

PachPen 超声角膜测厚仪与两种光学测量仪器在中央角膜厚度测量中的对比

周欢明, 贾元玲, 项敏泓, 李青松, 田文杰, 高翔

基金项目:上海市普陀区自主创新科研基金 (No. 2013PTKW009); 上海中医药大学预算内项目 (No. 2015YSN50); 上海市综合医院中西医结合专项 (No. ZHYY-ZXYJHZX-2-16)
作者单位: (200062) 中国上海市, 上海中医药大学附属普陀医院眼科

作者简介:周欢明, 毕业于上海交通大学医学院, 硕士, 主治医师, 研究方向: 眼表疾病、白内障。

通讯作者:项敏泓, 女, 毕业于上海第二医科大学, 硕士, 副主任医师, 副主任, 研究方向: 眼表泪液学、白内障、青光眼、视网膜疾病。xiangminhong@sohu.com

收稿日期: 2017-09-24 修回日期: 2018-03-05

Comparison of central corneal thickness measurements by PachPen ultrasonic pachymetry and the other two optical measuring instruments

Huan - Ming Zhou, Yuan - Ling Jia, Min - Hong Xiang, Qing - Song Li, Wen - Jie Tian, Xiang Gao

Foundation items: Putuo District of Shanghai Independent Innovation Research Foundation (No. 2013PTKW009); Shanghai University of Traditional Chinese Medicine Budget Project (No. 2015YSN50); Shanghai General Hospital Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Foundation (No. ZHYY-ZXYJHZX-2-16)

Department of Ophthalmology, Putuo Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200062, China

Correspondence to: Min - Hong Xiang. Department of Ophthalmology, Putuo Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200062, China. xiangminhong@sohu.com

Received: 2017-09-24 Accepted: 2018-03-05

Abstract

• **AIM:** To compare the similarities and differences of central corneal thickness (CCT) measured by different devices, so as to provide a safe, effective, simple and accurate method for measuring corneal thickness.

• **METHODS:** Totally 95 eyes of 95 cataract patients enrolled continuously for preoperative examination in ophthalmology department of Putuo Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine from September 2016 to December 2016. Handheld automatic PachPen ultrasonic pachymetry (USP), anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) and specular

microscopy were respectively used to measure the central corneal thickness, and intraocular pressure was measured at the same time. The similarities and differences of these three different devices to measure the central corneal thickness and their correlations with intraocular pressure were observed. Then the data were analyzed statistically.

• **RESULTS:** The CCT value measured by PachPen ultrasonic pachymetry was $544.43 \pm 36.61 \mu\text{m}$, the CCT value measured by AS-OCT was $527.09 \pm 35.54 \mu\text{m}$, and the CCT value measured by specular microscopy was $533.20 \pm 30.17 \mu\text{m}$. There was significant difference between these three groups ($F=6.272$, $P=0.002$), and the CCT value measured by PachPen ultrasonic pachymetry was significantly higher than the other two groups. The correlation coefficients between the CCT values of these three groups and intraocular pressure were 0.290, 0.277 and 0.204 ($P<0.05$) respectively, of which the correlation between the CCT measured by PachPen ultrasonic pachymetry and the intraocular pressure was the highest. There was statistically significant correlation between the CCT values measured by these three measurements ($P<0.001$).

• **CONCLUSION:** The CCT value measured by PachPen ultrasonic pachymetry is the highest. The second CCT value is measured by specular microscopy, and the smallest CCT value is measured by AS-OCT. Obvious correlation and good consistency were found in the CCT values measured by three types of devices, and the CCT values were all correlated with intraocular pressure. Therefore, we should take more attention in clinic.

• **KEYWORDS:** central corneal thickness; PachPen ultrasonic pachymetry; anterior segment optical coherence tomography; specular microscopy; correlation

Citation: Zhou HM, Jia YL, Xiang MH, et al. Comparison of central corneal thickness measurements by PachPen ultrasonic pachymetry and the other two optical measuring instruments. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2018;18(4):709-712

摘要

目的: 比较不同设备在中央角膜厚度 (CCT) 测量方面的异同, 为临床提供一种安全、有效、简便、准确的角膜厚度测量方法。

方法: 连续入选 2016-09/12 于上海中医药大学附属普陀医院眼科行术前检查的白内障患者 95 例 95 眼, 分别采用手持式自动 PachPen 超声角膜测厚仪、眼前节光学相干断层扫描仪 (AS-OCT) 及角膜内皮镜测量中央角膜厚度, 并

