)
-0.25D ~ -3.75D	平坦 K (D) - 0.609 x (ΔK)
-4.00D ~ -7.50D	平坦 K (D) - 0.491 x (ΔK)*
-7.75D ~ -16.75D	平坦 K (D) - 0.354 x (ΔK)

* 7.4的BOZD用平均K

T表B: BOZD的大小

浮动的BOZD	基弧(mm)
3.0-3.7 mm	平均 (mm) - 0.4 mm
3.8-4.9 mm	平均 (mm) - 0.35 mm
5.0-6.1 mm	平均 (mm) - 0.3 mm
6.2-7.3 mm	平均 (mm) - 0.2 mm
7.4-8.0 mm	平均 (mm)
> 8.1 BOZD	平均 (mm) + 0.2 mm

使用此种镜片设计搭配9.4的镜片直径、7.4的BOZD及球面的中央部分，最初的镜片基弧计算如下：

ΔK (D)	BOZR (D) (9.4LD/7.4 BOZD)
-3.75 D	平均 K = 48.50 D (6.96 mm)

第三步：挑选试片

参照第13页的表2是一个挑选试片参数的范例，其BOZD不只随镜片直径改变，也随镜片基弧而变。当基弧变陡时，BOZD会缩小，挑选的镜片有小的BOZD(以5.5取代7.4)故基弧需调整(6.96-0.3mm)-6.66mm，请参照表B

基弧	BOZD	周边的AEL	度数
6.66	5.50	“标准”	-6.00 D

步骤四：评估配适

评估镜片跟随眨眼的中央定位及滑动，然后以钴蓝光及Wratten #12黄色滤光片评估荧光图，请参照第27页的流程图。在此案例，中央的配适是可接受的，但周边的配适太陡。这是由于角膜的e值太高及镜片的AEL无法在眼睛上提供足够的AEC

	最初	调整
BOZR	6.66	未改变
BOZD	5.50	未改变
TD	9.40	未改变
Periphery AEL	“标准”	平坦#2

第五步：戴镜验光以决定最后的度数

让患者配戴试片实施戴镜验光以预测镜片的度数，由于这些患者通常只有少量的残余散光，故以视网膜镜决定度数是困难的，而使用计算机验光仪可能对这些病人是有帮助的。

计算机验光仪能提供相当好的起点让您进行主观式的戴镜验光。以戴镜验光决定最佳球面度数，若超过-4.00D就需考虑顶点距离再加上试片的度数，即为您想定的镜片度数。由于角膜的不规则，散光设计无法用来矫正残余散光。测量患者高对比度的视力值。

接触镜度数	-6.00D
以计算机验光仪进行戴镜验光	-4.00/-1.25 x 152
最佳球面度数	-5.00
顶点距离换算/高对比度的视力	-4.75 D 6/6 HCVA
最后的镜片度数=接触镜度数+顶点距离换算的最佳球面度数	-10.75 D

第六步：订片

最后的镜片订单将包含：

最终镜片设计：透气硬性接触镜 <input type="checkbox"/> spherical(球面) <input type="checkbox"/> aspheric(非球面) <input type="checkbox"/> multicurve(多弧)								
Lab(厂造厂名):					Lens name(镜片名称):			
	BOZR 基弧	SCR/W 第二道弧 度/宽度	PCR/W 边弧弧 度/宽度	Diameter 直径	BOZD 后光学区 直径	Power 度数	CT 中心厚度	Color 颜色
R								
L	6.66	Flat #2 平2格	Flat #2 平2格	9.4	5.5	-10.75	0.14	blue 蓝色
附注：____，以正载体削薄_____ 交接弧 _____ 中周弧 _____								
建议：_____将镜片基弧以0.05mm为单位加陡变成6.55mm，度数将修正为-11.25D，这是由于周边较平改变矢深所做的补偿								

