

IOL度数预测  
基于生物测量分析

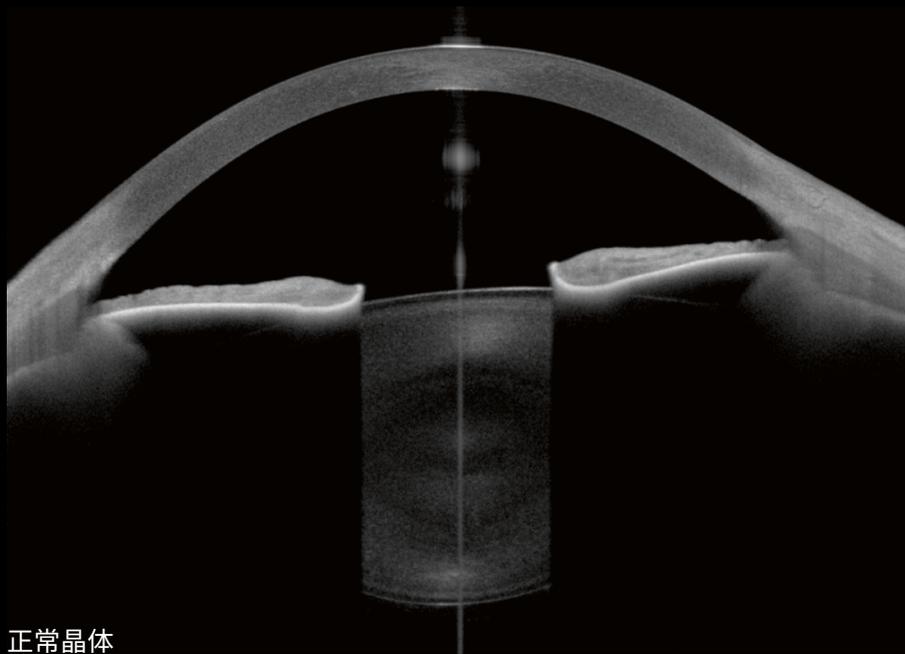


**ANTERION<sup>®</sup>**

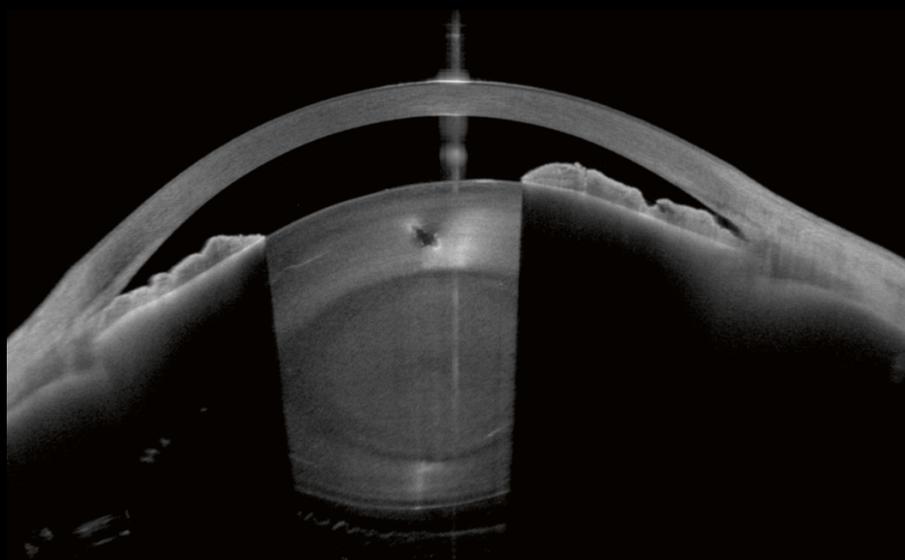
**HEIDELBERG  
ENGINEERING**



**ACADEMY**

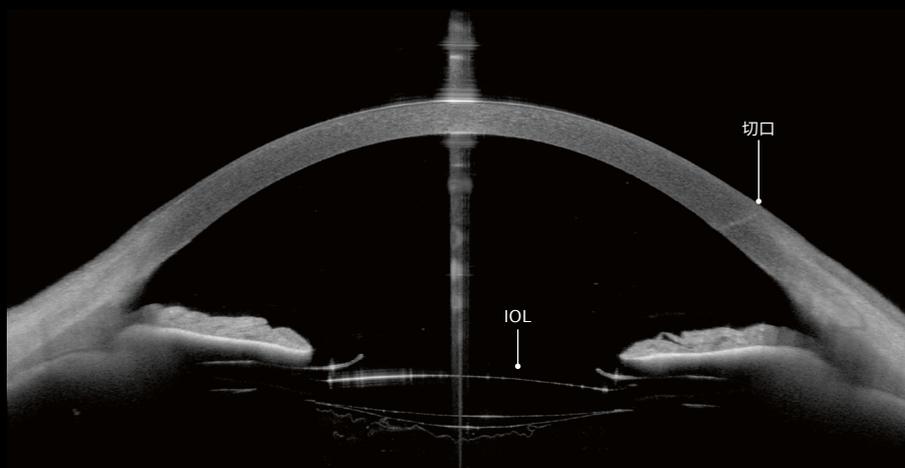


正常晶体



硬核白内障

图像惠赠者: Tobias Duncker, MD, Halle, Germany



膨大的人工晶状体眼, 白内障和晶状体囊切开术后

图像惠赠者: Ulrich Kellner, MD, Siegburg, Germany

# 目录

## 1 开始

 生物测量双眼概述 .....	4
 核实检查质量 .....	6

## 2 图和参数

2.1 前表面轴向曲率 .....	8
2.2 后表面轴向曲率 .....	9
2.3 散光(陡峭) .....	10
2.4 角膜总屈光力 .....	10
2.5 角膜总波前像差 .....	11
2.6 厚度测量 .....	11
2.7 前节 .....	12
2.8 瞳孔和白到白 .....	12
 编辑解剖边界 .....	13
2.9 眼轴长度 .....	14
 眼轴长度值和眼状态 .....	15
 眼轴长度图 .....	16
2.10 眼轴长度图异变 .....	17

## 3 正常眼与困难眼

3.1 预处理的角膜 .....	19
3.2 短眼和长眼 .....	21
3.3 玻璃体切除术后眼 .....	21

## 4 附录

4.1 术语表和定义 .....	22
4.2 参考 .....	23



本教程不意图作为诊断指南,也不替代临床经验和评估。在诊断和治疗患者时,每名临床医生必须分析和解读所有可用数据并根据其临床评估和经验作出个人临床决定。医生负责诊断。

# 1 开始!



## 生物测量双眼概述

OU  
Biometry OU

如果角膜模块和白内障模块可用

检查后,所有的角膜地形图均在白内障模块内部自动提供。如果计划随访测量角膜图,请用角膜模块执行附加检查。



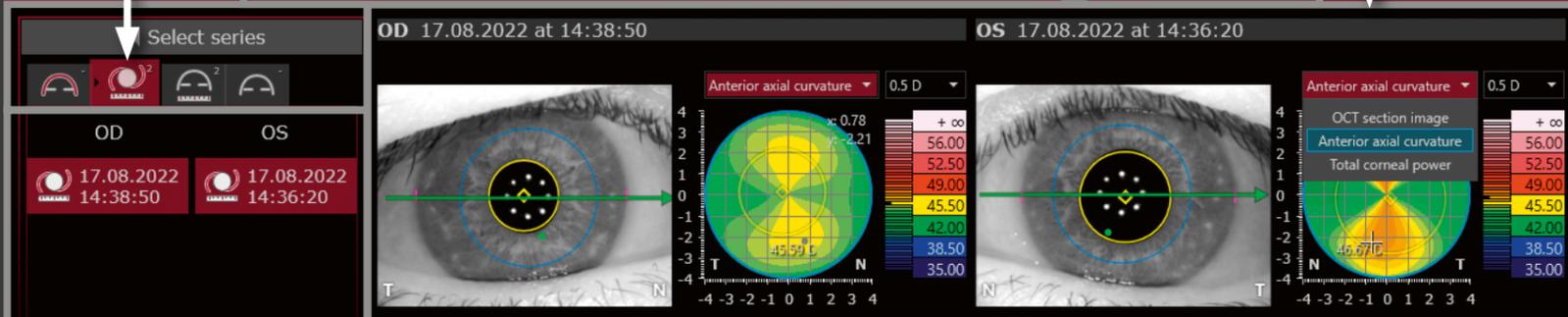
1 附带采集次数的选定模块。

3 打开模块专有视图的菜单栏。

4 带覆盖图层和 OCT 断层图视图、anterior axial curvature (前表面轴向曲率) 视图或 total corneal power (角膜总屈光力) 图视图的相机图像。