同时测量眼压。观察三种不同设备在中央角膜厚度测量方面的异同及其与眼压的相关性,并行统计学分析。

结果: PachPen 超声角膜测厚仪测量 CCT 为 $544.43 \pm 36.61 \mu\text{m}$, AS-OCT 测量 CCT 为 $527.09 \pm 35.54 \mu\text{m}$, 角膜内皮镜测量 CCT 为 $533.20 \pm 30.17 \mu\text{m}$, 三组比较差异具有统计学意义 ($F = 6.272, P = 0.002$), PachPen 超声角膜测厚仪测出的 CCT 较另外两组显著增高。三者与眼压的相关系数分别为 0.290、0.277 和 0.204 ($P < 0.05$), 其中 PachPen 超声角膜测厚仪测出的 CCT 与眼压之间的相关性最高。三种测量方法测得的 CCT 之间均显著相关 ($P < 0.001$)。

结论: PachPen 超声角膜测厚仪测量出的中央角膜厚度最厚,其次是角膜内皮镜,AS-OCT 测量值最小,三种设备测量中央角膜厚度有明显相关性和较好的一致性,与眼压均具有相关性,临床上应予以重视。

关键词: 中央角膜厚度;PachPen 超声角膜测厚仪;眼前节光学相干断层扫描;角膜内皮镜;相关性

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2018.4.29

引用: 周欢明,贾元玲,项敏泓,等. PachPen 超声角膜测厚仪与两种光学测量仪器在中央角膜厚度测量中的对比. 国际眼科杂志 2018;18(4):709-712

0 引言

中央角膜厚度 (central corneal thickness, CCT) 是临床上的重要测量参数, CCT 的可靠测量数据在临床眼科工作中非常重要,尤其是各类屈光手术前或白内障手术前,作为青光眼、圆锥角膜等病变的确诊和治疗评价依据。目前各种角膜厚度测量方法已广泛应用于临床,其中超声角膜测厚仪是临床上应用最为广泛的角膜厚度测量设备。然而, A 超需要表面麻醉、重复性欠佳、接触感染风险、检查者熟练度和患者配合度等不足,因此,我们需要寻求一种相对比较客观且简单、安全的检查方式,本研究观察新型 PachPen 超声角膜测厚仪、眼前节光学相干断层扫描技术 (anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT) 和角膜内皮镜 (Specular microscopy, SM) 三种设备在角膜厚度测量方面的异同,并同时参考患者的眼压值,以期为临床提供一种安全、有效、简便、准确的角膜厚度的测量设备,并观察不同方法测量角膜厚度的差异性和一致性及其与眼压的相关性,为临床诊疗提供参考价值。

1 对象和方法

1.1 对象 连续入选 2016-09/12 于上海中医药大学附属普陀医院眼科住院行术前检查的白内障患者 95 例 95 眼,其中男 47 例,女 48 例;年龄 59~87 (平均 72.5 ± 8.7) 岁,左右眼根据随机原则。分别采用手持式自动 PachPen 超声角膜测厚仪 (美国 Accutome 公司)、光学相干断层扫描仪 (德国 Carl Zeiss 公司, Cirrus HD-OCT 4000 型)、角膜内皮镜 (日本 Tomey 公司, EM-3000 型)、压平式眼压计检测患者的眼压 (日本 Canon 公司, TX-20 型)。本研究经上海中医药大学附属普陀医院伦理委员会审核通过,患者检查前均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 对所有研究对象进行视力、眼压、眼位、裂隙灯和眼底情况的评估,排除角膜病变、青光眼、高度近

视等其他眼病。所有检查均由同一位操作熟练的技师完成。为避免超声探头压迫角膜和局部麻醉药物的作用,测量顺序为先 OCT, 后角膜内皮镜,最后行 PachPen 超声角膜厚度测量,间隔时间大于 15min。数据均为自然瞳孔状态、自然光线下采集。为排除眼压昼夜波动对研究结果的影响,眼压测量均在 9:30~11:30 完成。检查时要求患者静坐 30min,情绪稳定、放松、自然呼吸。采用抽签法随机选取患者任一眼的测量数据进行分析。