患者取片及回诊

以高DK的材质订制镜片优化角膜生理健康并以电浆增加配戴的舒适度。告知患者在配戴镜片时继续点人工泪液，当患者拿到镜片时，镜片配适及视力表现都和使用试片一致。两周后的回诊显示非常好的效果。建议患者每三个月定期回诊以监控镜片的配适及角膜对镜片的生理反应且在每六个月的回诊时，应重复测量角膜地形图及角膜厚度。

验配范例： 椭圆形圆锥(重度)

某位49岁的患者进入您的店里抱怨视力不好，尤其在晚上，而且在最近更换眼镜处方后仍觉得没有以前看得清楚，他有过敏病史且由于干眼症偶尔点人工泪液。无眼睛、个人及家族病史，他也未服用任何药物。

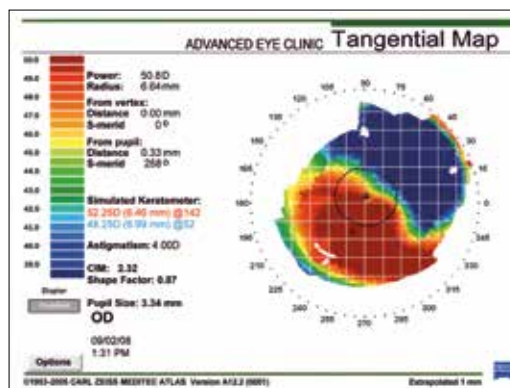


图3:椭圆形圆锥角膜的角膜地形图

眼睛的测量数据

HVID=11mm、睑裂宽=10mm、适光环境下的瞳孔大小=3.34mm

双眼泪液破裂时间：8秒

视网膜镜：检查者可看到剪刀状反射，且由于在上一次回诊时注意到的非正交或不规则散光及从顺规性到斜轴性散光的度数及轴度改变很难决定最后的度数处方。

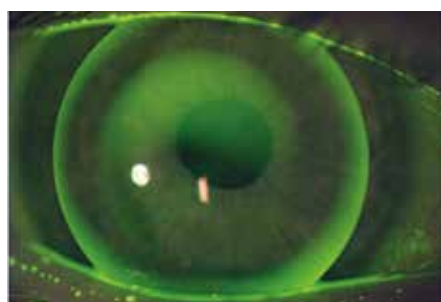


图4:椭圆形圆锥角膜的荧光图

矫正视力可达0.8⁻²

裂隙灯显微镜检查：角膜、结膜、眼睑及睫毛

征象	有	无
向下看时在下眼睑缘观察到角膜突出的形状(蒙森氏征)	■	
弗来舍尔氏环	■	
伏格特氏圆锥角膜纹	■	
上皮下的纤维线条	■	
突出的角膜神经	■	
角膜结痂		■
角膜变薄	■	
新生血管		■
结膜充血	■	
中央角膜染色	■	
周边角膜染色		■
睑缘炎		■
睑板腺功能障碍	■	

角膜地形图

模拟K值 (D, mm)	48.25 (6.99) @052 / 52.25 (6.46) @142
A角膜散光 (D)	-4.00 x 052
平均K值	(D, mm) 50.25 (6.7)
陡K值	(D) 54.00
最陡的圆锥直径	5.5
D整体圆锥直径	6
Q, e 和 p values*	0.87, 0.93, 0.07

*Q(角膜不规则值) = e2, e(角膜离心率)、P(形状因子) = 1-Q

验配步骤

第一步：决定后光学区直径及镜片总直径

此位患者有进展期的椭圆形圆锥角膜，当圆锥变陡时，圆锥的直径会变更大。固定BOZD的试片会较适合这种病人，因为BOZD较大且和基弧无关，虽然也能验配任何大BOZD的试片。