7 Default settings (默认设置), 旨在作为具有关键用户权限的用户配置一般设置和模块专用(默认)设置。



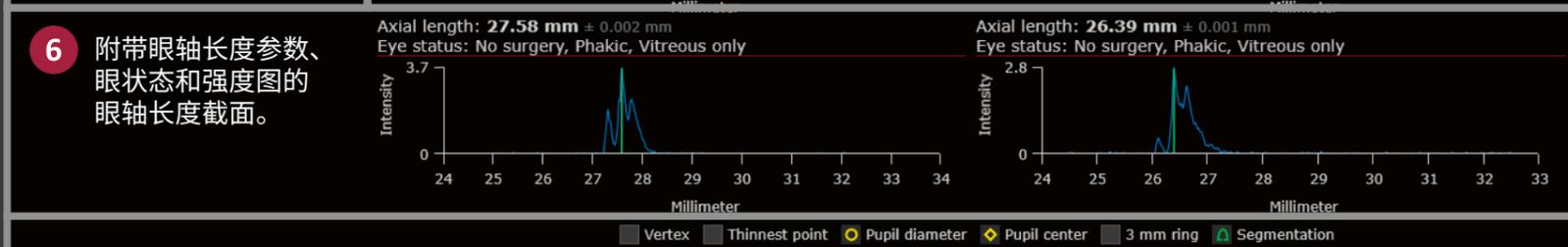
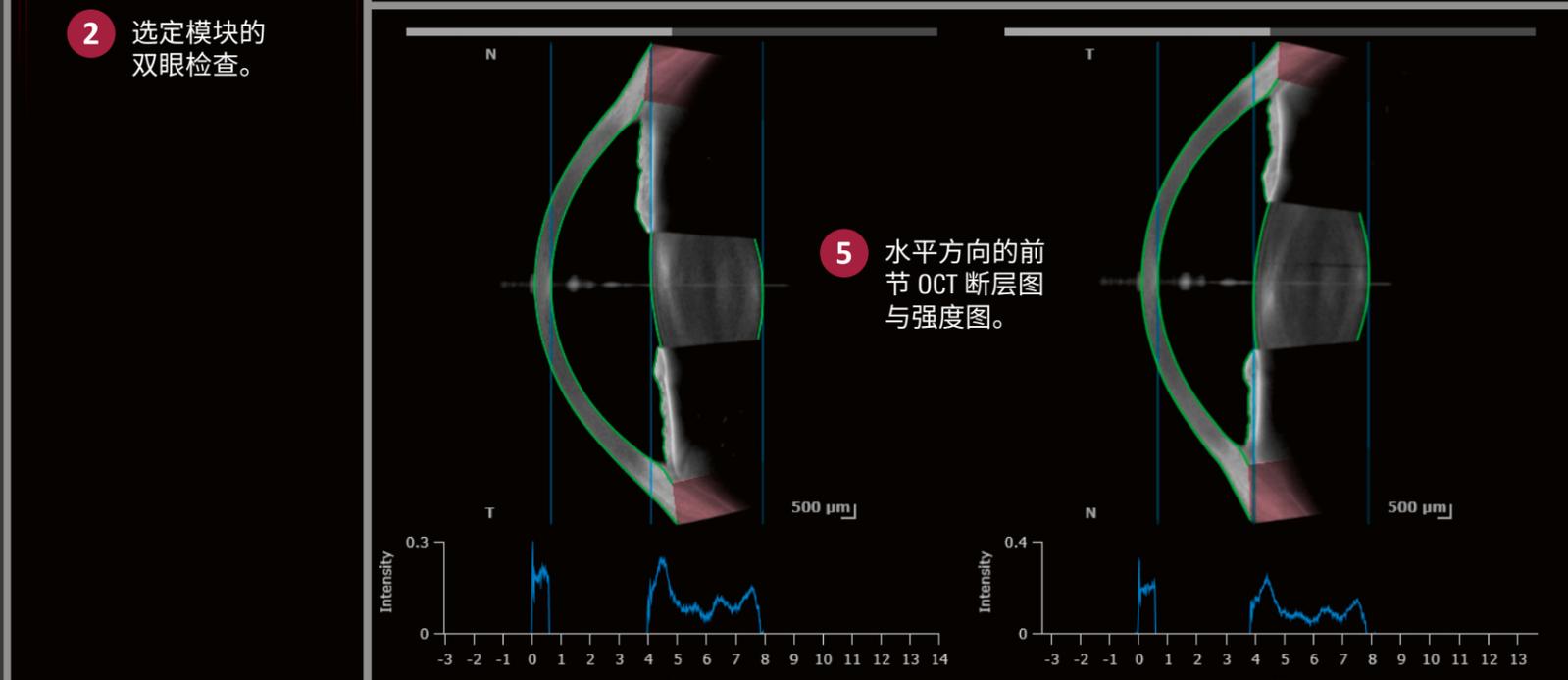
2 选定模块的双眼检查。

8 More 部分:



附带角膜参数的 Basics 选项卡和附带 IOL 选择参数和屈光力预测参数的 Premium IOL 选项卡。

OD-OS Difference 栏高亮显示两眼之间差值,因为大多数患者中右眼和左眼相似。



6 附带眼轴长度参数、眼状态和强度图的眼轴长度截面。

Parameter	OD	OS	OD - OS Difference
<b>Anterior axial curvature (simulated)</b>			
nk = 1.3375; 3 mm ring			
SimK <sub>mean</sub>	45.03 D	45.09 D	-0.06 D
SimK (steep)	45.66 D @ 94°	47.21 D @ 91°	
SimK (flat)	44.41 D @ 4°	43.14 D @ 1°	
Astigmatism (steep)	1.25 D @ 94°	4.07 D @ 91°	-2.82 D
<b>Astigmatism (Steep)</b>			
nc = 1.376; nah=1.336; 3 mm ring			
Astigm. (total)	1.14 D @ 94°	3.96 D @ 92°	
Astigm. (posterior)	-0.30 D @ 93°	-0.67 D @ 87°	
Δ Ast. (anterior - total)	0.11 D @ 0°	0.11 D @ -1°	
<b>Total corneal wavefront</b>			
5 mm zone, pupil-centered			
Z <sup>0</sup> Spherical aberration	0.18 μm	0.14 μm	0.04 μm
RMS HOA	0.20 μm	0.40 μm	-0.20 μm
<b>Pachymetry</b>			
CCT (vertex)	549 μm	544 μm	5 μm
<b>Anterior segment</b>			
AQD	3.45 mm	3.29 mm	0.16 mm
CCT + AQD	3.99 mm	3.84 mm	0.15 mm
Lens thickness	3.83 mm	3.93 mm	-0.10 mm
<b>Pupil &amp; WTW</b>			
Pupil diameter	4.1 mm	5.2 mm	-1.1 mm
Pupil center	0.31 mm (@ 157°)	0.26 mm (@ 317°)	
Pupil center x/y	-0.29/0.12 mm	0.19/-0.18 mm	
WTW	12.14 mm	12.23 mm	
<b>Axial length</b>			
Length	27.58±0.00 mm	26.39±0.00 mm	1.19 mm

单位

参数和大多数曲率图均以屈光力 [D] 和半径 [mm] 为单位可提供。若要更改显示方式,请在 More 部分中或图中右键单击任何位置并且选择所需的计量单位。

图1 生物测量 OU 概述。

9 覆盖图层选项。

# 核实检查质量

**检查质量**  
 确保 ANTERION 检查是白内障手术准备中您的检查工作流程内部的第一个步骤。

Software interface showing biometry data for OD (17.08.2022 at 14:38:50) and OS (17.08.2022 at 14:36:20). The interface includes a top navigation bar with 'OU' and 'Calculation OU' buttons, and a right-hand 'Info' panel. The main area displays anterior axial curvature maps, segmentation diagrams, and axial length graphs for both eyes.

1 单击 Info。

2 验证是否已选定正确的眼状态并且酌情纠正之(第15页)。

3 核查固视灯焦点是否合适。

4 核查采集质量参数是否已标记为 ✔ Pass 或 ✔ Borderline。

5 核查顶点处解剖边界的 Segmentation (分层) 并且酌情编辑之(第13页)。

6 查看眼轴长度值和图。酌情手动输入或编辑它们(第15页)。

**OD-OS DIFFERENCE**  
 OD 与 OS 之间的差值(例如不同的眼长度或角膜参数)可能因此得到更决定性地解读。

**采集质量参数**  
 如果一个或多个采集质量参数被标记为 ✘ Fail, 则根据具体情况决定是否应评估已采集的数据。建议重复该检查, 因为结果可能不准确。

图2 借助 Info 选项卡核实检查质量。

以下章节使用高度散光的正常眼提供与 IOL 屈光力预测相关的 及其示意图的概览, 以及生物测量参数及它们在文献中报告的已观察范围。

报告的范围通过荟萃分析(包括引用的出版物)确定。这些范围包括将会对健康患者(95% 分位数)中典型测量所预期的数值。

**请注意这些数值不适合限定用于诊断目的的正常范围。**

### 角膜地形图可用性

尽管前表面轴向曲率图和角膜总屈光力图也通过白内障模块授权可用, 但是其他图仅通过角膜模块授权才可用。

## 2.1 前表面轴向曲率

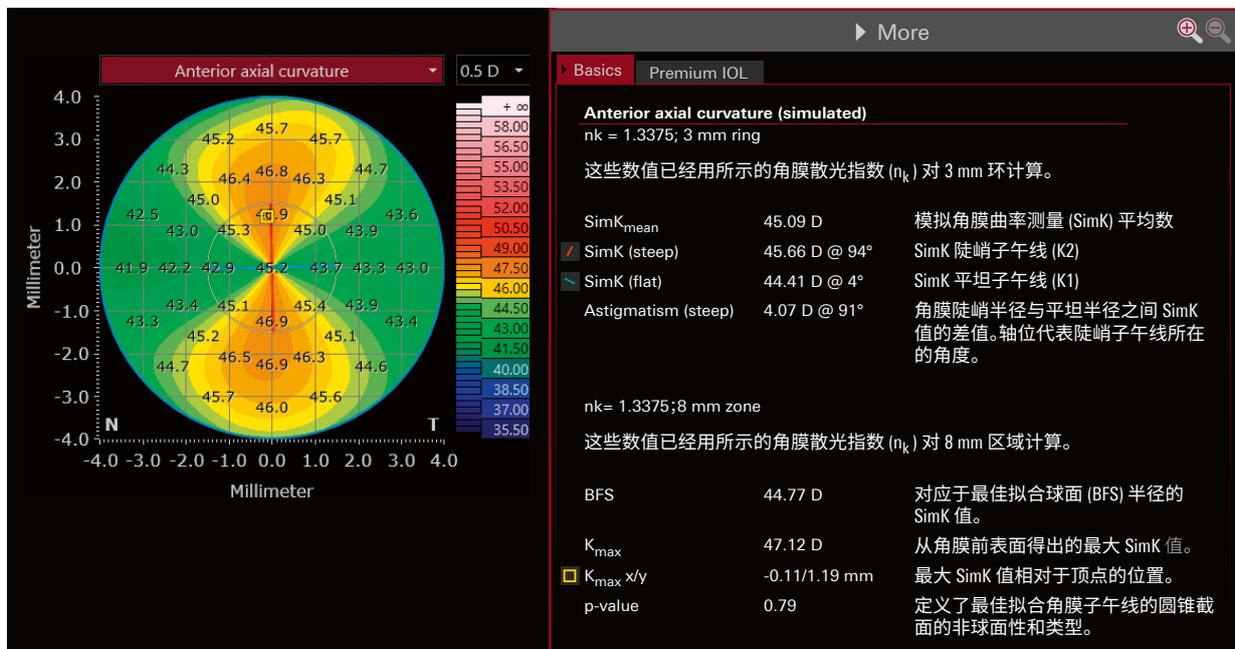


图 3 前表面轴向曲率:图和参数。

前表面轴向曲率图可以半径 [mm] 或屈光力 [D] 为单位表示。从 OCT 数据得出半径, 并且根据高斯光学定律, 使用角膜屈光指数 1.3375, 计算曲率 [mm] 到 SimK [D] 的换算。不考虑折射作用和角膜后表面半径。

### 报告的范围

#### 前表面轴向曲率 (3 mm 环)

R <sub>mean</sub> <sup>1-7</sup>	8.02 – 7.57 mm
SimK <sub>mean</sub> <sup>1-7</sup>	42.1 – 44.6 D

