

先天性白内障患儿术后中央角膜厚度变化及其对眼压测量的影响

寇姣姣, 常平骏, 赵云娥

引用: 寇姣姣, 常平骏, 赵云娥. 先天性白内障患儿术后中央角膜厚度变化及其对眼压测量的影响. 国际眼科杂志 2019; 19(11):1884-1887

作者单位: (310000) 中国浙江省温州市, 温州医科大学附属眼视光医院眼科

作者简介: 寇姣姣, 毕业于温州医科大学, 硕士, 住院医师, 研究方向: 白内障。

通讯作者: 赵云娥, 毕业于温州医科大学, 硕士, 主任医师, 教授, 研究方向: 白内障、眼表疾病. zyezhzye@126.com

收稿日期: 2019-03-06 修回日期: 2019-10-09

摘要

先天性白内障术后易发生青光眼、高眼压征、虹膜粘连、囊膜机化等并发症, 其中青光眼对患者视神经产生不可逆损伤, 尤其需要引起临床医生的关注。但是, 先天性白内障患者视野、视神经损伤等方面难以获得可靠数据为诊断提供依据, 因此眼压精确测量对青光眼诊断尤为重要。先天性白内障术后常伴有角膜厚度改变, 会影响眼压测量的准确性。本文就先天性白内障术后中央角膜厚度(CCT)、眼内压(IOP)的变化及变化的原因作一综述。

关键词: 先天性白内障; 青光眼; 中央角膜厚度; 眼内压; 角膜曲率

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2019.11.16

Changes of central corneal thickness after congenital cataract surgery and its effect on intraocular pressure measurement

Jiao-Jiao Kou, Ping-Jun Chang, Yun-E Zhao

Department of Ophthalmology, Eye Optometry Hospital Affiliated to Wenzhou Medical University, Wenzhou 310000, Zhejiang Province, China

Correspondence to: Yun-E Zhao. Department of Ophthalmology, Eye Optometry Hospital Affiliated to Wenzhou Medical University, Wenzhou 310000, Zhejiang Province, China. zyezhzye@126.com

Received: 2019-03-06 Accepted: 2019-10-09

Abstract

• Congenital cataract surgery could cause more complications, such as glaucoma, high intraocular pressure, iris adhesion, cystic mechanization etc. Among the complications, glaucoma could cause irreversible damage to optic nerve, which should be highly concerned by clinicians. However, it was difficult to obtain reliable data for the diagnosis of visual field and optic nerve damage in patients with congenital cataract. Therefore,

accurate measurement of intraocular pressure was important for glaucoma diagnosis. Postoperative variation of corneal thickness was often found in congenital cataract, leading to inaccurate measurement of intraocular pressure. The article introduced the changes of central corneal thickness (CCT), intraocular pressure (IOP) and causes of variations after congenital cataract surgery.

• **KEYWORDS:** congenital cataract; glaucoma; central corneal thickness; intraocular pressure; corneal curvature

Citation: Kou JJ, Chang PJ, Zhao YE. Changes of central corneal thickness after congenital cataract surgery and its effect on intraocular pressure measurement. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019;19(11):1884-1887

0 引言

先天性白内障术后继发青光眼可对视神经产生不可逆损伤, 目前对于儿童青光尚无统一的诊断标准。眼压(intraocular pressure, IOP)在儿童青光眼的诊断中起到重要作用, 既往研究表明先天性白内障术后中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)增加, 从而影响眼压测量的准确性^[1]。因此, 了解先天性白内障术后 CCT 和 IOP 之间的关系对于诊断先天性白内障术后青光眼具有重要意义。

1 先天性白内障的治疗和并发症

先天性白内障的主要治疗方式是手术治疗, 儿童的眼部结构尚未发育完善, 具有眼前节空间小、晶状体囊膜弹性较大等特点, 手术难度大, 术后炎症反应重^[2]。即使技术娴熟的术者完成术中所有操作, 依然会在某种程度上损害角膜、虹膜、玻璃体等结构^[3], 导致术后并发症的发生。