圆锥类型		圆锥直径	BOZD的范围	镜片直径的范围
椭圆形	重度	6.1 ~ 8.0 mm	8.10 ~ 9.40 mm	10.2 ~ 11.2 mm

验配者挑选多弧设计加上10.4mm直径及8.4mm的BOZD为试片

第二步：决定镜片基弧

决定镜片基弧要考虑两个参数：第一：角膜散光量(表C)及第二BOZD的大小(表D) 使用右方

的公式将mm的单位改为D：
$$\frac{337.5}{\text{mm 或 D}} = \text{mm 或 D}$$

(参照附录F：K值转换表)

参照附录C决定镜片基弧

ΔK (D) 角膜散光度数	BOZR (D) (9.4LD)
-0.25D ~ -3.75 D	平坦 K (D) - 0.609 x (ΔK)
-4.00D ~ -7.50 D	平坦 K (D) - 0.491 x (ΔK)*
-7.75D ~ -16.75 D	平坦 K (D) - 0.354 x (ΔK)

7.4的BOZD用平均K

表D: BOZD大小

固定的BOZD/镜片直径	基弧(mm)
5.25-6.5/8.5-8.8 mm	平均 K (mm) - 0.2 mm
7.2-7.5/9.2-9.6 mm	平均 K (mm)
7.6-8.1/9.8-10.1 mm	平均 K (mm) + 0.15 mm
8.2-8.6/10.2-10.7	平均 K (mm) + 0.2 to 0.3 mm
8.7-9.4/10.8-11.4	平均 K (mm) + 0.4 mm

这种镜片设计加上镜片的中央部分的球面，最初挑选的基弧如下：

ΔK (D)	BOZR (D) (9.4LD/7.4 BOZD)
-4.00 D	平均 K = 50.25 D (6.7 mm)

验配者挑选的BOZD为8.4mm, 镜片的最终基弧将调整为：

ΔK (D)	BOZR (D) (9.4LD/7.4 BOZD)	BOZR 调整过后的基弧
-4.00 D	平均 K = 50.25 D (6.7 mm)	平均 K + 0.25 mm (6.7 + 0.25) = 6.95 mm

第三步：挑选试片

	10,2-10,6 TD																	
基弧	7.94	7.76	7.58	7.42	7.18	7.11	7.03	6.96	6.89	6.82	6.75	6.68	6.62	6.55	6.49	6.37	6.25	6.14
BOZD	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60
第二道弧度	8.94	8.76	8.58	8.42	7.98	7.91	7.83	7.76	7.69	7.62	7.55	7.48	7.42	7.50	7.40	7.30	7.25	7.20
第二道弧宽度	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
第三道弧度	10.15	10.10	10.00	9.80	8.98	8.91	8.83	8.76	8.69	8.62	8.55	8.48	8.42	8.55	8.40	8.30	8.25	8.20
第三道弧宽度	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.20	9.20	9.20	9.20	9.20	9.20	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
第四道弧度	11.50	11.40	11.30	11.00	10.18	10.11	10.03	9.96	9.89	9.82	9.75	9.68	9.62	9.65	9.55	9.35	9.35	9.25
第四道弧宽度	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.80	9.80	9.80	9.80	9.80	9.80	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
边弧	12.15	12.15	12.10	12.00	11.68	11.61	11.53	11.46	11.39	11.32	11.25	11.18	11.12	11.00	11.00	10.85	10.80	10.75
边弧宽度	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.60	10.60	10.60	10.60	10.60	10.60
AEL	0.245	0.266	0.287	0.303	0.310	0.319	0.349	0.361	0.373	0.386	0.400	0.415	0.457	0.486	0.501	0.538	0.591	0.644

参照上表多弧试片的参数显示BOZD是固定的，只会随着镜片的直径而变，而非随着基弧而变。当镜片直径增加时，BOZD也增加。请注意当角膜变陡及e值增加时，镜片的AEL也会增加。试片如下表所示：

基弧	BOZD/镜片直径	周边的 AEL	镜片度数
6.95	8.4/10.4	0.36	-8.00 D

第四步：镜片配适评估

评估镜片跟随眨眼的中央定位及滑动，然后以钴蓝光及Wratten #12黄色滤光片评估荧光图，请参照第27页的流程图。在此案例，中央的配适是可接受的，但周边的配适太紧。

