

Đánh giá vai trò của độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh trong tính công suất thể thủy tinh nhân tạo

Evaluating the role of chamber depth and lens thickness on the choice of intraocular lens calculation

Nguyễn Xuân Hiệp, Trần Ngọc Khánh và cộng sự

Bệnh viện Mắt Trung ương

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá vai trò của độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh trong tính công suất thể thủy tinh nhân tạo và đề xuất các công thức tính công suất thể thủy tinh phù hợp với từng người bệnh. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu mô tả tiến cứu trên các người bệnh có trục nhãn cầu bình thường (từ 22,0 - 24,5mm) và độ loạn thị $\leq 1,5D$ được phẫu thuật Phaco đặt thể thủy tinh nhân tạo tại Khoa Khám chữa bệnh theo yêu cầu, Bệnh viện Mắt Trung ương từ tháng 10/2016 đến tháng 9/2017. Các chỉ số được đo bằng máy LENSTAR LS900. Công thức tính số thể thủy tinh nhân tạo thể hệ 3 (SRKT) được so sánh với công thức thể hệ 4 Olsen (đã được tích hợp trên máy LENSTAR LS 900). Độ sâu tiền phòng trước mổ được chia làm 3 nhóm: $\leq 3,0$, 3 - 3,5, và $\geq 3,5mm$. Chiều dày thể thủy tinh được chia làm 2 nhóm: $< 4,5$ và $\geq 4,5mm$. Khúc xạ cầu tương đương tồn dư lý thuyết dự tính sau mổ (ME) và độ chênh lệch giữa khúc xạ cầu tương đương tồn dư dự tính và khúc xạ cầu tương đương tồn dư thực tế ở thời điểm 3 tháng sau mổ (MAE) của mỗi công thức được so sánh ở mỗi nhóm. Đánh giá mối tương quan giữa độ sâu tiền phòng và độ dày thể thủy tinh. **Kết quả:** 137 mắt của 114 người bệnh được theo dõi. Độ tuổi trung bình của nhóm nghiên cứu là $65,68 \pm 11,58$ năm, độ sâu tiền phòng trung bình trước mổ là $3,16 \pm 0,51mm$, chiều dày thể thủy tinh trung bình là $4,35 \pm 0,49mm$. Độ chênh lệch khúc xạ giữa khúc xạ cầu tương đương tồn dư dự tính và thực tế sau mổ 3 tháng với công thức SRKT và Olsen lần lượt là: $0,42 \pm 0,29D$ và $0,28 \pm 0,26D$. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,001$. Với độ sâu tiền phòng từ 3 - 3,5mm thì không có sự khác biệt giữa công thức SRKT và công thức Olsen. Tuy nhiên, ở độ sâu tiền phòng $\leq 3,0mm$; $\geq 3,5mm$ và ở chiều dày thể thủy tinh $< 4,5$, $\geq 4,5mm$ công thức Olsen có dự đoán đúng hơn đáng kể so với SRKT với $p < 0,01$. Có mối tương quan nghịch biến chặt chẽ giữa độ sâu tiền phòng và độ dày thể thủy tinh với $r = -0,67$ và $p < 0,001$. **Kết luận:** Độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh là hai yếu tố quan trọng trong tính công suất thể thủy tinh nhân tạo. Công thức Olsen là sự lựa chọn tốt cho tất cả các độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh khác nhau ở những người bệnh có trục nhãn cầu bình thường.

Từ khóa: Độ sâu tiền phòng, chiều dày thể thủy tinh, công thức tính công suất thể thủy tinh nhân tạo.

Summary

Objective: To evaluate the role of chamber depth (ACD) and lens thickness (LT) on the choice of intraocular lens (IOL) calculation and propose the formulas in accordance with per patient.