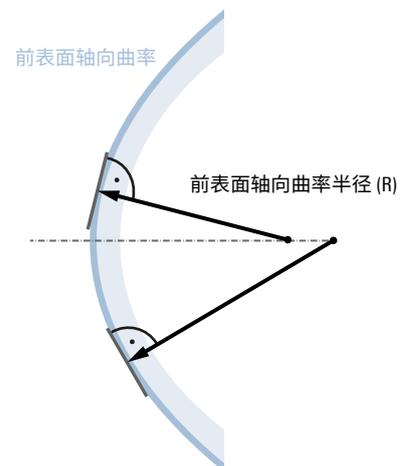


图 4 前表面轴向曲率:示意图。

### 偏心率/非球面性/形态因子

角膜向周界变平的程度可用下列值描述：

- **p-值:**球体 ( $p = 1$ )、长椭球 ( $1 > p > 0$ ) 或扁椭球 ( $p < 0$ )，
- **Q-值:**球体 ( $Q = 0$ )、长椭球 ( $-1 < Q < 0$ ) 或扁椭球 ( $Q > 0$ )，或
- **E-值:**球体 ( $E = 0$ )、长椭球 ( $0 < E < 1$ ) 或扁椭球 ( $E < 0$ )。

待默认显示的数值可以在默认设置中更改。

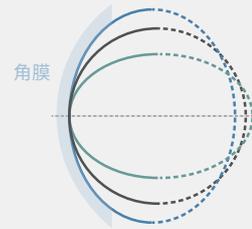


图5 球体、长椭球和扁椭球。

## 2.2 后表面轴向曲率

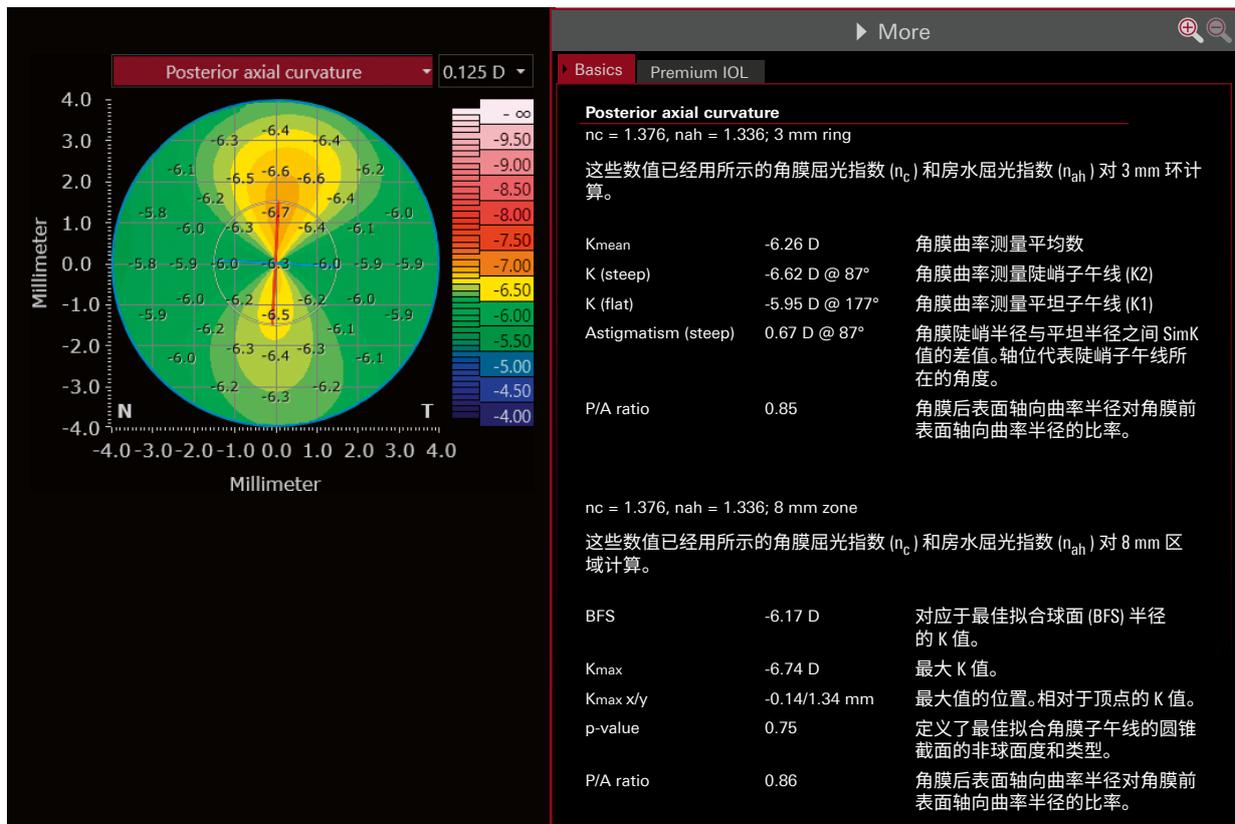


图6 后表面轴向曲率:图和参数。

后表面轴向曲率图可以半径 [mm] 或屈光力 [D] 为单位表示。从 OCT 数据得出半径, 并且根据高斯光学定律, 使用角膜屈光指数 ( $n_c$ ) 和房水屈光指数 ( $n_{ah}$ ), 计算曲率 [mm] 到 K [D] 的换算。

#### 报告的范围

#### 后表面轴向曲率 (3 mm 环)

$K_{mean}^{1-10}$	-5.6 - -6.6 D
P/A ratio (比率) <sup>20</sup>	0.82 - 0.86

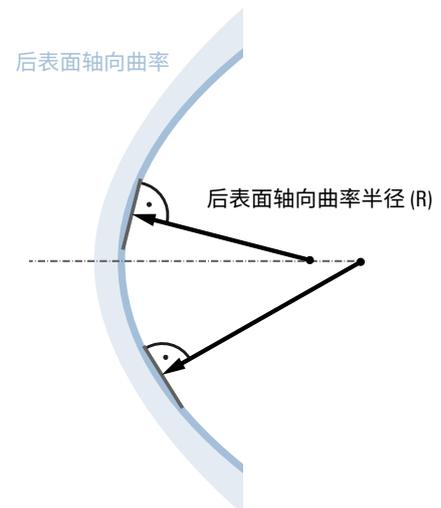


图7 后表面轴向曲率:示意图。

## 2.3 散光(陡峭)

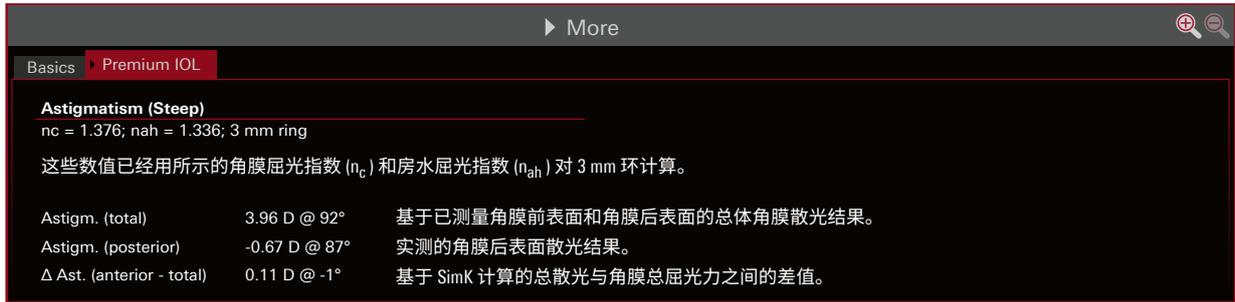


图 8 散光(陡峭):参数。

## 2.4 角膜总屈光力

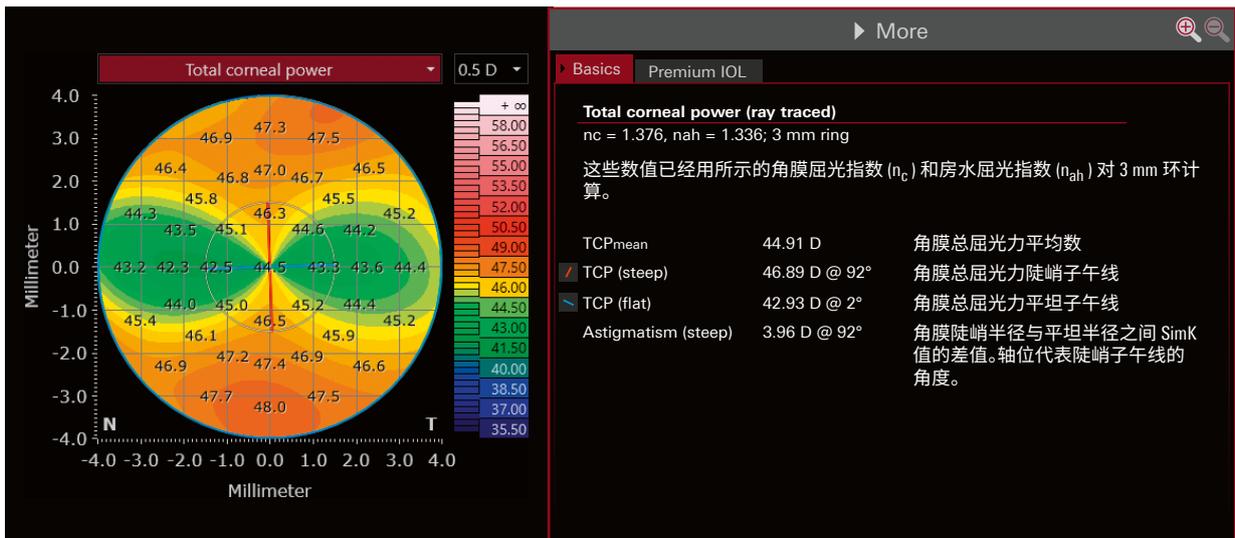


图 9 角膜总屈光力:图和参数。

角膜总屈光力 (TCP) 图显示使用光线追踪法计算的 TCP。这把平行入射光束(假设)在角膜前表面和角膜后表面处的屈光度视作其屈光指数的函数。该图上的每个点都与所得焦距相关,从这个焦距计算出相应的屈光力。