1.2.2 PachPen 超声角膜测厚 患者取仰卧位, 75% 酒精消毒超声探头, 5g/L 盐酸丙美卡因滴眼液行表面麻醉。待表面麻醉成功后,嘱患者抬高右手,双眼睁大并注视食指方向,检查者轻轻地使用手持式探头垂直于中央角膜表面。使用瞳孔作为解剖标志,确保检测区域一致性测量。检查者手持超声探头,将探头垂直于角膜中央并轻触,读取 CCT 值,每眼测量 3 次,取平均值。一次测量结束后嘱患者眨眼,并重复测量。超声探头需酒精消毒后行下一位患者测量^[1]。

1.2.3 AS-OCT 测厚 被检者取坐位,下颌置于下颌托上,前额紧贴额带,眼睛注视前方镜头内红灯,检查者使用眼前节模块,调整眼位,使瞳孔中心与焦点重合,微调被检眼与镜头距离,在扫描信号最强时,取中央角膜厚度图像并保存。系统自带标尺测出角膜顶点前表面到后表面的垂直距离值即为 CCT 值。

1.2.4 角膜内皮镜测厚 目标光点位于正前方,嘱患者固视目标光点,每眼连续测 3 次,记录其平均值。每次测量前嘱患者眨眼以排除泪膜不稳定对 CCT 影响。

1.2.5 非接触眼压测量 患者取坐位,调整座椅与升降台的高度,以避免过度低头或抬头,自然睁眼,每眼测量 3 次,记录平均值。

统计学分析: 采用 SPSS19.0 统计学软件进行统计分析,数据均符合正态分布,经方差齐性检验满足方差齐性,三组之间差异比较采用方差分析,两两之间差异比较采用 LSD-t 检验,采用 Pearson 相关分析法进行 3 种测厚方法与眼压的相关性分析,采用一元线性回归法拟出眼压与测量数值之间的回归方程,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三种测量方法的角膜厚度及眼压 研究发现 PachPen 超声角膜测厚仪测量 CCT 为 $544.43 \pm 36.61 \mu\text{m}$, AS-OCT 测量 CCT 为 $527.09 \pm 35.54 \mu\text{m}$, 角膜内皮镜测出 CCT 为 $533.20 \pm 30.17 \mu\text{m}$, 三组之间差异具有统计学意义 ($F = 6.272, P = 0.002$)。对每两组之间的中央角膜厚度分析发现,角膜内皮镜与 AS-OCT 测量角膜厚度之间差异无统计学意义 ($P = 0.220$), PachPen 超声角膜测厚仪测量角膜厚度和另外两组之间的差异有统计学意义 ($P = 0.024, 0.001$), 可见 PachPen 超声角膜测厚仪测出的角膜厚度较另外两组显著增高。患者平均眼压为 $13.02 \pm 2.95 \text{mmHg}$ 。

2.2 三种角膜厚度测量方法与眼压的相关性分析 眼压与角膜内皮镜测量的角膜厚度: 相关系数 $r = 0.204, P = 0.048$ (图 1); 眼压与 AS-OCT 测量的角膜厚度: 相关系数 $r = 0.277, P = 0.006$ (图 2); 眼压与 PachPen 超声角膜测厚仪测量的角膜厚度: 相关系数 $r = 0.290, P = 0.004$ (图 3), 说明三种测量方法与眼压之间均有相关性,其中 PachPen