Ngày nhận bài: 24/9/2019, ngày chấp nhận đăng: 07/10/2019

Người phản hồi: Trần Ngọc Khánh, Email: khanhvmmt@gmail.com - Bệnh viện Mắt Trung ương

Subject and method: A prospective descriptive study of the patients with normal axial length (22.0 - 24.5mm) and astigmatism $\leq 1.5D$ undergoing uncomplicated Phaco with IOL implantation at Out-demand Department, Vietnam National Institute of Ophthalmology from October in 2016 to September in 2017. The ocular biometry was measured with LENSTAR LS900. The 3rd generation IOL formula (SRKT) was the Olsen formula. For analysis, preoperative anterior chamber depth was divided into three subgroups: ≤ 3.0 , $3.0 - 3.5$, and ≥ 3.5 mm. Lens thickness was divided into two subgroups: < 4.5 và ≥ 4.5 mm. The mean error (ME) and mean absolute error (MAE) of each formula was compared for each subgroup at 3-month flow-up. The difference between the MAE of the formulas were compared for each ACD subgroup. Evaluate the correlation between ACD and LT. **Result:** 137 eyes of 114 patients were followed. The mean age of the study group was 65.68 ± 11.58 , the mean ACD was 3.16 ± 0.51 mm, the mean LT was 4.35 ± 0.49 mm. The MAE were $0.42 \pm 0.29D$ and $0.28 \pm 0.26D$ with SRKT and Olsen formulas, respectively. The difference was statistically significant with $p < 0.001$. With ACD from 3.0 to 3.5mm, there was no difference between the SRKT formula and the Olsen formula. However, with ACD ≤ 3.0 mm, ≥ 3.5 mm and LT < 4.5 , ≥ 4.5 mm, the Olsen formula was a significantly better predictor than the SRKT ($p < 0.01$). There was a strong correlation between ACD and LT with $r = -0.67$ and $p < 0.001$. **Conclusion:** Anterior chamber depth and lens thickness were important factors in IOL power calculation. The Olsen formula was the best choice for all ACD and LT subgroups in patients with normal axial length.

Keywords: Anterior chamber depth, lens thickness, IOL power calculation formula.

1. Đặt vấn đề

Trước đây mục đích chính của phẫu thuật đục thể thủy tinh là giải phóng mù lòa thì ngày nay phẫu thuật này đã trở thành phẫu thuật khúc xạ đòi hỏi người bệnh có một chất lượng thị giác tốt nhất sau mổ. Chính vì vậy, việc tính toán công suất thể thủy tinh chính xác là điều đặc biệt cần thiết và phải có những công thức tính toán đúng đắn. Tính công suất thể thủy tinh nhân tạo ngày nay không chỉ dựa vào chiều dài trục nhãn cầu và công suất khúc xạ giác mạc mà còn phải dựa vào độ sâu tiền phòng và độ dày thể thủy tinh. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ lệch 1mm đường kính giác mạc, chiều dài trục nhãn cầu, độ sâu tiền phòng có thể dẫn đến các sai số khúc xạ lần lượt là: 5,7D; 2,7D và 1,5D [1]. Một trong các nguyên nhân chính dẫn đến sai số khúc xạ sau phẫu thuật thể thủy tinh là thiếu yếu tố độ sâu tiền phòng, chiều dày thể thủy tinh trong công thức tính. Do đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này với mục tiêu: *Đánh giá vai trò của độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh trong tính công suất thể thủy tinh nhân tạo. Đề xuất các công thức tính công suất thể thủy tinh phù hợp với từng người bệnh.*

2. Đối tượng và phương pháp

Chúng tôi tiến hành nghiên cứu mô tả tiền cứu có so sánh trên người bệnh được phẫu thuật Phaco đặt thể thủy tinh nhân tạo (IOL) - TECNIS 1 ZCBOO tại Khoa Khám bệnh và Điều trị theo yêu cầu, Bệnh viện Mắt Trung ương từ tháng 10 năm 2016 đến tháng 08 năm 2017 thỏa mãn tiêu chuẩn lựa chọn gồm những mắt có trục nhãn cầu từ 22,0 - 24,5mm, loạn thị từ 1,5 diop trở xuống, không có phẫu thuật khúc xạ và glacom trước đó, không có biến chứng trong, sau quá trình phẫu thuật và đồng ý tham gia nghiên cứu.