青光眼是先天性白内障术后主要的并发症之一, 具有较高的发病率^[4-5]。对于无晶状体眼的患者, 术后青光眼的发病率约为 32%^[4,6], 并且患者年龄越小患病率越高^[7]。目前对于先天性白内障术后青光眼的诊断, 尚无统一标准^[8]。因此 IOP 的监测对于先天性白内障术后青光眼的诊断至关重要, 任何影响 IOP 测量的变量都可能导致对青光眼的漏诊、误诊。

角膜厚度变化会影响 IOP 的测量, 当角膜厚度偏低时, IOP 测量偏低, 而当角膜厚度偏高时, IOP 会偏高^[9]。此外, 不同肤色人种, 其角膜厚度也存在差异, 黑人比白人拥有更薄的角膜厚度^[10-11]。还有研究表明, 先天性白内障患者术后角膜厚度(574±54μm)高于正常对照组(552±38μm, P<0.01)^[12]。既往研究显示, 成人白内障术后角膜厚度在术后 1wk 内增加, 之后则缓慢降低, 术后 2mo 左右角膜厚度恢复术前的水平^[13]。但是在小儿先天性白内障术后中央角膜厚度呈现增加的趋势, 这与成人的变化有所

不同。因此,探讨先天性白内障术后角膜厚度、IOP 的变化及二者之间的关系,对于诊断儿童青光眼是十分必要的。本文就先天性白内障术后 CCT 和 IOP 的变化、二者之间的关系及其变化原因进行阐述。

2 CCT 和 IOP 测量

2.1 IOP 测量 目前 IOP 测量的方法主要有以下几种:

(1) Goldmann 眼压计: Goldmann 眼压计是目前公认 IOP 测量的“金标准”,该检查需要在表面麻醉下完成并且测量仪器与角膜直接接触,对患者的配合度要求较高,易导致角膜感染、损伤,因此该方法很少用于小儿眼压测量。(2) 非接触眼压计(non-contact tonometer, NCT): 该仪器是将压缩气体喷射到角膜平面,通过角膜受压后的变形程度来评估眼压,该操作与角膜无接触,过程简单,结果的重复性高。对于几个月甚至几岁的儿童,由于被测者配合较差,该方法运用较少。(3) iCare 回弹式眼压计: 该眼压计操作简便、便于携带、价格低廉,对患者配合度要求较低,不需要使用麻醉药物,并且测量结果准确性和 Goldmann 眼压计具有高度一致性^[14]。对于先天性白内障患者,研究者认为采用回弹式眼压计进行 IOP 测量较为合理^[15-16]。

2.2 CCT 测量 适用于先天性白内障患者 CCT 测量的主要方法:(1) 超声角膜测厚仪: A 超角膜测厚仪作为角膜厚度测量的金标准^[17],对角膜无损害,操作简便。因角膜具有中央薄、周边厚的特点,测量时很难确保每次将探头位置聚焦于角膜正中央,将超声波垂直于角膜表面测量等。同时超声探头对角膜的压力会影响泪膜的稳定性,干扰声波反射界面。这些均会导致 CCT 测量误差。也有研究表明不同的角膜测厚仪所得出的结果具有差异^[18-19],一般推荐使用同一款机器进行测量,以提高准确性。(2) 光学方法(SS-OCT): 一种新型眼前节扫描光源 OCT,具有无接触、扫描速度快、准确性高等特点,并且可以追踪定位,以减少被检者头位移动造成的偏差,该仪器在 CCT、角膜曲率等测量方面具有重要临床价值。(3) Pentacam 测量仪: 该系统是一种三维眼前节分析诊断系统,应用 Scheimpflug 光学原理进行断层扫描,从而获得眼前节三维立体图像。该方法具有无接触、重复性高、准确性好等特点,该仪器目前多用于成人。但是进行该检查时对于患者的配合度要求较高(固视、固视时间、头位等),对于小孩子的测量可能存在一定的困难。