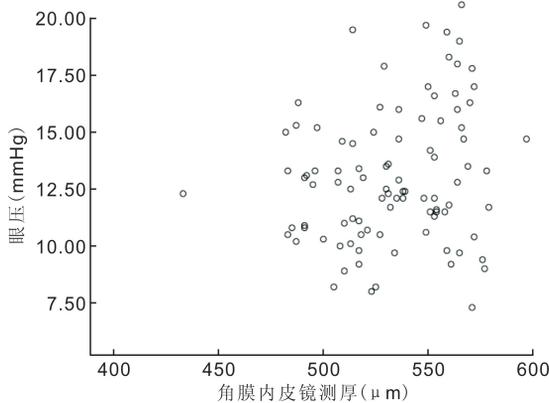


图1 角膜内皮镜测量角膜厚度与眼压关系。

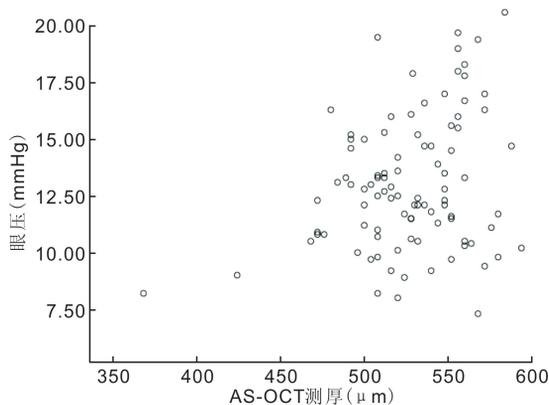


图2 AS-OCT 测量角膜厚度与眼压关系。

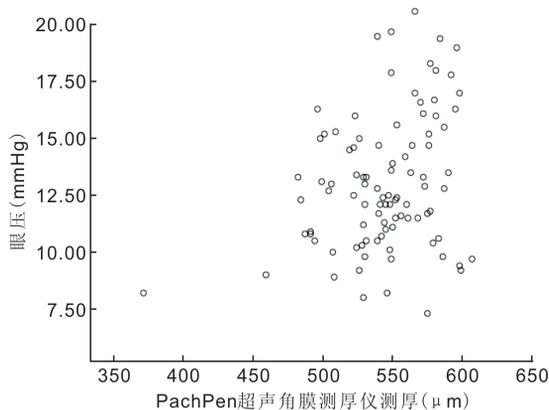


图3 PachPen 超声角膜测厚仪测量角膜厚度与眼压关系。

超声角膜测厚仪与眼压之间的相关性最高。

2.3 三种角膜厚度测量值与眼压之间的回归方程 采用一元线性回归法拟出眼压与测量数值之间的回归方程,最终得出一元线性回归方程式为: $Y(\text{眼压}) = 2.391 + 0.020X(\text{角膜内皮镜的 CCT})$ ($P = 0.048$); $Y(\text{眼压}) = 0.865 + 0.023X(\text{AS-OCT 的 CCT})$ ($P = 0.006$); $Y(\text{眼压}) = 0.287 + 0.023X(\text{PachPen 超声角膜厚度仪的 CCT})$ ($P = 0.004$)。

2.4 三种角膜厚度测量方法之间的相关性分析 PachPen 超声角膜测厚仪与 AS-OCT 测量的角膜厚度:相关系数 $r = 0.830$, $P < 0.01$, 说明两者之间有高度相关性(图 4)。AS-OCT 与内皮镜测量的角膜厚度:相关系数 $r = 0.612$, $P < 0.01$, 说明两者之间有高度相关性(图 5)。PachPen 超声角膜测厚仪与内皮镜测量的角膜厚度:相关系数 $r = 0.743$, $P < 0.01$, 说明两者之间有高度相关性(图 6)。可见三种测量方法两两之间均具有高度相关性。