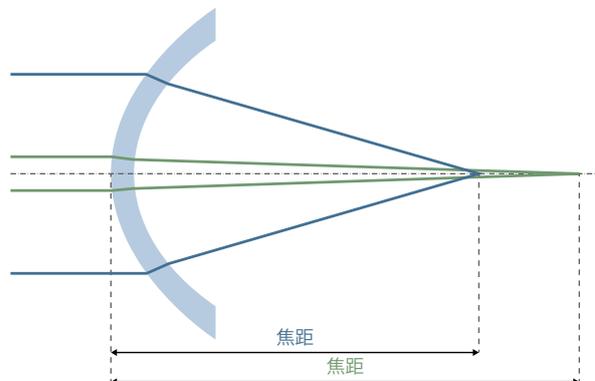


图 10 角膜总屈光力:示意图。

## 2.5 角膜总波前像差



图 11 角膜总波前像差:参数。

### 报告的范围

#### 角膜总波前像差 (6 mm)

$Z_4^0$ 球差 <sup>21</sup>	0.25 – 0.27 $\mu\text{m}$
RMS HOA <sup>21</sup>	0.45 – 0.48 $\mu\text{m}$

### 区域大小

6 mm zone, pupil-centered

通过下拉列表从 3–8 mm 以瞳孔为中心选择用于角膜总波前像差的区域大小。在默认设置中,您可以设置特定大小为默认。

## 2.6 厚度测量

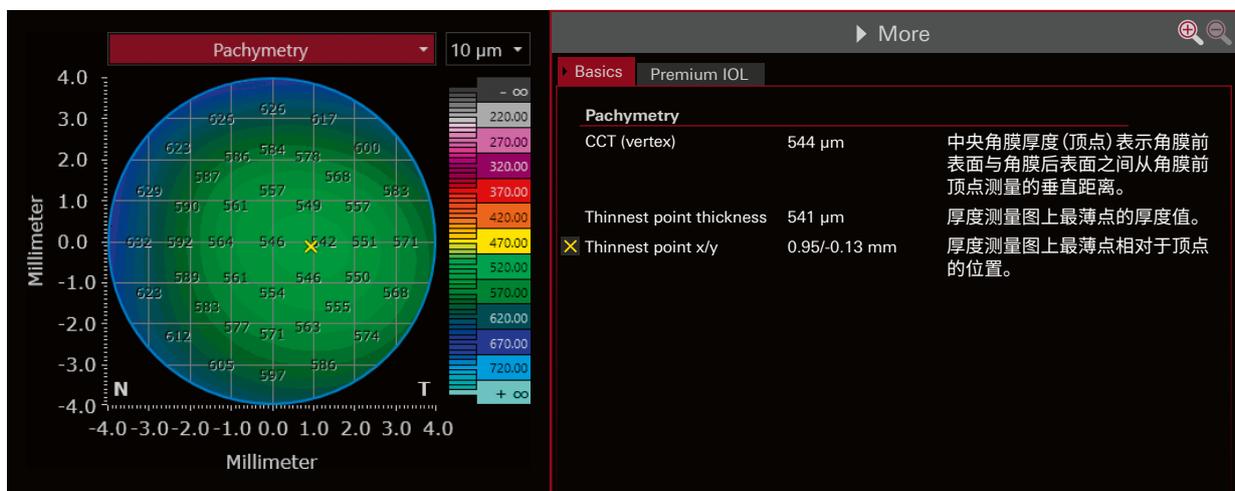


图 12 厚度测量:图和参数。

厚度测量图显示了沿垂直于角膜前表面的平面在 8 mm 图上方的角膜厚度。显示的颜色越暖,角膜越薄。通过选择 **Pachymetry** 下的, **Thinnest Point x/y** (X), 可以显示最薄点的位置。

### 报告的范围

#### 厚度测量

CCT (顶点) <sup>1-4, 6-15</sup>	474 – 608 $\mu\text{m}$
-------------------------------	-------------------------

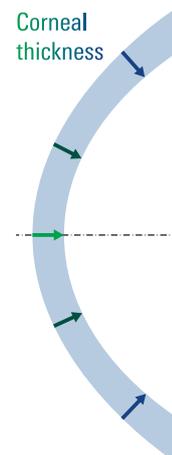


图 13 厚度测量:示意图。

## 2.7 前节

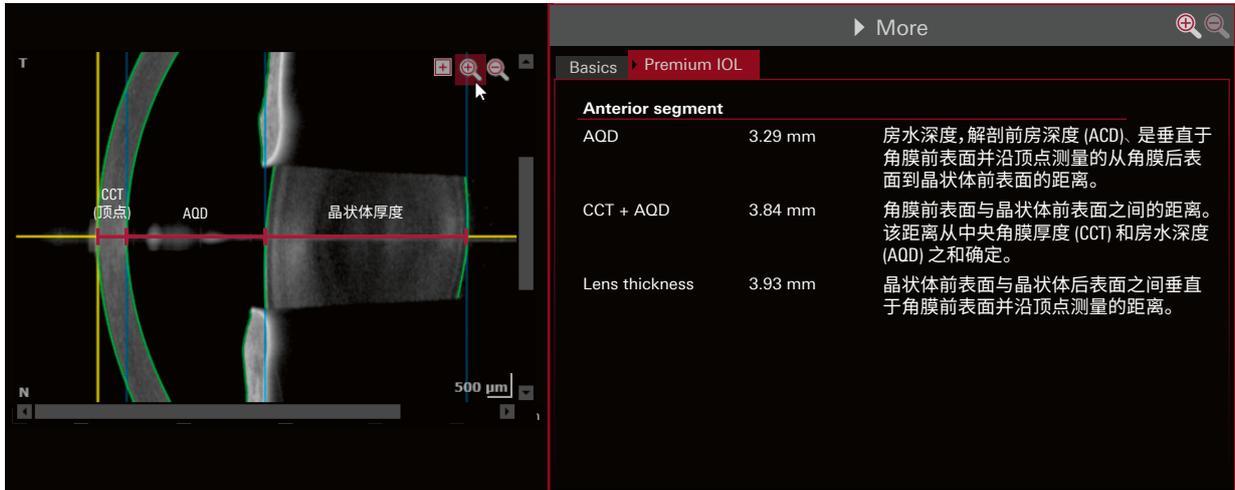


图 14 前节:参数。

### 报告的范围

#### 前节

AOD (ACD) <sup>4, 15-19</sup>	2.11 – 3.91 mm
晶状体厚度 <sup>4, 12-15, 22</sup>	3.43 – 4.77 mm

## 2.8 瞳孔和白到白 (WTW)

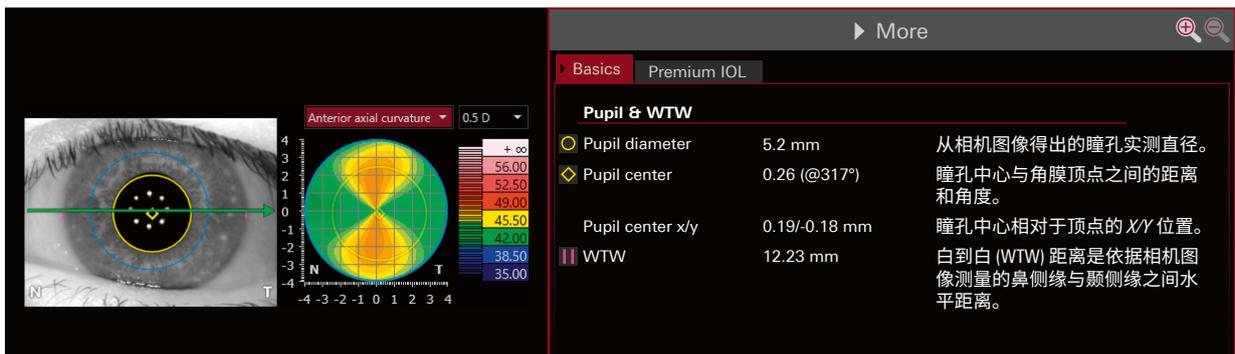


图 15 瞳孔和 WTW (白到白):覆盖图层和参数。

### 报告的范围

#### 白到白

WTW <sup>2-4, 12-14, 22-25</sup>	11.0 – 12.8 mm
----------------------------------	----------------



## 编辑解剖边界

### 不正确的解剖边界

如果未正确检测到角膜前表面的边界, 则重新检查患者。

如果未正确检测角膜后表面边界、晶状体前表面边界和/或晶状体后表面边界, 则应手动调整相应边界或考虑重新检查。

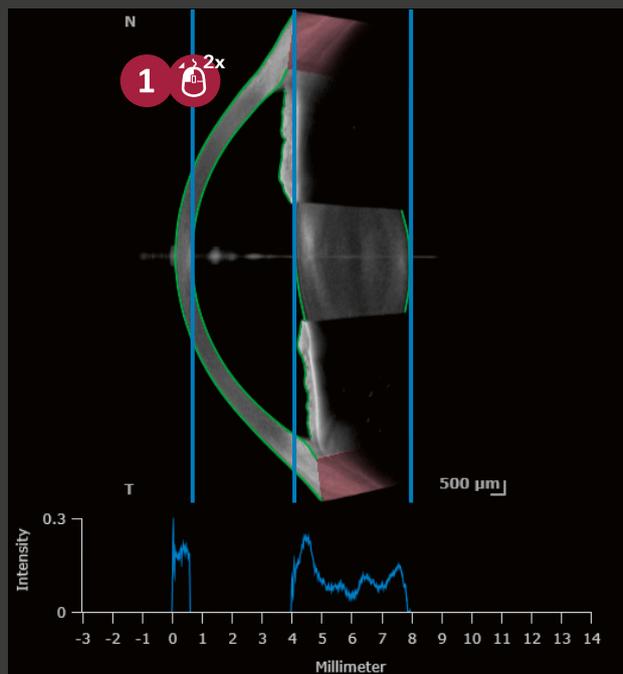


图 16 Biometry OU 视图中的解剖边界。

- 1 双击 OCT 断层图上的 **蓝色** 垂直线之一以编辑解剖边界。
- 2 拖放**角膜后表面**垂直线、**晶状体前表面**垂直线和/**晶状体后表面**垂直线至所需位置。
- 3 单击 **Save and close** 以确认更改。
- 4 若要重置您的更改到默认图像, 单击 **Restore all**。