3 CCT 和 IOP 的变化及二者之间的关系

3.1 人工晶状体眼 CCT 和 IOP 的变化 通常将手术方式为晶状体摘除联合后囊膜环形切开、前段玻璃体切除伴 IOL 植入的患眼称为人工晶状体眼。Lim 等^[20] 纳入先天性白内障患者 66 例(单眼 31 例,双眼 35 例)并进行 6.5mo 的随访,结果表明无论是单眼还是双眼患者,术后 CCT 较术前明显增加。对于单眼的患者,对侧眼却保持相对稳定。同时在排除术后继发青光眼,对于行 I 期白内障摘除伴 IOL 植入的患者,平均 CCT 较术前增加 7.5 μm 。Amir 等对平均年龄为 37.7 \pm 26.9mo 的 32 眼患者的 CCT 和 IOP 用笔式眼压计测量眼压并进行分析,术后随访 6mo 时 CCT (540 \pm 36 μm) 和术前 (540 \pm 34 μm)、术后 1mo (539 \pm 37 μm) 的数值在统计学上无差异 ($P=1.000, 0.463$)。术后 6mo 眼压 (14.5 \pm 4.2mmHg) 值和术前 (15 \pm 5.6mmHg) 比较无差异 ($P=0.74$)^[21]。

3.2 无晶状体眼角膜厚度和眼压的变化 将手术方式为

晶状体摘除联合后囊膜环形切开、前段玻璃体切除不伴有 IOL 植入的患眼称为无晶状体眼。既往关于无晶状体眼患者研究显示,患眼术后 CCT 较术前明显增高。Resende 等^[22] 研究发现,先天性白内障术后 CCT 增加,并且患者年龄越小,CCT 增加量越大。Tania 等临床研究发现,先天性白内障术后无晶状体眼的 CCT 大于正常有晶状体眼的 CCT,也大于术前先天性白内障的 CCT,因此可以认为手术操作使得 CCT 增加,同时可能由于人工晶状体眼和无晶状体眼存在发育和结构上的差异,从而导致其术后 CCT 变化的差异^[23]。Naveed 等研究结果表明,术后随访 10.7 \pm 6.08a,无晶状体眼术后平均 CCT (632 \pm 45 μm) 明显高于术前 (546 \pm 33 μm , $P<0.001$)^[24]。Faramarzi 等^[21] 对 15 眼无晶状体眼研究显示,术后随访 6mo 时患者的 IOP 和术前无明显差异 ($P=0.58$),术后 6mo 的 CCT (602 \pm 65 μm) 明显高于术前 (548 \pm 61 μm , $P<0.001$)。Graziela 等得出无晶状体眼患者末次随访时 (36mo) CCT 增加量 (56.16 \pm 46.97 μm) 高于人工晶状体眼 (12.71 \pm 38.41 μm , $P=0.015$),并且无晶状体眼患者末次随访时 CCT 明显高于术前^[22]。而对于眼内压,术后无晶状体眼患者术后随访 36mo 时的眼压和术前相比增加了 2.806 \pm 4.61mmHg,差异无统计学意义。说明先天性白内障术后,角膜厚度呈现上升的趋势,而眼压则增加不明显,其中原因目前尚不清楚。

3.3 CCT 和 IOP 之间的关系 Goldmann 等在设计眼压计时,将 CCT 的正常值设为 520 μm ^[25]。因此,眼压测量以 520 μm 为基准。Miyake 等^[26] 提出的 CCT 与 IOP 的换算关系:认为 200 μm 的 CCT 差异可以产生大约 8mmHg 眼压测量值的改变。即 25 μm 的 CCT 值可以引起眼压读数升高约 1mmHg。如果 CCT 偏厚,眼压测量值将会偏高,若 CCT 偏薄,则眼压测量值偏低。根据角膜厚度对 IOP 测量影响进行校正,其换算公式为:眼压真实值 = 眼压测量值 + (CCT 值 - 520 μm) / 25。成人白内障术后早期,因为角膜水肿、角膜内皮细胞损伤等导致 CCT 暂时增加。对于白内障较轻的患者,于术后 1mo 时 CCT 便可恢复到术前水平;而对于白内障较重的患者,一般术后 3mo 基本恢复术前水平。CCT 变化主要原因是固体颗粒碰撞损伤内皮和房角结构水肿等,引起 CCT 升高,导致术后出现一过性 IOP 升高,随着角膜水肿消退,IOP 逐渐恢复到正常值。