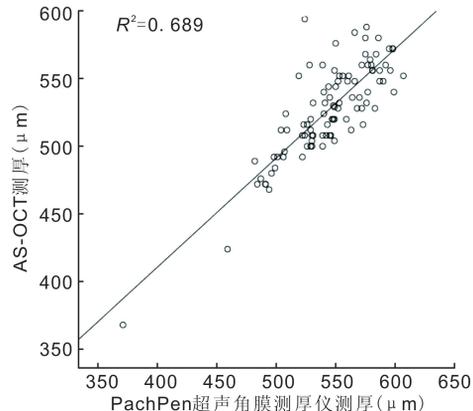


图4 AS-OCT 与 PachPen 超声角膜测厚仪测量角膜厚度的相关性。

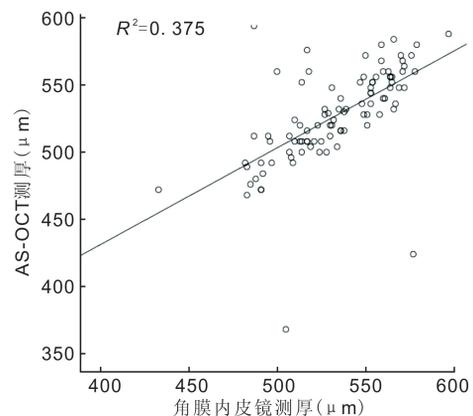


图5 AS-OCT 与角膜内皮镜测量角膜厚度的相关性。

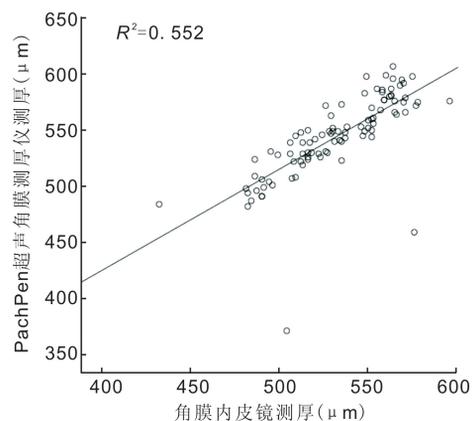


图6 PachPen 超声角膜测厚仪与角膜内皮镜测量角膜厚度的相关性。

3 讨论

中央角膜厚度作为眼科临床诊断和治疗的一项重要参考指标,越来越受到眼科医生们的重视,测量方法也层出不穷,包括传统的 A 型超声波测量、超声生物显微镜以及眼前节光学相干断层扫描(AS-OCT)、角膜内皮显微镜、基于裂隙光扫描成像原理的 Pentacam、共聚焦显微镜等。而且,CCT 个体变异影响着压平眼压的测量值^[2],且 CCT 影响眼压测量是高眼压对原发性开角型青光眼进展的独立危险因素^[3]。

超声角膜测厚被认为是传统的中央角膜厚度测量的“金标准”。Thornton 等^[4]报导可靠的超声角膜厚度测量仪应具有可重复性、低倚倚和低变异性。超声测厚仪测量角膜厚度具有分辨率高、测量精度好(精度为 0.001mm)和操作简单等优点。其测量原理是通过超声的声波脉冲,

依其遇到的声界面密度的不同出现回声量的不同来测量角膜厚度,但超声测厚仪是接触式的,需行眼表面麻醉,可能会导致角膜上皮受损;尤其面对有角膜上皮或基质层病变的角膜测量时,超声测厚仪的局限性也会显示出来。PachPen 作为新一代的超声角膜测厚仪,应用 10.5MHz 的复合探针,为锂电池供电的手持式设备,已被证明可与其他市售的超声角膜测厚仪相媲美,由于其简单、便携、测量时间短、成本低等优点,得到了广泛地应用^[5]。PachPen 采用新式材料设计,检查者触感轻柔,测量精确度在 $\pm 5\mu\text{m}$ 左右,电子分辨率为 1640m/s,探头频率为 10.5MHz,采样频率为 65MHz,可储存 9 次测量结果及平均值。研究显示 PachPen 超声测厚仪有很好的可重复性,无论检查者是否具有医学培训的背景。在繁忙的眼科临床工作中,Peyman 认为训练有素的眼科护士都可以得到可靠的可重复的 CCT 测量数据^[1]。本项研究中 PachPen 超声角膜厚度测量瞳孔中央角膜厚度为 $544.43\pm 36.61\mu\text{m}$,与国内外文献报告中的测量结果类似^[6]。

光学相干断层扫描技术是 20 世纪 90 年代初发展起来的影像学检查新方法,它具有非接触性、非创伤性、高分辨率、可活体动态观察的特点,主要用于眼后节视网膜和视神经的检测。目前开发的眼前节光学相干断层扫描测量模式,利用 1310nm 波长的激光作为相干光源,通过非接触、低相干性的干涉测量法来获取高分辨率的二维图像,然后量化分析得到相关数据。避免了因接触角膜造成的感染和损伤,并降低了操作难度。Bechmann 等^[7]用 OCT 测量正常人 CCT 的平均值为 $530\mu\text{m}$,Wong 等^[8]得出 CCT 的测量值为 $523\mu\text{m}$ 。我们采用 OCT 测量正常人的 CCT 值为 $527.09\pm 35.54\mu\text{m}$,这与以往的国外文献报道的结果基本一致。Ishibazawa 等^[9]认为 FD-OCT 对正常眼 CCT 的测量值较 A 超测量值偏小。