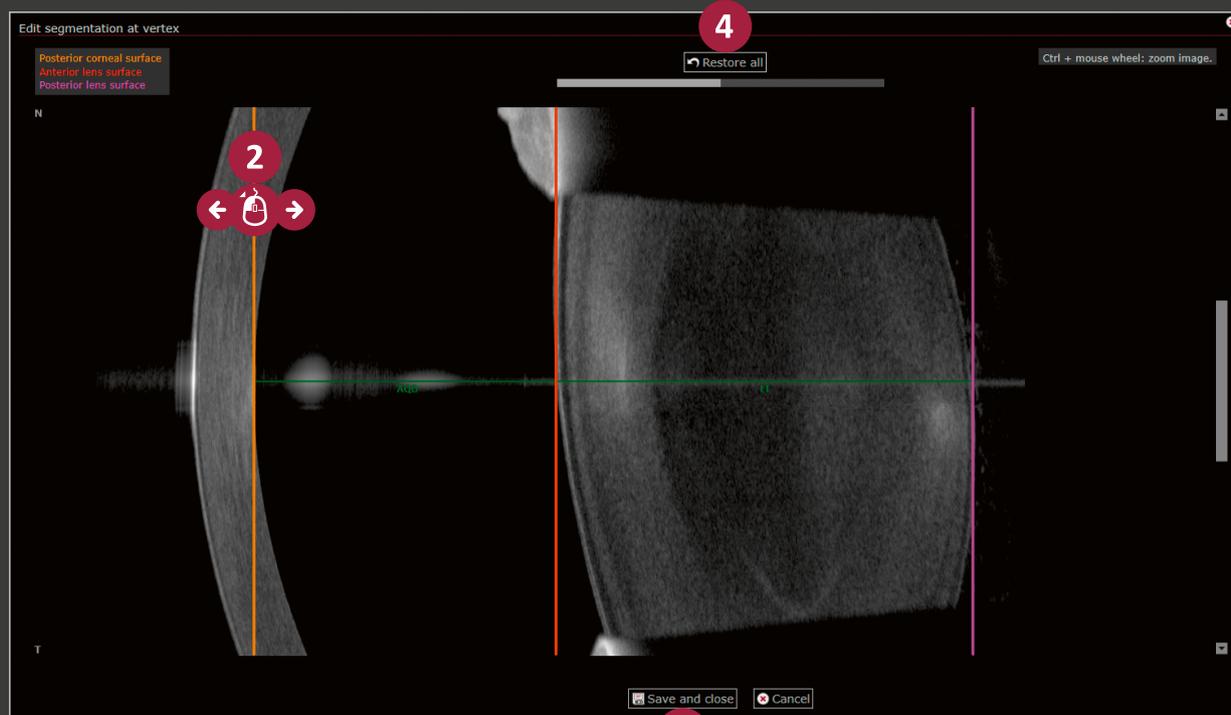


图 17 分层编辑器。

## 2.9 眼轴长度

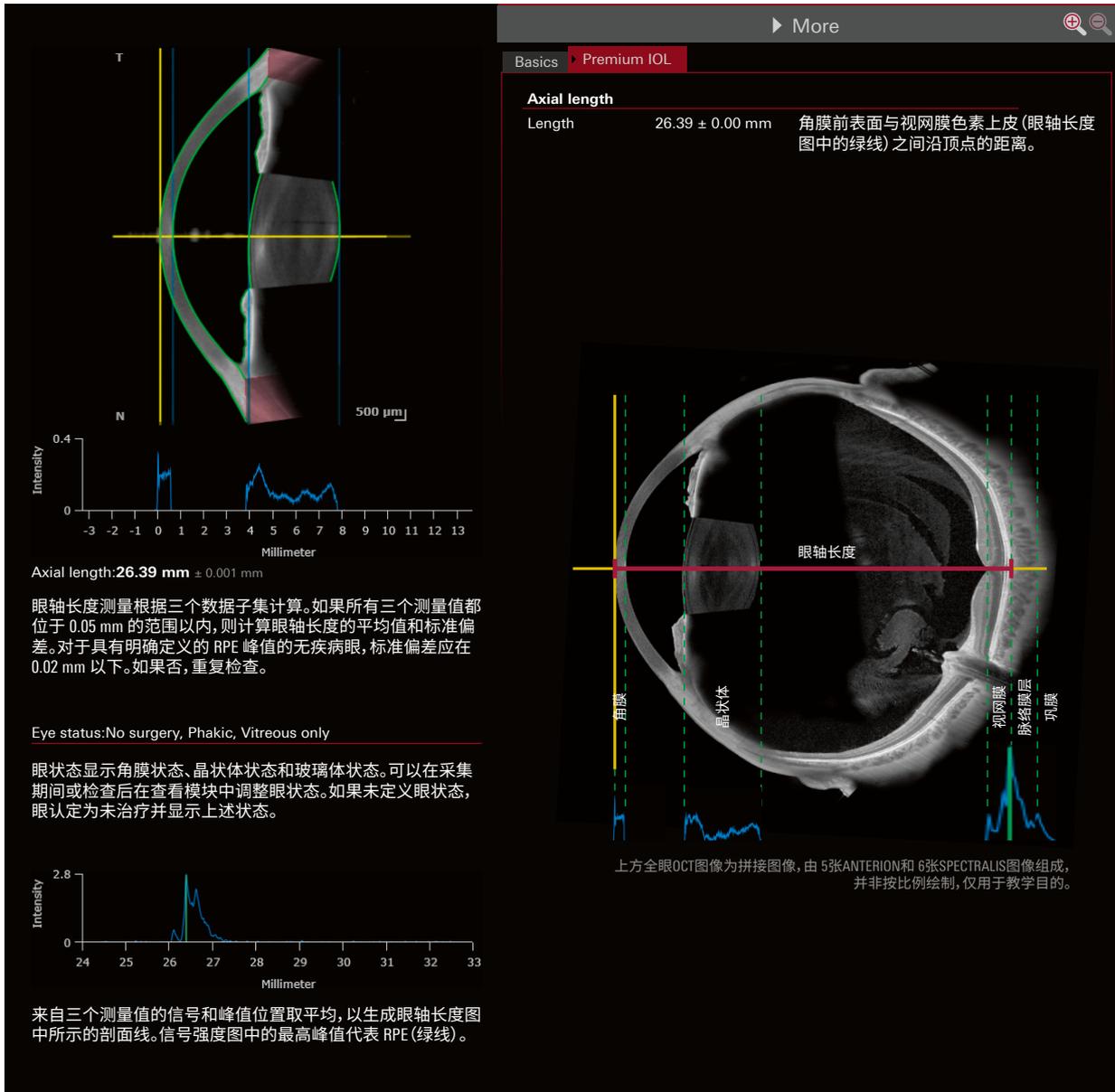


图 18 眼轴长度:配有眼轴长度和强度图的参数和截面。

### 报告的范围

#### 眼轴长度

长度 <sup>4, 10-15, 22</sup>

21.5 – 26.4 mm

# 眼轴长度



## 眼轴长度值

### 核查眼轴长度值



图 19 配有眼轴长度值和图的眼轴长度测量。

- 1 核查双眼的眼轴长度值。如果两者差异显著，请核查实测数值相对于设置的固视灯焦点和屈光度是否合理。
- 2 核查标准差是否 < 0.02 mm。如果否，重复检查并确保稳定固定患者眼部。
- 3 核查眼轴长度图的合理性并酌情纠正 (第 16 页)。

### 不显示眼轴长度图

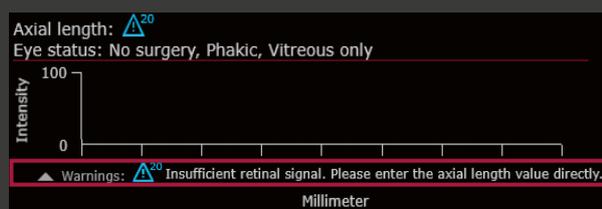


图 20 无限轴长度值和图的眼轴长度测量。

- 1 如果未显示眼轴长度值，例如，如果选定了某种眼状态，而没有对固视灯焦点进行相应调整，或者如果视网膜信号因模糊（如出血或星状性玻璃体病变）而减弱，则重复检查。
- 2 如果测量仍然失败，则可以手动输入用超声测量的眼长度。单击 **Axial length**，然后通过单击 **Manual value** 输入数值并确认。

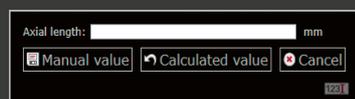


图 21 手测眼轴长度。

## 眼状态

核查眼状态是否正确并且酌情编辑之：

- 1 单击 **Eye status**。
- 2 从下拉列表中选择状态。
- 3 通过单击 **Save and close** 确认。

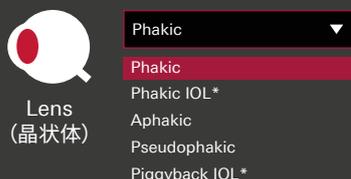
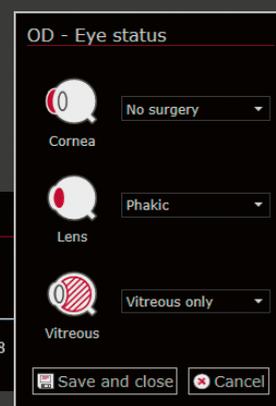


图 22 编辑眼状态。

\* 眼轴长度值未显示。



## 眼轴长度图

从视网膜不同结构 (例如内界膜 [ILM] 和视网膜色素上皮 [RPE], 还包括脉络膜和巩膜) 反射的信号生成了眼轴长度图。在视网膜内部和后方 (脉络膜、巩膜) 结构反射越强, 该图中所得强度就越高。

### 眼轴长度图的外观

激光首次接触视网膜的位置被认为是内界膜 (ILM)。检测到的最高视网膜峰值被认为是视网膜色素上皮 (RPE), 因为这是健康视网膜中反射最强的结构。因此, 眼轴长度图的特征是从最初的小到中等幅度的峰值 (ILM) 逐渐上升到最高峰值 (RPE)。