在儿童中,由于其眼部结构和成人之间存在发育上的差异,CCT 和 IOP 也有明显的不同。既往研究结果显示,先天性白内障术后 CCT 和 IOP 之间具有一定的相关性^[3]。Simsek 等^[27] 纳入年龄 1wk ~ 120mo 先天性白内障患者 43 眼(包括人工晶状眼 10 眼和无晶状体眼 33 眼)和 44 眼年龄相匹配的正常对照组,研究结果显示实验组的 CCT (626 μm , 523 ~ 870 μm) 明显高于对照组 (556 μm , 490 ~ 640 μm),同时实验组的平均 IOP (23mmHg, 11 ~ 57mmHg) 明显高于对照组 (14.5mmHg, 10 ~ 26mmHg), CCT 和 IOP 在两组中均呈现正相关关系 ($P<0.001$),然而作者并没有说明具体术后的测量时间。Kugelberg 等^[28] 对年龄为 23d 兔子的研究中发现,无论是正常眼还是行晶状体摘除的患眼,术前 CCT 和 IOP 之间均无明显的相关性,并且在术后随访 3mo 时,术眼 CCT、IOP 和术前相比均无明显的变化。Jaspreet 等纳入年龄为 3 ~ 24mo 先天性白内障患者 31 例,术后随访 12mo 时的 CCT (553 \pm 15.5 μm) 明显高于术前基线值 (529.84 \pm 11.7 μm , $P=0.022$),平均 CCT 增加了

23.16 μm ^[1]。术后随访 12mo 时 IOP 值平均增了 2.59mmHg($P=0.011$)。同时对 CCT 和 IOP 之间的相关性进行分析得出,CCT 和 IOP 之间呈现正相关($r=0.67$, $P=0.016$)。Naveed 等分析了年龄为 12.7 \pm 6.6 岁先天性白内障患者 17 例 31 眼,并进行 10.7 \pm 6.08a 的随访,结果显示 CCT 和 IOP 之间呈现正相关性,CCT 每增加 100 μm , IOP 增加 3.1mmHg($P<0.001$)^[24]。

综上所述我们可以得出,CCT 的变化会影响 IOP 测量准确性,成人白内障术后 CCT、IOP 会出现短暂升高,之后由于水肿消退,CCT 和 IOP 的值恢复到术前水平。而对于先天性白内障患者,术后 CCT 呈上升的趋势,IOP 的变化则无统一论,同时对于 CCT 和 IOP 之间的关系,部分研究认为 CCT 和 IOP 之间呈现正相关关系,还有研究显示两者无相关性。因此准确测量 CCT 对于评估先天性白内障术后 IOP 的变化及继发青光眼具有一定的辅助意义。先天性白内障患者和正常健康成人之间,不仅在眼部结构发育上存在差异,且正常健康成人对于高血压引起的不适具有更强的主观感受;但是儿童由于年纪过小,表达不适感觉的能力不足,发生漏诊的概率较大。我们要认识到正常健康成人与先天性白内障患者术后 CCT、IOP 的差异,也要考虑到机体发育的客观性差异,不能一概而论。

3.4 眼压和青光眼之间的关系 先天性白内障患者视野获得和视神经评估充满挑战,并且结果可靠性较低。部分研究认为无论有无视神经损伤、视野缺损,将眼压 $\geq 26\text{mmHg}$ 作为小儿青光眼的诊断标准^[29]。Graziela 等进行一项 26 例 37 眼研究,术后随访 36mo,其中有 1 眼(2.7%) 在术后随访 2a 时发生青光眼^[22]。同时被诊断为青光眼患者的 CCT 明显高于未被诊断青光眼患者的 CCT (660 μm vs 612 μm , $P=0.0054$)。Simsek 等^[27] 纳入了先天性白内障患者 43 眼,其中 24 眼发生术后眼压升高,12 眼(27.91%) 发生了术后青光眼。Jaspreet 等共研究了 31 例先天性白内障患者,术后随访 1a 时有 1 例(3.22%) 只发生了眼压升高,并且使用降眼压药物后眼压恢复正常,远期无青光眼并发症的出现^[1]。根据既往研究,先天性白内障术后患者 CCT 呈现增加趋势,且 CCT 和 IOP 之间呈现正相关性。由于 CCT 增厚使得 IOP 结果判断出现困难,是否需要像成人那样进行角膜厚度修正呢?目前尚没有文献进行这方面的研究。因此,关注先天性白内障术后 CCT 变化,对防治患儿术后青光眼具有重要的意义。