Người bệnh được khám và đánh giá các chỉ số chiều dài trục nhãn cầu (AL), khúc xạ giác mạc (K), độ sâu tiền phòng (ACD), chiều dày thể thủy tinh (LT), được tính toán công suất thể thủy tinh theo hai công thức thể hệ 3 (SRKT) và thể hệ 4 (Olsen) bằng máy Lenstar LS 900. Độ sâu tiền phòng trước mổ chia làm 3 nhóm: $\leq 3,0$, $3,0 - 3,5$, và $\geq 3,5$ mm [2]. Chiều dày thể thủy tinh chia làm 2 nhóm: $< 4,5$ và $\geq 4,5$ mm. Người bệnh được khám và đánh giá sau mổ 3 tháng các chỉ số: Khúc xạ cầu tương đương tồn dư thực tế

(ME: Mean error) sau phẫu thuật và độ chênh lệch giữa khúc xạ tồn dư dự tính với khúc xạ tồn dư thực tế ở thời điểm 3 tháng sau mổ (MAE: Mean absolute error). Các chỉ số này sẽ được so sánh giữa các nhóm khác nhau. Đánh giá mối tương quan giữa độ sâu tiền phòng và độ dày thể thủy tinh.

Công thức thể hệ III (SRK/T) do Sanders, Retzlaff và Kraff phát triển ở những năm 70 của thế kỷ XX, sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính (regression formula) ước lượng độ sâu tiền phòng sau phẫu thuật. Độ sâu tiền phòng sau phẫu thuật ước lượng (ACD estimate) được tính toán dựa trên chiều cao giác mạc tính từ trung tâm giác mạc đến mặt trước mống mắt (H) và chỉ số A constant theo công thức sau [3]:

$$\text{ACD (estimate)} = \text{Corneal height (H)} + \text{offset}$$

$$\text{Offset} = \text{ACD (constant)} - 3,336$$

$$\text{ACDpost} = \text{ACDmean} + 0,12 \times H + 0,33 \times \text{ACDpre} + 0,3 \times LT + 0,1 \times AL - 5,18$$

Cả hai công thức SRKT và Olsen đều đưa ra dự đoán độ sâu tiền phòng sau phẫu thuật để có thể cho ra một công suất thể thủy tinh nhân tạo đúng đắn nhất. Tuy nhiên, Olsen đã dựa vào nhiều chỉ số hơn đặc biệt là chỉ số ACD trước phẫu thuật, chiều dày thể thủy tinh và đây chính là sự khác nhau giữa công thức thể hệ 3 và 4.

Chúng tôi phân tích số liệu bằng phần mềm SPSS 16.0 và các test Paired - Samples T test và One - way Anova.

$$\text{ACD (constant)} = (0,62467 \times A) - 68,747$$

Công thức thể hệ IV (Olsen) là công thức quang học (optical formula) do giáo sư Thomas Olsen phát triển ở cuối những năm 80 của thế kỷ XX. Công thức tính công suất thể thủy tinh nhân tạo dựa trên bốn chỉ số cơ bản: Công suất khúc xạ giác mạc, chiều dài trục nhãn cầu, độ sâu tiền phòng sau phẫu thuật và chiều dày thể thủy tinh nhân tạo. Trong đó, độ sâu tiền phòng sau phẫu thuật dự đoán (ACDpost) được tính toán không chỉ dựa vào H và A constant mà còn dựa trên độ sâu tiền phòng trước mổ thực tế (ACDpre), độ sâu tiền phòng trung bình theo thống kê (ACDmean), chiều dày thể thủy tinh (LT) và chiều dài trục nhãn cầu (AL) theo công thức sau [4]:

3. Kết quả

Chúng tôi đã thu thập được 137 mắt của 114 người bệnh với độ tuổi trung bình của nhóm nghiên cứu là $65,68 \pm 11,58$ năm, chiều dài trục nhãn cầu trung bình là $23,31 \pm 0,63$, khúc xạ giác mạc trung bình là $44,25 \pm 1,37$, độ sâu tiền phòng trung bình trước mổ là $3,16 \pm 0,51\text{mm}$, chiều dày thể thủy tinh trung bình là $4,35 \pm 0,49\text{mm}$ và loạn thị giác mạc trung bình trước mổ là $0,78 \pm 0,49$.