然而, 眼轴长度图外观和强度可能根据前节混浊、视网膜结构的个体特征和状态 (尤其 ILM 和 RPE)、脉络膜/巩膜信号、固视灯焦点设置和固定而变动。

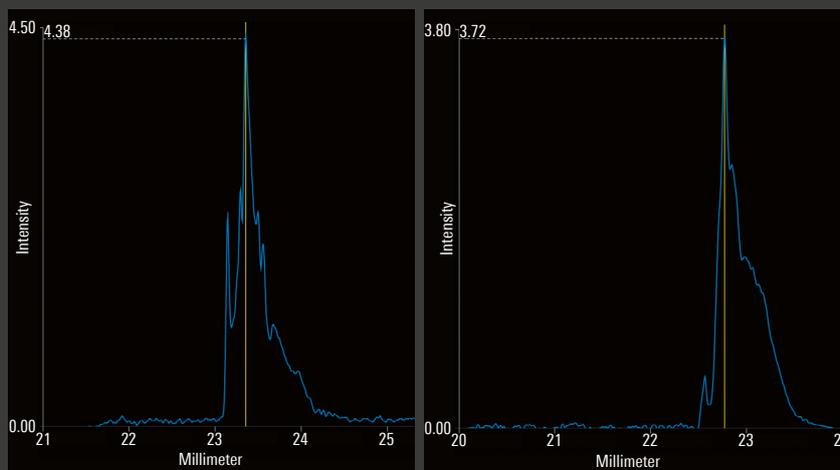


图 23 健康眼的具有不同外观和强度的眼轴长度图。

### 编辑眼轴长度图

- 1 核查眼轴长度图中的视网膜峰值。如果自动峰值检测失败或绿色垂直线未与 RPE 峰值对齐, 则通过双击蓝色图手动纠正最大峰值。眼轴长度编辑器打开。



图 24 自动峰值检测失败。

- 2 通过单击 **Save and close** 拖放黄色垂直线至所需位置并确认。

#### 数据质量

测定的 RPE 峰值/眼轴长度的准确度对于准确预测 IOL 屈光力至关重要。

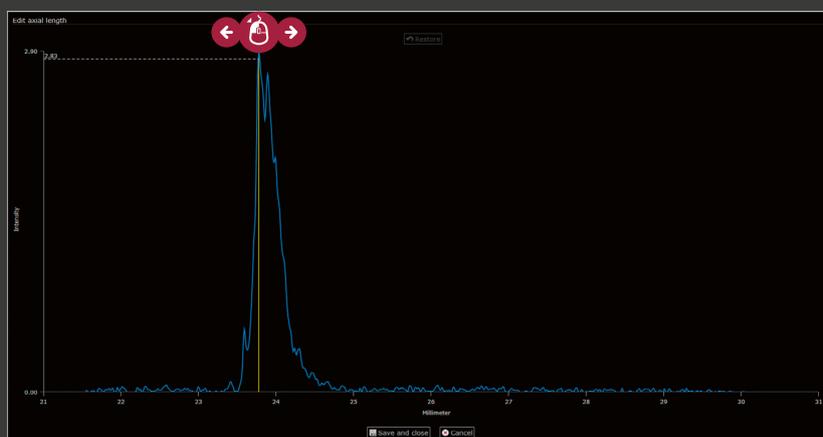


图 25 眼轴长度编辑器。

## 2.10 眼轴长度图改变

存在一些视网膜病变,取决于病变的位置,它们可能改变眼轴长度图的外观并可能影响眼长度测量的结果。

### 手动视网膜峰值识别

如果不确定是否正确检出 RPE 或者在自动峰值检测失败情况下不确定哪个峰值应标记为 RPE,则如以下示例中那样,将眼长度差值与 OCT 检查的视网膜中央厚度比较。

### 延长的眼轴长度图

ILM 至 RPE 的距离增加可能由水肿(例如,与年龄相关性黄斑变性 [AMD]、血管阻塞、糖尿病视网膜病相关)或由玻璃体黄斑视网膜牵拉综合征或牵拉性视网膜前膜中的视网膜牵拉引起。

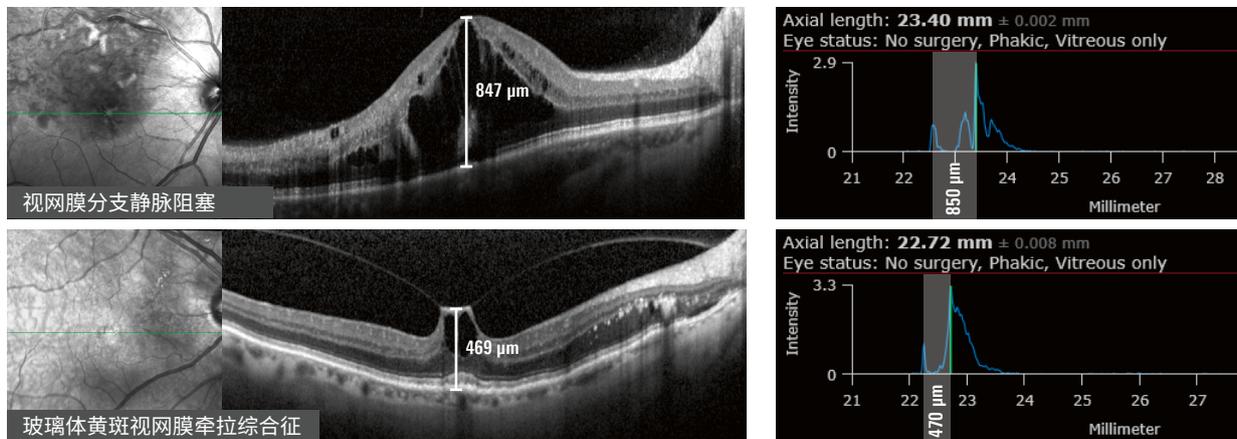


图 26 该图可因水肿(顶部)牵拉(底部)而拉长。

### 异常的强度变化

视网膜前膜可能因其超高的反射性导致第一个视网膜峰值呈现较高的强度。

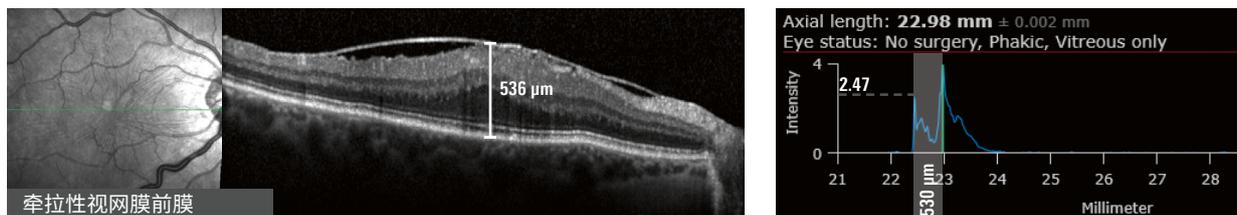


图 27 视网膜前膜因牵拉引起 ILM 的高强度峰值以及 ILM-至-RPE 距离延长。

如果该病变位于测量区域,则黄斑全层裂孔中的视网膜缺失可引起第一个小至中等 ILM 峰值缺失,且仅存在最高 RPE 峰值。

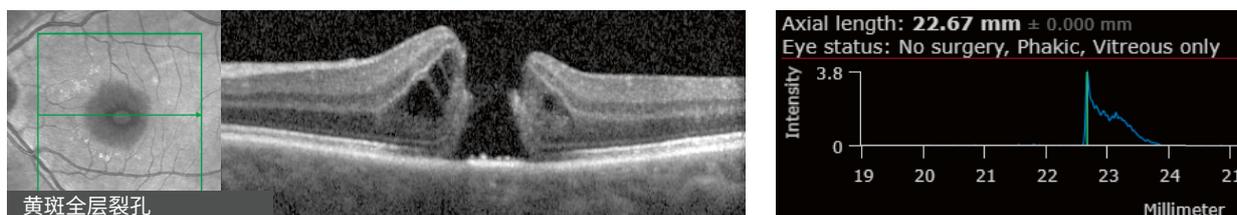


图 28 黄斑全层裂孔中缺失 ILM 峰值。

图像由美国俄亥俄州哥伦布市医生 A/Prof. Heriot & Oubada El-Ali, BMedSci, Melbourne, Australia.

### 模糊 RPE 峰值

如果RPE在测量区域内因萎缩、黄斑新生血管(MNV)或纤维化改变而发生病理性变化,则最高RPE峰值自动检测可能在一些病例中失败。

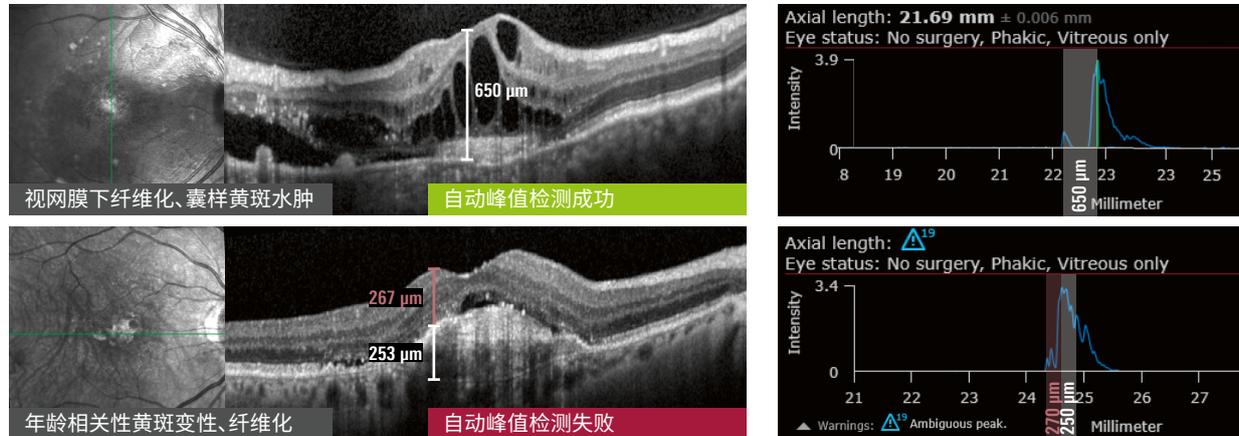


图 29 因黄斑新生血管和纤维化改变而引起自动峰值检测成功(顶部)和失败(下部)。

### 术前视网膜检查

作为术前诊断的一部分,建议总是检查视网膜 OCT 以确保眼轴长度测量不受病理变化(例如,色素上皮脱离或黄斑新生血管)影响。

在色素上皮脱离 (PED) 中,眼轴长度图可能看起来没有明显异常,因为所有视网膜层因 RPE 后积液而前移位。在这种情况下,眼实测长度会太短。

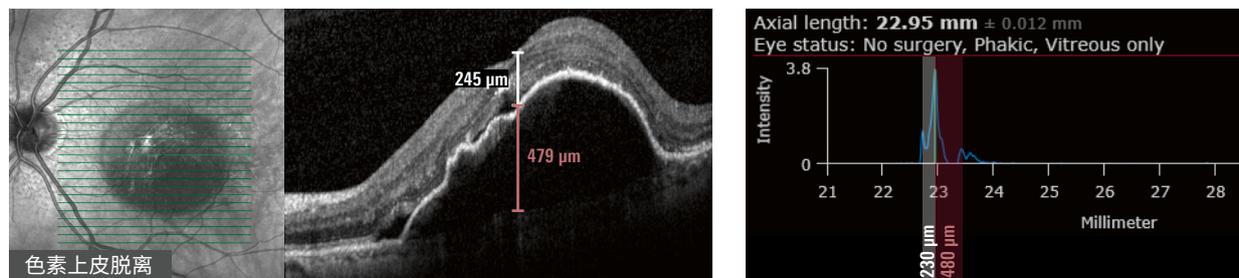


图 30 色素上皮脱离中看着没有明显异常的眼轴长度图。

## 3.1 有激光手术史的角膜

角膜占眼总屈光力的  $\frac{2}{3}$ ，因此是预测 IOL 屈光力时应考虑的重要结构。白到白 (WTW) 距离标示角膜从鼻侧缘至颞侧缘的 11–12 mm 宽范围。角膜中央较陡峭且较薄，向周边逐渐变得平坦和较厚，导致角膜整体呈现为非球面的负透镜。屈光力取决于角膜前表面和角膜后表面的曲率。