角膜内皮镜是一种非接触式检查设备,操作简单方便,在分析角膜内皮细胞形态的同时,可进行角膜厚度的测量。它是利用光在角膜内皮面及上皮发射出光信号,系统探测到从角膜表面上的反射,这是第一次反射。然后,光学单元探测到角膜内皮的反射,这是第二次反射,系统通过所获得的数据计算出两次反射的时间差,根据速度求出距离,最后计算得出角膜厚度。角膜内皮镜测量角膜内皮细胞功能的相关参数,同时显示角膜中央厚度,无需表面麻醉,不与角膜直接接触,可避免因接触所造成的角膜损伤、感染以及麻药所致的过敏及毒性反应^[10]。但其测量结果可能受到被检查者的角膜屈光力、屈光指数、角膜透明度、泪膜及被检查者的注视配合等多因素的影响^[11]。Almubrad 等^[12]报道角膜内皮镜测量的 CCT 值较超声测量值低 $28.17\pm 19.20\mu\text{m}$,他们认为这两种方法不能相互替代。我们的研究证实角膜内皮镜测出角膜厚度为 $533.20\pm 30.17\mu\text{m}$,低于 PachPen 超声角膜测厚仪测量值 $544.43\pm 36.61\mu\text{m}$ 。因此角膜内皮镜测量角膜厚度的准确性及影响因素有待进一步研究。

我们同时研究 3 种角膜厚度测量方法与眼压的相关性,可见三种测量方法均与眼压都有相关性,并得出了回归方程,其中 PachPen 超声角膜测厚仪与眼压之间的相关

性最高。同时三种测量方法两两比较均具有高度相关性,代表三种角膜厚度测量方法均十分可靠。此外,关于眼压的研究显示角膜厚度每增加 $10\mu\text{m}$,眼压会增加 $0.16\sim 0.37\text{mmHg}$ ($1\text{mmHg}=0.133\text{kPa}$)^[13]。因此,角膜厚度测量的精确性对眼压的评估具有重要的指导意义。

综上所述,PachPen 超声角膜测厚仪、眼前节 OCT 及角膜内皮镜测量中央角膜厚度各有优缺点,对于角膜厚度的测量值,PachPen 超声角膜测厚仪最厚,其次是角膜内皮镜,眼前节 OCT 测量值最小,临床上应予以重视。临床医生可根据不同情况选择某一种或同时几种测量方法来测量角膜厚度。关于 CCT 的测量值的精确度和准确性有待进一步临床研究证实。

参考文献

- 1 Peyman M, Tai LY, Khaw KW, et al. Accutome PachPen handheld ultrasonic pachymeter: intraobserver repeatability and interobserver reproducibility by personnel of different training grades. *Int Ophthalmol* 2015;35(5):651-655
- 2 Chihara E. Assessment of true intraocular pressure: the gap between theory and practical data. *Surv Ophthalmol* 2008;53(3):203-218
- 3 Dueker DK, Singh K, Lin SC, et al. Corneal thickness measurement in the management of primary open-angle glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2007;114(9):1779-1787
- 4 Thornton SP. A guide to pachymeters. *Ophthalmic Surg* 1984;15(12):993-995
- 5 Myrowitz EH, Ren S, Chuck RS. Comparison of central corneal thickness measured by four different pachymeters. *Eye Contact Lens* 2007;33(3):156-160
- 6 Savini G, Barboni P, Carbonelli M, et al. Repeatability of automatic measurements by a new Scheimpflug camera combined with Placido topography. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(10):1809-1816
- 7 Bechmann M, Thiel MJ, Neubauer A, et al. Central corneal thickness measurement with a retinal optical coherence tomography device versus standard ultrasonic pachymetry. *Cornea* 2001;20(1):50-54
- 8 Wong AC, Wong CC, Yuen NS, et al. Correlational study of central corneal thickness measurements on Hong Kong Chinese using optical coherence tomography, Orbscan and ultrasound pachymetry. *Eye (Lond)* 2002;16(6):715-721
- 9 Ishibazawa A, Igarashi S, Hanada K, et al. Central corneal thickness measurements with Fourier-domain optical coherence tomography versus ultrasonic pachymetry and rotating Scheimpflug camera. *Cornea* 2011;30(6):615-619
- 10 Tam ES, Rootman DS. Comparison of central corneal thickness measurements by specular microscopy, ultrasound pachymetry, and ultrasound biomicroscopy. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(6):1179-1184
- 11 Suzuki S, Oshika T, Oki K, et al. Corneal thickness measurements: scanning-slit corneal topography and noncontact specular microscopy versus ultrasound pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(7):1313-1318
- 12 Almubrad TM, Osuagwu UL, Abbadi IA, et al. Comparison of the precision of the Topcon SP-3000P specular microscope and an ultrasound pachymeter. *Clin Ophthalmol* 2011;5:871-876
- 13 Ko YC, Liu CJ, Hsu WM. Varying effects of corneal thickness on intraocular pressure measurements with different tonometers. *Eye (Lond)* 2005;19(3):327-332