Bảng 1. Khúc xạ tồn dư dự tính (ME) và sự chênh lệch giữa khúc xạ tồn dư dự tính và thực tế (MAE) giữa hai công thức SRKT và Olsen

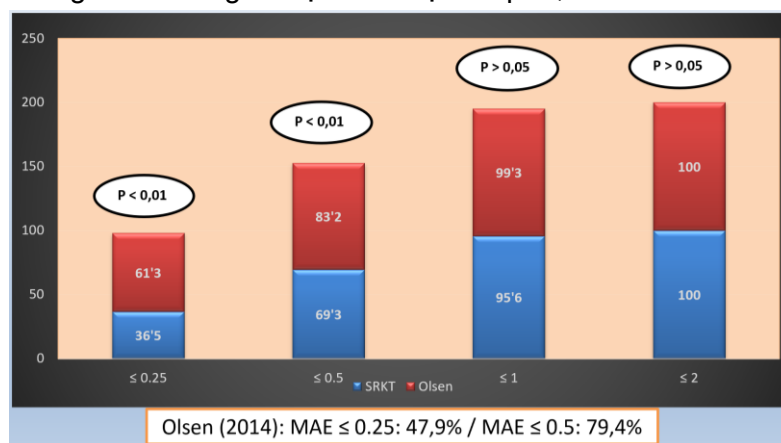
Công thức	ME (Mean $\pm$ SD)	ME		MAE (Mean $\pm$ SD)
		Min	Max	
SRKT	$0,20 \pm 0,19$	-0,68	0,92	$0,4 \pm 0,29$
Olsen	$0,34 \pm 0,29$	-1,15	1,2	$0,28 \pm 0,26$
p	<0,001			<0,001

Bảng 1 cho thấy, khúc xạ tồn dư dự tính trung bình và độ chênh lệch khúc xạ tồn dư dự tính và thực tế của các công thức SRKT và Olsen. ME của SRKT là $0,2 \pm 0,19$ còn của Olsen là $0,34 \pm 0,29$. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,001$. MAE của hai công thức cũng khác nhau có ý nghĩa thống kê với $p < 0,001$.

Bảng 2. So sánh độ chênh lệch giữa khúc xạ tồn dư dự tính, thực tế (MAE) của hai công thức SRKT và Olsen ở phân nhóm độ sâu tiền phòng (PH ACD)

Phân nhóm ACD	Công thức		
	SRKT	Olsen	p
≤ 3,0mm (n = 50)	0,45 ± 0,35	0,19 ± 0,20	<0,001
3 - 3,5mm (n = 57)	0,36 ± 0,24	0,34 ± 0,28	0,557
≥ 3,5mm (n = 30)	0,45 ± 0,25	0,28 ± 0,25	0,001

Bảng 2 đã chỉ rõ tại phân nhóm độ sâu tiền phòng nông (ACD ≤ 3,0mm) và sâu (ACD ≥ 3,5mm), MAE giữa hai công thức có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với p<0,001 và p=0,001. Công thức Olsen cho kết quả dự tính khúc xạ tồn dư tốt hơn SRKT. Tại phân nhóm độ sâu tiền phòng bình thường thì MAE giữa hai công thức không có sự khác biệt với p=0,557.



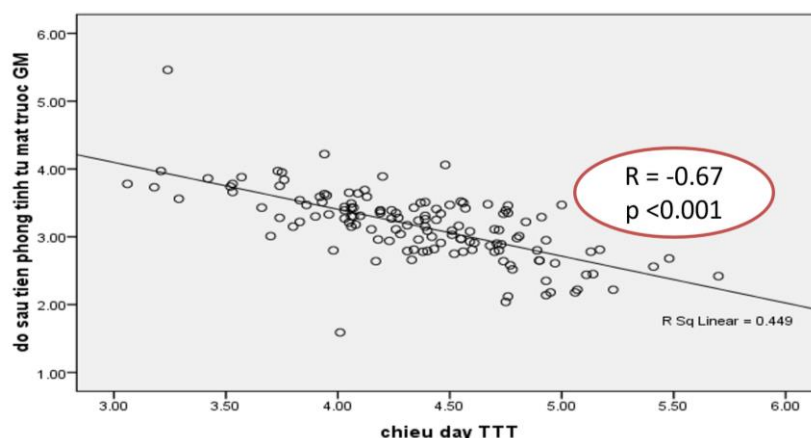
Biểu đồ 1. So sánh tỷ lệ phần trăm độ chênh lệch MAE giữa hai công thức