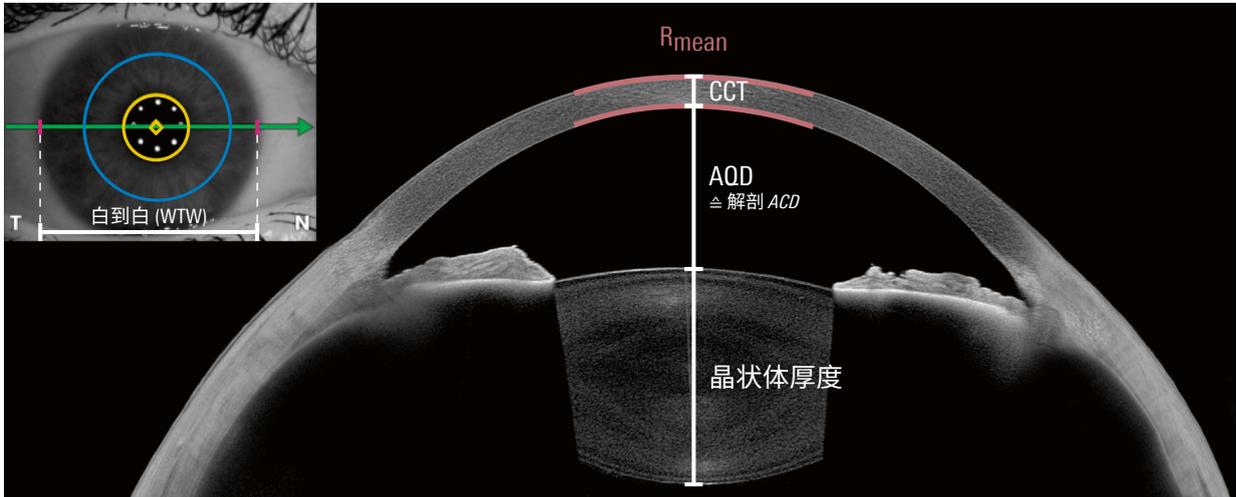


图 31 眼前节。CCT 中央角膜厚度、AOD 房水深度、ACD 前房深度。

大多数预测 IOL 屈光力的常用传统方法，如 Haigis 或 SRK-T，基于以下假设：基于假设角膜表现为一个薄透镜，且其前后表面曲率半径比值 (P/A 比率) 恒定。将角膜前表面半径用 ANTERION 转换为屈光度时，使用角膜散光指数 1.3375。虽然用这些假设作业对正常眼已足够，但在角膜形态存在偏差的情况下，如困难眼，可能导致 IOL 度数和植入位置预测的误差。

经过角膜屈光手术后，与未经手术的角膜相比，角膜的非球面性和曲率会因切削轮廓的不同发生变化。这些变化影响了角膜前表面半径的对称性和曲率、P/A 比、角膜总屈光力以及波前像差，尤其是球差。切削轮廓在切削过渡区的大小或形状因手术方式的不同而有所差异。

### 近视切削轮廓图

经过近视屈光手术，中央角膜内基质切削致前表面轴向曲率平坦 (图 32)。因此，P/A 比率降低且总屈光力降低 (图 33)。因为生物测量仪仅测量旁中央区 (图 32 和图 33 中的 3 mm 环、红色圆圈和圆点) 内的角膜半径，测量中忽略中心变平坦的半径。因此，存在高估角膜半径从而高估角膜屈光力的可能。

应用其中角膜曲率 ( $R_{\text{mean}}$ ) / 屈光度 ( $K_{\text{mean}}$ ) 用来预测有效晶状体位置的方法可能导致以下差错：

- 低估 IOL 屈光力
- IOL 位置更靠前
- IOL 植入后远视风险增高

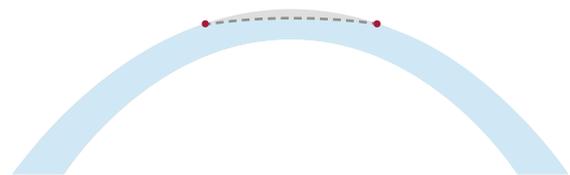


图 32 近视切削轮廓图 (灰线) 和生物测量区域 (红点) 的示意图。

此外,高阶像差 (HOA),尤其是球差增高。取决于切削区域的大小和/或倾斜度,也可能出现非对称 HOA (具有显著更高的球差)。

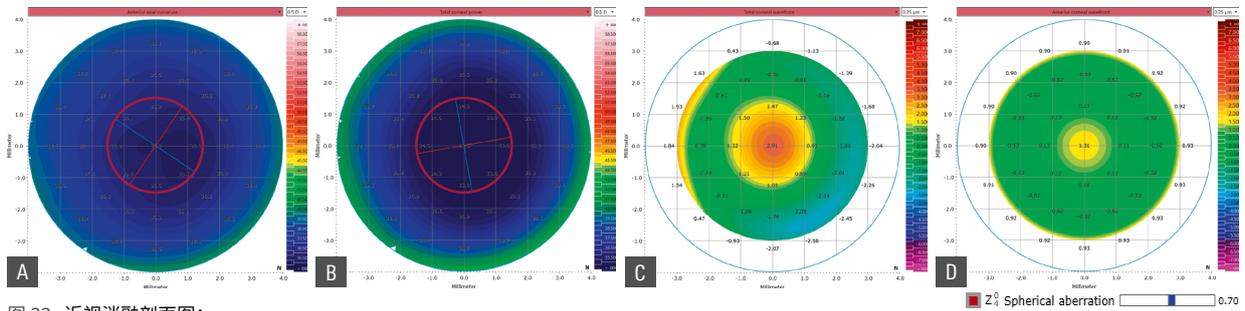


图 33 近视消融剖面图:  
**A** 更平坦的前表面轴向曲率、**B** 更弱的角膜总屈光力、**C** 增高的高阶相差、**D** 更高的球差 (0.70  $\mu\text{m}$ )。  
 图像由美国俄亥俄州哥伦布市医生 *Damien Gatinel, MD, PhD*。

### 远视切削轮廓图

在远视屈光手术中,角膜边缘中环状基质切削导致更陡峭的前表面轴向曲率,从而导致角膜总屈光力增高。因为受影响区域更可能位于生物测量的边缘区域 (图 34 和图 35 中的 3 mm 环、红圆圈和红点),故可以假设前表面轴向曲率过于平坦,从而屈光力低估。

应用其中角膜曲率 ( $R_{\text{mean}}$ ) / 屈光度 ( $K_{\text{mean}}$ ) 用来预测有效晶状体位置的方法可能导致:

- 高估 IOL 屈光力
- IOL 位置更靠后
- IOL 植入后近视风险增高

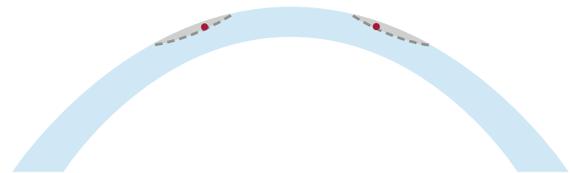


图 34 远视消融剖面图 (灰线) 和生物测量计量区域 (红点) 的示意图。

术后,这导致更负的球差和  $Q$  值降低。相反,角膜的总 HOA 和 RMS 增高 (图 35)。<sup>26</sup>  
 变化程度取决于许多因素,例如选定的手术、消融区域的大小和/或偏心情况。

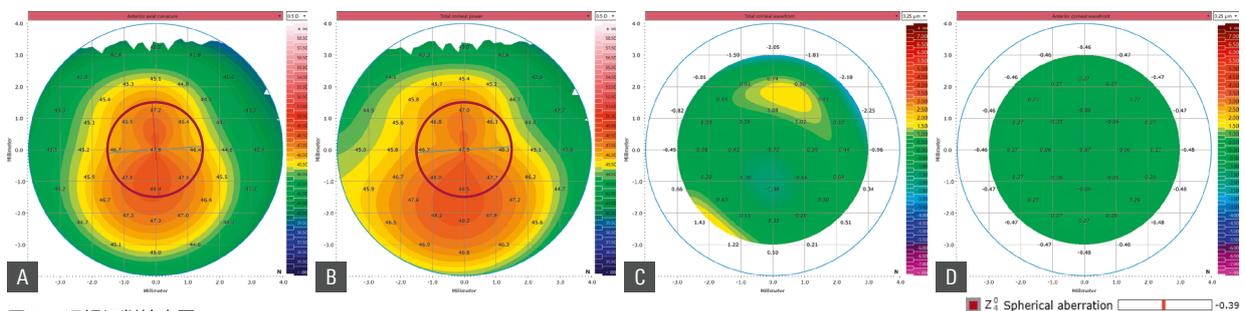


图 35 远视切削轮廓图:  
**A** 更陡峭的前表面轴向曲率、**B** 更高的角膜总屈光力、**C** 增高的高阶相差、**D** 更低的球差 (-0.39  $\mu\text{m}$ )  
 图像由美国俄亥俄州哥伦布市医生 *Dr. Cynthia Roberts, PhD & Dr. David Castellano, MD, Columbus, OH, USA*。

## 3.2 短眼轴和长眼轴

眼轴长度低于 22 mm 的短眼通常具有更陡峭的角膜和更浅的前房深度。带两个变量(眼轴长度和角膜曲率)的 IOL 公式也依赖于这个假设。

在角膜曲率和前房深度与这个假设不同时,出现可能的有效晶状体位置 (ELP) 测定误差。<sup>27</sup> 短眼轴中 IOL 位置的差异对术后屈光度的影响比长眼轴中高约三倍。其他误差源可能为 IOL 至视网膜的距离更短和/或所需 IOL 的屈光力更高,因为它们有更高的制造公差。<sup>28</sup>

在生物测量中,应确保高水平的采集和数据质量,因为测量误差对短眼的影响比正常眼或长眼更大。例如,在预测术后 ACD 时,0.25 mm 预测误差对 30 mm 长眼轴造成 0.1 D 误差,但对 20 mm 短眼轴造成 0.5 D 误差。<sup>29</sup>