由于患者角膜有高e值，镜片标准的AEL无法在眼睛上提供足够的AEC，故在订片时藉由增加AEL0.2mm将周边放平。

第五步：戴镜验光以决定最后度数

让患者配戴试片实施戴镜验光以预测镜片的度数，由于这些患者通常只有少量的残余散光，故以视网膜镜决定度数是困难的，而使用计算机验光仪可能对这些病人是有帮助的。计算机验光仪能提供相当好的起点让您进行主观式的戴镜验光。以戴镜验光决定最佳球面度数，若超过-4.00D就需考虑顶点距离再加上试片的度数，即为您想定的镜片度数。由于角膜的不规则，散光设计无法用来矫正残余散光。测量患者高对比度的视力值。

接触镜度数	-8.00 D
以计算机验光仪进行戴镜验光	-6.00/-1.75 x 032
最佳球面度数	-7.00
顶点距离换算/高对比度的视力	-6.25D 6/6 HCVA
最后的镜片度数=接触镜度数+顶点距离换算的最佳球面度数	-14.25 D

第六步：最终的镜片订单

最后的镜片订单包含：

最终镜片设计：透气硬性接触镜 <input type="checkbox"/> spherical(球面) <input type="checkbox"/> aspheric(非球面) <input type="checkbox"/> multicurve(多弧)										
Lab(厂造厂名):					Lens name(镜片名称):					
	BOZR 基弧	SCR/W 第二~四道弧弧度/宽度			PCR/W 边弧弧度/ 边弧宽度	Diameter 直径	BOZD 后光学 区直径	Power 度数	CT 中心厚 度	Color 颜色
R	6.95	8.0/0.2	9.76/0.2	10.96/0.3	12.25/0.3	10.4	8.4	-14.25	0.16	blue
L										
附注：____，以正载体削薄____ 交接弧 ____ 中周弧 ____ 右眼加点记号 ____										
建议：____ 轴性边缘翘角 = 0.56 ____										

第七步： 镜片运送与回诊

以高DK的材质订制镜片优化角膜生理健康并以电浆增加配戴的舒适度。告知患者在配戴镜片时继续点人工泪液，当患者拿到镜片时，镜片配适及视力表现都和使用试片一致。两周后的回诊显示非常好的效果。建议患者每三个月定期回诊以监控镜片的配适及角膜对镜片的生理反应且在每六个月的回诊时，应重复测量角膜地形图及角膜厚度。

附录 F: 值转换表

使用右方的公式将mm的单位改为D:

$$\frac{337.5}{\text{mm 或 D}} = \text{mm 或 D}$$

mm to D

mm	D	mm	D
4.70	71.81	6.65	50.75
4.75	71.05	6.70	50.37
4.80	70.31	6.75	50.00
4.85	69.59	6.80	49.63
4.90	68.88	6.85	49.27
4.95	68.18	6.90	48.91
4.75	71.05	6.95	48.56
4.80	70.31	7.00	48.21
4.85	69.59	7.05	47.87
4.90	68.88	7.10	47.54
4.95	68.18	7.15	47.20
5.00	67.50	7.20	46.88
5.05	66.83	7.25	46.55
5.10	66.18	7.30	46.23
5.15	65.53	7.35	45.92
5.20	64.90	7.40	45.61
5.25	64.29	7.45	45.30
5.30	63.68	7.50	45.00
5.35	63.08	7.55	44.70
5.40	62.50	7.60	44.41
5.45	61.93	7.65	44.12
5.50	61.36	7.70	43.83
5.55	60.81	7.75	43.55
5.60	60.27	7.80	43.27
5.65	59.73	7.85	42.99
5.70	59.21	7.90	42.72
5.75	58.70	7.95	42.45
5.80	58.19	8.00	42.19
5.85	57.69	8.05	41.93
5.90	57.20	8.10	41.67
5.95	56.72	8.15	41.41
6.00	56.25	8.20	41.16
6.05	55.79	8.25	40.91
6.10	55.33	8.30	40.66
6.15	54.88	8.35	40.42
6.20	54.44	8.40	40.18
6.25	54.00	8.45	39.94
6.30	53.57	8.50	39.71
6.35	53.15	8.55	39.47
6.40	52.73	8.60	39.24
6.45	52.33	8.65	39.02
6.50	51.92	8.70	38.79
6.55	51.53	8.75	38.57
6.60	51.14	8.80	38.35