Biểu đồ 1 đã chỉ ra tỷ lệ phần trăm độ chênh lệch MAE giữa công thức tính công suất thể thủy tinh nhân tạo SRKT và Olsen. Với MAE ≤ 0,25 và ≤ 0,5 tỷ lệ phần trăm dự đoán của Olsen cao hơn SRKT có ý nghĩa thống kê với p<0,01. Với MAE ≤ 1,0 và ≤ 2,0 thì tỷ lệ phần trăm dự đoán của hai công thức Olsen và SRKT không có sự khác biệt với p>0,05.

Bảng 3. So sánh độ chênh lệch giữa khúc xạ tồn dư dự tính và thực tế (MAE) của hai công thức SRKT và Olsen ở phân nhóm LT

Nhóm LT	Công thức		
	SRKT	Olsen	p
< 4,5mm (n = 82)	0,42 ± 0,25	0,28 ± 0,25	<0,001
≥ 4,5mm (n = 55)	0,41 ± 0,34	0,27 ± 0,27	0,004

Bảng 3 cho thấy, MAE ở cả hai nhóm có LT < 4,5mm và ≥ 4,5mm tính theo công thức Olsen đều thấp hơn SRKT có ý nghĩa thống kê với p<0,001 và p=0,004.



Biểu đồ 2. Mối liên quan giữa độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh

Biểu đồ 2 thể hiện mối liên quan giữa độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh. Độ sâu tiền phòng có mối quan hệ nghịch biến chặt chẽ với chiều dày thể thủy tinh với $r = -0,67$ và $p < 0,001$.

4. Bàn luận

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra ở những mắt có trục nhãn cầu bình thường (22,0 - 24,5mm) và độ sâu tiền phòng bình thường (3,0 - 3,5mm), công thức SRKT và Olsen có dự đoán khúc xạ tồn dư sau phẫu thuật không có sự khác biệt. Tuy nhiên ở những mắt có trục nhãn cầu bình thường nhưng độ sâu tiền phòng nông ($\leq 3,0\text{mm}$) và sâu ($\geq 3,5\text{mm}$) thì công thức Olsen có dự đoán khúc xạ tồn dư sau mổ tốt hơn công thức SRKT. Thực tế khi tiến hành nghiên cứu, chúng tôi đã lấy ngẫu nhiên các người bệnh thỏa mãn tiêu chuẩn lựa chọn và được lấy công suất thể thủy tinh theo kinh nghiệm của các bác sĩ và hầu hết tại thời điểm đó công thức SRKT là lựa chọn đầu tiên và thường quy. Chính điều này đã giải thích tại sao khúc xạ tồn dư dự tính (ME) của SRKT ($0,20 \pm 0,19$) gần 0 hơn so với Olsen ($0,34 \pm 0,29$). Tuy nhiên, độ chênh lệch khúc xạ giữa khúc xạ tồn dư dự tính và thực tế của Olsen lại gần 0 hơn SRKT. Như vậy, ở độ sâu tiền phòng bình thường và trục nhãn cầu bình thường thì SRKT vẫn là một lựa chọn tốt. Ở độ

sâu tiền phòng sâu hoặc nông và trục nhãn cầu bình thường thì Olsen là lựa chọn đúng đắn hơn.