与短眼轴相反,眼轴长度超过 26 mm 的长眼轴通常具有更平坦的角膜、更薄的晶状体和更深的前房深度。<sup>30</sup> 如果这些结构偏离这种假设,则可能出现 ELP 测定误差。然而,因要求更低的 IOL 屈光力(制造公差更低),IOL 位置对术后屈光度的影响并不如短眼轴中同样明显。<sup>28</sup>

表 1:测量误差和所得屈光度误差。<sup>29</sup>  
ACD 前房深度、IOL 眼内人工晶状体。

变量	误差	屈光度误差
角膜半径	1.0 mm	5.7 D
眼轴长度	1.0 mm	2.7 D
术后 ACD	1.0 mm	1.5 D
IOL 屈光力	1.0 D	0.67 D

## 3.3 玻璃体切除术后眼

一些视网膜疾病和/或玻璃体疾病要求玻璃体置换手术,例如视网膜脱离和撕裂,尤其增生性玻璃体视网膜病变、黄斑裂孔、糖尿病视网膜病变或重度视网膜前膜。<sup>31</sup> 为此目的,将油、气体或空气注入眼内以向后施加压力。因为空气内填充和气体内填充通常为暂时性,<sup>32</sup> 所以应避免对这些眼进行生物测量。

硅油往往可以充当玻璃体的长期填充物,但长期填充倾向在手术后形成白内障。<sup>31</sup> 此外,用油替换影响玻璃体的黏度和折射率。因为光学生物测量仪使用平均折射率从光学路径计算几何眼轴长度,故与术前长度相比,这可能导致测量的眼轴长度值改变。因此,应在玻璃体切除术之前进行生物测量。



图 36 玻璃体的眼状态。

### 术前生物测量不可用

如果术前生物测量数据不可获得且某检查须术后进行,则选择眼状态 **Post-vitreotomy** 并使用 OKULIX 预测 IOL 屈光力,从而可以输入并考虑硅油的改变折射率。

 只有您选择 **Vitreous only** 或 **Post-vitreotomy** 作为玻璃体的眼状态时,眼轴长度值才可用。

## 4 附录

### 4.1 术语表和定义

ACD	Anterior chamber depth, 前房深度
AMD	Age-related macular degeneration, 年龄相关性黄斑变性
AQD	Aqueous depth, 房水深度
BFS	Best fit sphere, 最佳拟合球面
CCT	Central corneal thickness, 中央角膜厚度
ELP	Effective lens position, 有效晶状体位置
HOA	Higher-order aberration, 高阶像差
ILM	Internal limiting membrane, 内界膜
IOL	Intraocular lens, 眼内人工晶状体
K	Keratometry, 角膜曲率测量
$n_{ah}$	Refractive index of the aqueous humor, 房水折射率
$n_c$	Refractive index of the cornea, 角膜折射率
$n_k$	Keratometric index, 角膜散光指数
OD	Right eye (lat. oculus dexter), 右眼
OS	Left eye (lat. oculus sinister), 左眼
OU	Both eyes (lat. oculus uterque), 双眼
P/A 比率	角膜后表面轴向曲率半径对角膜前表面轴向曲率半径的比率
RMS	Root mean square, 均方根
RMS HOA	Root mean square (RMS) wavefront error of higher-order aberration (HOA), 高阶像差 (HOA) 的均方根 (RMS) 波前像差
RPE	Retinal pigment epithelium, 视网膜色素上皮
TCP	Total corneal power, 角膜总屈光力
SimK	Simulated keratometry, 模拟角膜曲率测量
WTW	White-to-white, 白到白

## 4.2 参考文献

1. KIM KY et al.:Anterior segment characteristics in normal and keratoconus eyes evaluated with a new type of swept-source optical coherence tomography.PLoS One 2022; 17(9):e0274071.DOI:10.1371/journal.pone.0274071.
2. HERBER R et al.:Agreement and repeatability of corneal tomography in healthy eyes using a new swept-source OCT a rotating Scheimpflug camera and a dual Scheimpflug-Placido system.J Cataract Refract Surg 2022; 48(2):190-198.
3. KIM K et al.:Diagnostic Validation of the Screening Corneal Objective Risk of Ectasia Analyzer Evaluated by Swept Source Optical Coherence Tomography for Keratoconus in an Asian Population.Bioengineering (Basel) 2023; 10(11):1335.
4. The Heidelberg Engineering ANTERION Anterior Segment Cornea and IOL Precision and Agreement Study [data on file].
5. TAÑÁ-RIVERO P et al.:Repeatability of whole-cornea measurements using a new swept-source optical coherence tomographer.Eur J Ophthalmol 2021; 31(4):1709-1719.
6. ESCOLANO SERRANO J et al.:Intraobserver Repeatability of Tomographic Pachymetric and Anatomical Measurements in Healthy Eyes Using a New Swept-Source Optical Coherence Topographer.Cornea 2022; 41(5):598-603.
7. HERBER R et al.:Comparison of corneal tomography using a novel swept-source optical coherence tomographer and rotating Scheimpflug system in normal and keratoconus eyes: repeatability and agreement analysis.Eye Vis (Lond) 2022; 9(1):19.
8. PÉREZ-BARTOLOMÉ F et al.:Anterior-Segment Swept-Source Ocular Coherence Tomography and Scheimpflug Imaging Agreement for Keratometry and Pupil Measurements in Healthy Eyes.J Clin Med 2021; 10(24):5789.
9. SAAD A et al.:Discrimination between keratoconus forme fruste keratoconus and normal eyes using a novel OCT-based tomographer.J Cataract Refract Surg 2023; 49(11):1092-1097.
10. SCHIANO-LOMORIELLO D et al.:Repeatability of automated measurements by a new anterior segment optical coherence tomographer and biometer and agreement with standard devices.Sci Rep 2021; 11(1):983.
11. CHENG SM et al.:Repeatability of a new swept-source optical coherence tomographer and agreement with other three optical biometers.Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2022; 260(7):2271-2281.
12. TAÑÁ-RIVERO P et al.:Agreement between 2 swept-source OCT biometers and a Scheimpflug partial coherence interferometer.J Cataract Refract Surg 2021; 47(4):488-495.
13. TAÑÁ-RIVERO P et al.:Lens-vault analysis and its correlation with other biometric parameters using swept-source OCT.J Optom 2022; 15(1):88-99.
14. TANA-SANZ P et al.:Agreement of predicted intraocular lens power using swept-source optical coherence tomography and partial coherence interferometry.Expert Rev Med Devices 2021; 18(12):1219-1234.
15. RUIZ-MESA R et al.:Ocular biometric repeatability using a new high-resolution swept-source optical coherence tomographer.Expert Rev Med Devices 2020; 17(6):591-597.
16. CHENG SM et al.:Repeatability and Agreement of Two Swept-Source Optical Coherence Tomographers for Anterior Segment Parameter Measurements.J Glaucoma 2022; 31(7):602-608.
17. XIE X et al.:Age- and refraction-related changes in anterior segment anatomical structures measured by swept-source anterior segment OCT.PLoS One 2020; 15(10):e0240110. DOI:10.1371/journal.pone.0240110.
18. PARDESHI AA et al.:Intradevice Repeatability and Interdevice Agreement of Ocular Biometric Measurements:A Comparison of Two Swept-Source Anterior Segment OCT Devices.Transl Vis Sci Technol 2020; 9(9):14.
19. CHAN PP et al.:Anterior chamber angle imaging with swept-source optical coherence tomography:Comparison between CASIAII and ANTERION.Sci Rep 2020; 10(1):18771.
20. SAVINI G:Posterior Corneal Measurements by 4 Devices.IOL Power Club; November 2023; Palm Springs (not published).
21. PÉREZ-BARTOLOMÉ F et al.:Agreement between anterior segment swept source-OCT and Scheimpflug imaging corneal aberration measurements in healthy eyes.Eur J Ophthalmol 2022; 32(6):3363-3371.
22. YUN JS et al.:Evaluation of angle-to-angle and spur-to-spur using swept source optical coherence tomography in different refractive error.PLoS One 2022; 17(11):e0277703.
23. MONTÉS-MICÓ R et al.:Angle-to-angle and spur-to-spur distance analysis with high-resolution optical coherence tomography.Eye Vis (Lond) 2020; 7:42.
24. MONTÉS-MICÓ R et al.:Assessment of anterior segment measurements using a high-resolution imaging device. Expert Rev Med Devices 2020; 17(9):969-979.
25. TAÑÁ-RIVERO P et al.:Agreement of white-to-white measurements with swept-source OCT Scheimpflug and color LED devices.Int Ophthalmol 2021; 41(1):57-65.
26. LIN F et al.:Comparison of visual outcomes and higher-order aberrations between FS-LASIK and SMI-LIKE for moderate to high hyperopia: a 2-year result.Cornea 2022; 10:1097.
27. DE OCA IM et al.:IOL calculations in short, long, and postrefractive eyes.International Ophthalmology Clinics 2016; 56(3):49-70.
28. HAIGIS W:Preoperative intraocular lens power calculations in problem eyes.Zeitschrift fur Medizinische Physik 2007; 17(1):45-54.
29. OLSEN T:Calculation of intraocular lens power: a review.Acta Ophthalmologica Scandinavica 2007; 85(5):472-485.
30. KOTHARI SS et al.:Recent developments in the intraocular lens formulae:An update.Seminars in Ophthalmology 2023; 38(2):143-150.
31. CHEN Y et al.:Silicone oil in vitreoretinal surgery: indications, complications, new developments and alternative long-term tamponade agents.Acta ophthalmologica 2021; 99(3):240-250.
32. KANCLERZ P, GRZYBOWSKI A:Complications associated with the use of expandable gases in vitrectomy.Journal of ophthalmology 2018:8606494.



**总部**

Heidelberg Engineering GmbH, 德国海德堡公司 · Max-Jarecki-Str.8 · 69115 Heidelberg · Germany (德国)  
电话号码: +49 6221 64630 · 传真号: +49 6221 646362

**AUS**

Heidelberg Engineering Pty Ltd · Suite E5, 63 Turner Street · Port Melbourne 3207 · Victoria  
电话号码: +61 396 392 125 · 传真号: +61 396 392 127

**CH**

Heidelberg Engineering GmbH, 德国海德堡公司 · Schulstrasse 161 · 8105 Regensdorf  
电话号码: +41 44 8887 020 · 传真号: +41 44 8887 024

**FIN**

Heidelberg Engineering GmbH, 德国海德堡公司 · Suomen sivuliike · Fönsenintie 1 · 00370 Helsinki  
电话号码: +358 505 226 963

**UK**

Heidelberg Engineering Ltd. · 55 Marlowes · Hemel Hempstead · Hertfordshire HP1 1LE  
电话号码: +44 1442 502 330 · 传真号: +44 1442 242 386

<http://www.HeidelbergEngineering.com>