D to mm

D	mm	D	mm	D	mm
38.00	8.88	49.00	6.89	60.00	5.63
38.25	8.82	49.25	6.85	60.25	5.60
38.50	8.77	49.50	6.82	60.50	5.58
38.75	8.71	49.75	6.78	60.75	5.56
39.00	8.65	50.00	6.75	61.00	5.53
39.25	8.60	50.25	6.72	61.25	5.51
39.50	8.54	50.50	6.68	61.50	5.49
39.75	8.49	50.75	6.65	61.75	5.47
40.00	8.44	51.00	6.62	62.00	5.44
40.25	8.39	51.25	6.59	62.25	5.42
40.50	8.33	51.50	6.55	62.50	5.40
40.75	8.28	51.75	6.52	62.75	5.38
41.00	8.23	52.00	6.49	63.00	5.36
41.25	8.18	52.25	6.46	63.25	5.34
41.50	8.13	52.50	6.43	63.50	5.31
41.75	8.08	52.75	6.40	63.75	5.29
42.00	8.04	53.00	6.37	64.00	5.27
42.25	7.99	53.25	6.34	64.25	5.25
42.50	7.94	53.50	6.31	64.50	5.23
42.75	7.89	53.75	6.28	64.75	5.21
43.00	7.85	54.00	6.25	65.00	5.19
43.25	7.80	54.25	6.22	65.25	5.17
43.50	7.76	54.50	6.19	65.50	5.15
43.75	7.71	54.75	6.16	65.75	5.13
44.00	7.67	55.00	6.14	66.00	5.11
44.25	7.63	55.25	6.11	66.25	5.09
44.50	7.58	55.50	6.08	66.50	5.08
44.75	7.54	55.75	6.05	66.75	5.06
45.00	7.50	56.00	6.03	67.00	5.04
45.25	7.46	56.25	6.00	67.25	5.02
45.50	7.42	56.50	5.97	67.50	5.00
45.75	7.38	56.75	5.95	67.75	4.98
46.00	7.34	57.00	5.92	68.00	4.96
46.25	7.30	57.25	5.90	68.25	4.95
46.50	7.26	57.50	5.87	68.50	4.93
46.75	7.22	57.75	5.84	68.75	4.91
47.00	7.18	58.00	5.82	69.00	4.89
47.25	7.14	58.25	5.79	69.25	4.87
47.50	7.11	58.50	5.77	69.50	4.86
47.75	7.07	58.75	5.74	69.75	4.84
48.00	7.03	59.00	5.72	70.00	4.82
48.25	6.99	59.25	5.70	70.25	4.80
48.50	6.96	59.50	5.67	70.50	4.79
48.75	6.92	59.75	5.65	70.75	4.77

附录G: 远距离视力的转换表

Snellen (英尺)	Snellen (公尺)	对数	弧分
20/200	6/60	1.0	0.1
20/160	6/48	0.9	0.125
20/100	6/30	0.8	0.2
20/80	6/24	0.7	0.25
20/70	6/23	0.6	0.28
20/63	6/18	0.5	0.32
20/50	6/15	0.4	0.4
20/40	6/12	0.3	0.5
20/32	6/9	0.2	0.64
20/25	6/7.5	0.1	0.8
20/20	6/6	0.0	1.0



接触镜研究中心
滑铁卢大学视光学系
200 University Avenue West
Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1

519 888-4742
<http://cclr.uwaterloo.ca>