4 CCT 和 IOP 变化原因

4.1 CCT 变化原因 在正常儿童中,出生时的角膜厚度较厚,而出生后几个月内迅速下降,然后保持相对稳定^[30-31]。对于先天性白内障患者术后角膜厚度增加的原因,主要存在以下几种可能的机制:(1)角膜内皮损伤:术中即使是非常轻微的操作都有可能对角膜内皮产生一定的损伤,造成内皮数量的丢失甚至功能失代偿,从而导致患者术后角膜发生水肿^[3]。尽管部分研究认为患者术前、术后角膜内皮的丢失数量在统计学上无明显差异^[24,32]。Amino 等^[33] 发现先天性白内障患者术前、术后六角形内皮细胞的形态和变异系数存在显著差异,但内皮细胞计数无明显变化,认为术中的机械损伤可能导致内皮形态发生异常,内皮功能下降。但是在以上涉及角膜内皮的研究中,研究对象的年龄均较大,而实际手术中,大部分患者均在出生后早期行白内障手术,因此其研究结果虽然对评估角膜内皮具有一定价值,仍存在一定的争议。(2)胚胎学

发育:儿童早期的晶状体发育会影响眼部的生长,胚胎学研究表明,角膜的形成和发育是由晶状体诱导的^[24]。正常儿童角膜厚度会随着年龄的增长而减少^[34]。先天性白内障患者由于早期摘除了晶状体,终止了这一诱导过程,从而导致先天性白内障患者晶状体切除术后 CCT 的增加。(3)角膜生物力学改变:手术所做切口、术中反复进出前房,使角膜的结构发生变化,引起角膜生物力学发生改变,从而使得角膜厚度、角膜曲率发生变化^[35],影响眼压的测量。在出生后的最初几个月,手术对角膜的创伤可能会损害自身水合作用、蒸发和保持透明度的机制,影响角膜厚度的变化^[36]。此外,由于手术时间过长或术中灌注液使用过多,术中液体流动和气泡形成使得角膜与被粉碎的晶状体颗粒发生碰撞时间延长,损伤角膜,导致角膜生物力学发生变化,影响 CCT 的测量^[37-38]。

4.2 IOP 变化原因的分析 先天性白内障术后眼压呈现不变或增加的趋势,导致 IOP 变化的解释主要有以下几点:(1)CCT 对 IOP 影响:先天性白内障术后,CCT 和 IOP 之间具有相关性,既往研究显示先天性白内障术后,CCT 表现增加趋势,因此 IOP 由于受 CCT 影响也会出现相应的增加。但是在某些研究中,患者末次随访时的 IOP 和术前相比,呈现轻度增加,但并没有明显的统计学意义,部分原因可能是由于患者的随访时间较短。(2)激素使用:先天性白内障术后炎症反应较成人更重,为了减轻患者术后炎症反应,先天性白内障患儿术后常常会接受较大剂量激素(和成人相比)治疗,因此会在术后早期出现激素反应性高血压。(3)IOL 影响:有研究认为,IOL 的植入会对房角产生一定保护作用^[39],而无晶状体眼则缺乏这种保护机制。因此和人工晶状体眼相比,无晶状体眼患者较之人工晶状体眼有较高的术后眼压。

5 目前研究存在的限制

先天性白内障患者常伴有眼球震颤、斜视、眼底病变及全身发育不良(唐氏综合征等),术前生物测量几乎均需要在麻醉的前提下完成,因此测量时很难获得良好的注视眼位,导致测量误差。其次,目前关于先天性白内障患者术后 CCT 和 IOP 研究人群年龄跨度较大,不同年龄阶段患者眼部发育情况不同,术后恢复存在差异;一般较重患者需要手术时间更长,术后 CCT 和 IOP 会与白内障较轻的患者存在差异。此外,既往所涉及关于角膜内皮数量和形态的研究中,患者年龄基本在 10 岁左右,而对于 1 岁以内甚至更小的患者,很难对角膜内皮形态、数量进行量化分析研究。因此先天性白内障术后角膜内皮损害对 CCT 的影响没有明确的结果,仍需要进一步研究。角膜生物力学测量对患者配合要求较高,手术对先天性白内障患者角膜生物力学的影响一直是研究的难点和热点。对于先天性白内障患者术后眼前节参数变化的研究,还需要很多的工作去做。

6 总结和展望

先天性白内障是我国儿童主要致盲性疾病,青光眼是影响术后视觉康复的主要并发症。和成人不同,婴幼儿青光眼的检查与诊断尚无统一标准,而 IOP 测量是青光眼诊断的主要指标。因此,任何影响 IOP 测量的因素都可导致术后青光眼的误诊及抗青光眼药物的不恰当使用。而角膜厚度的变化会引起眼压测量的误差。因此准确评估 CCT 对 IOP 测量的影响具有非常重要的临床意义。同时也要关注不同年龄阶段患者术后 CCT、IOP 的变化,我们

也期待新的诊断标准、诊断仪器的出现,为小儿先天性白内障术后青光眼的诊断带来新的曙光。

参考文献

- 1 Sukhija J, Kaur S. Central corneal thickness and intraocular pressure changes after congenital cataract surgery with intraocular lens implantation in children younger than 2 years. *J Cataract Refract Surg* 2017;43(5):662-666
- 2 Mohammadpour M, Shaabani A, Sahraian A, et al. Updates on managements of pediatric cataract. *J Curr Ophthalmol* 2019;31(2):118-126
- 3 Simon JW, O'malley MR, Gandham SB, et al. Central corneal thickness and glaucoma in aphakic and pseudophakic children. *J AAPOS* 2005;9(4):326-329
- 4 Rabiah PK. Frequency and predictors of glaucoma after pediatric cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 2004;137(1):30-37
- 5 Kim MJ, Kim JH, Kim SJ, et al. Long-term follow-up of changes in corneal endothelium after primary and secondary intraocular lens implantations in children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2012;250(6):925-930
- 6 Baden C, Shija F, Lewallen S, et al. Glaucoma after pediatric cataract surgery in a population with limited access to care. *J AAPOS* 2013;17(2):158-162
- 7 Miyahara S, Amino K, Tanihara H. Glaucoma secondary to pars plana lensectomy for congenital cataract. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2002;240(3):176-179
- 8 Mori M, Keech RV, Scott WE. Glaucoma and ocular hypertension in pediatric patients with cataracts. *J AAPOS* 1997;1(2):98-101
- 9 Bolz M, Sacu S, Drexler W, et al. Local corneal thickness changes after small-incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(10):1667-1671
- 10 Haseltine SJ, Pae J, Ehrich JR, et al. Variation in corneal hysteresis and central corneal thickness among black, hispanic and white subjects. *Acta Ophthalmol* 2012;90(8):e626-631
- 11 Badr M, Masis Solano M, Amoozger B, et al. Central Corneal Thickness Variances Among Different Asian Ethnicities in Glaucoma and Nonglaucoma Patients. *J Glaucoma* 2019;28(3):223-230
- 12 Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, et al. Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). *Ophthalmology* 2001;108(10):1779-1788
- 13 Muir KW, Duncan L, Enyedi LB, et al. Central corneal thickness: congenital cataracts and aphakia. *Am J Ophthalmol* 2007;144(4):502-506
- 14 Wong B, Parikh D, Rosen L, et al. Comparison of Disposable Goldmann Applanation Tonometer, ICare ic100, and Tonopen XL to Standards of Care Goldmann Nondisposable Applanation Tonometer for Measuring Intraocular Pressure. *J Glaucoma* 2018;27(12):1119-1124
- 15 Li Y, Jia S, Liu P, et al. Application of Icare rebound tonometer in children after congenital cataract surgery. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2015;40(1):72-77
- 16 Li Y, Tang L, Xiao M, et al. Comparison of the Icare tonometer and the hand-held goldmann applanation tonometer in pediatric aphakia. *J Glaucoma* 2013;22(7):550-554
- 17 Farvardin M, Heidary F, Sayehmiri K, et al. A Comprehensive Meta-analysis on Intra Ocular Pressure and Central Corneal Thickness in Healthy Children. *Iran J Public Health* 2017;46(6):724-732
- 18 Suzuki S, Oshika T, Oki K, et al. Corneal thickness measurements: scanning-slit corneal topography and noncontact specular microscopy versus ultrasonic pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(7):1313-1318
- 19 Bovellet R, Kaufman SC, Thompson HW, et al. Corneal thickness measurements with the Topcon SP-2000P specular microscope and an ultrasound pachymeter. *Arch Ophthalmol* 1999;117(7):868-870
- 20 Lim Z, Muir KW, Duncan L, et al. Acquired central corneal thickness increase following removal of childhood cataracts. *Am J Ophthalmol* 2011;151(3):434-441 e1
- 21 Faramarzi A, Javadi MA, Jabbarpoor Bonyadi MH, et al. Changes in central corneal thickness after congenital cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(12):2041-2047
- 22 Resende GM, Lupinacci AP, Arieta CE, et al. Central corneal thickness and intraocular pressure in children undergoing congenital cataract surgery: a prospective, longitudinal study. *Br J Ophthalmol* 2012;96(9):1190-1194
- 23 Tai TY, Mills MD, Beck AD, et al. Central corneal thickness and corneal diameter in patients with childhood glaucoma. *J Glaucoma* 2006;15(6):524-528
- 24 Nilforushan N, Falavarjani KG, Razeghinejad MR, et al. Cataract surgery for congenital cataract: endothelial cell characteristics, corneal thickness, and impact on intraocular pressure. *J AAPOS* 2007;11(2):159-161
- 25 Landau IM, Laurell CG. Ultrasound biomicroscopy examination of intraocular lens haptic position after phacoemulsification with continuous curvilinear capsulorhexis and extracapsular cataract extraction with linear capsulotomy. *Acta Ophthalmol Scand* 1999;77(4):394-396
- 26 Miyake K, Ota I, Ichihashi S, et al. New classification of capsular block syndrome. *J Cataract Refract Surg* 1998;24(9):1230-1234
- 27 Simsek T, Mutluay AH, Elgin U, et al. Glaucoma and increased central corneal thickness in aphakic and pseudophakic patients after congenital cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 2006;90(9):1103-1106
- 28 Kugelberg U, Zetterstrom C, Lundgren B, et al. Eye growth in the aphakic newborn rabbit. *J Cataract Refract Surg* 1996;22(3):337-341
- 29 Simon JW, Mehta N, Simmons ST, et al. Glaucoma after pediatric lensectomy/vitreotomy. *Ophthalmology* 1991;98(5):670-674
- 30 Kirwan C, O'keefe M, Fitzsimon S. Central corneal thickness and corneal diameter in premature infants. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83(6):751-753
- 31 Muir KW, Duncan L, Enyedi LB, et al. Central corneal thickness in children: stability over time. *Am J Ophthalmol* 2006;141(5):955-957
- 32 Morrison DG, Lynn MJ, Freedman SF, et al. Corneal Changes in Children after Unilateral Cataract Surgery in the Infant Aphakia Treatment Study. *Ophthalmology* 2015;122(11):2186-2192
- 33 Amino K, Miyahara S, Tanihara H. Corneal thickness in eyes following pars plana lensectomy for congenital cataracts. *Jpn J Ophthalmol* 2004;48(2):169-171
- 34 Kane JX, Van Heerden A, Atik A, et al. Accuracy of 3 new methods for intraocular lens power selection. *J Cataract Refract Surg* 2017;43(3):333-339
- 35 Simsek T, Soba DO, Tirhis MH, et al. Evaluation of corneal biomechanical properties using an ocular response analyser to examine aphakic and pseudophakic patients after congenital cataract surgery. *Acta Ophthalmol* 2016;94(3):e198-203
- 36 Portellinha W, Belfort R Jr. Central and peripheral corneal thickness in newborns. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1991;69(2):247-250
- 37 Linebarger EJ, Hardten DR, Shah GK, et al. Phacoemulsification and modern cataract surgery. *Surv Ophthalmol* 1999;44(2):123-147
- 38 Takahashi H. Free radical development in phacoemulsification cataract surgery. *J Nippon Med Sch* 2005;72(1):4-12
- 39 Faramarzi A, Feizi S, Maghsoodlou A. Factors influencing intraocular pressure, corneal thickness and corneal biomechanics after congenital cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 2017;101(11):1493-1499