Ở Bảng 3 và Biểu đồ 2 cho thấy, tầm quan trọng của chiều dày thể thủy tinh trong công thức tính, độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh có mối liên quan nghịch biến chặt chẽ. Do đó, độ sâu tiền phòng nông thì thông thường chiều dày thể thủy tinh thường dày hơn và ngược lại do đó sẽ ảnh hưởng đến độ sâu tiền phòng sau phẫu thuật. Nếu trong công thức chúng ta chỉ chú ý đến độ sâu tiền phòng mà không để ý đến chiều dày thể thủy tinh thì công suất thể thủy tinh nhân tạo có thể sẽ có sai số. Theo các nghiên cứu trên thế giới thì chiều dày thể thủy tinh tăng theo tuổi và mức độ đục thể thủy tinh, độ dày thể thủy tinh tăng dẫn đến giảm độ sâu tiền phòng [5], [6], [7]. Điều này có thể thấy rõ nhất ở những người bệnh đục thể thủy tinh căng phồng, chín trắng hay nhân nâu đen, độ sâu tiền phòng giảm và có thể trở nên nông hơn bình thường. Trong nghiên cứu, với tất cả độ dày thể thủy tinh khác nhau ở những mắt có trục nhãn cầu bình thường, Olsen đều có dự đoán khúc xạ tồn dư tốt hơn SRKT bởi trong công thức tính của Olsen luôn có tính toán dự đoán độ sâu tiền phòng sau mổ dựa trên cả độ dày thể thủy tinh trước mổ và độ dày thể thủy tinh nhân tạo được đặt trong mắt người bệnh sau phẫu thuật.

Bảng 4. Các công thức tính công suất TTT nhân tạo và các biến số

Công thức tính công suất IOL	Thế hệ II	Thế hệ III			Thế hệ IV		
	SRK II	SRKT	Holladay I	Hoffer Q	Haigis	Holladay II	Olsen
K	+	+	+	+	Bán kính cong GM (mm)	+	+
AL	+	+	+	+	+	+	+
ACD					+	+	+
LT						+	+
WTW						+	+
Tuổi						+	
Khúc xạ TM						+	

Có thể nói từ năm 1949 khi Harold Ridley chế tạo ra thể thủy tinh nhân tạo đầu tiên và đặt cho người bệnh mổ thể thủy tinh ngoài bao với khúc xạ tồn dư sau mổ -20 diop thì các công thức đã bắt đầu được ra đời từ công thức sơ khai như SRK I, Binkhorst I [8] đến các công thức thế hệ II, III và IV. Việc tính toán công suất thể thủy tinh nhân tạo ngày một chính xác hơn. Các công thức thế hệ IV không chỉ sử dụng chiều dài trục nhãn cầu và khúc xạ giác mạc mà chú ý đến nhiều thông số hơn: Độ sâu tiền phòng, độ dày thể thủy tinh hay đường kính ngang giác mạc WTW (Bảng 4). Với SRK II, ngoài trục nhãn cầu và khúc xạ giác mạc thì thay đổi hằng số A theo chiều dài trục nhãn cầu: Tăng A khi chiều dài trục nhãn cầu ngắn và giảm A khi chiều dài trục nhãn cầu tăng [9]. Ở công thức thế hệ III, tính công suất dựa trên xác định thêm vị trí IOL sau mổ: Công thức mặc định với mắt ngắn và K dẹt thì tiền phòng nông và mắt trục dài và GM cong thì tiền phòng sâu: Hoffer Q tốt cho mắt có AL < 22mm, Holladay I tốt nhất cho mắt có AL từ 24,5 đến 26mm, SRKT cho mắt có AL trong khoảng 22 - 24,5 và > 26mm [10], [11], [12], [13]. Với công thức thế hệ IV: Haigis có sử dụng thêm độ sâu tiền phòng, tính toán tốt nhất cho những mắt có AL < 22mm và > 28mm [11]. Holladay II sử dụng 7 thông số nhưng khúc xạ trước mổ thường không đo được do thể thủy tinh đục. Chính vì thế nên Olsen đã trở thành một công thức tiện lợi và hữu ích. Trong nghiên cứu so sánh 9 công thức tính công suất thể thủy tinh của tác giả Cooke DL (2016) cho thấy công thức Olsen cho kết quả đúng đắn nhất ở tất cả các chiều dài trục nhãn cầu, đặc biệt đối với công thức được

tích hợp trên máy LENSTAR LS 900 và sử dụng thông số độ sâu tiền phòng và độ dày thể thủy tinh [14]. Tác giả Shajari M nghiên cứu so sánh chín công thức tính công suất thể thủy tinh hiện đại cho thể thủy tinh nhân tạo ba tiêu cự trên 75 mắt của 38 người bệnh, MAE của các công thức lần lượt là Barrett Universal II (0,294D), Hill-RBF (0,332D), Olsen (0,339D), T2 (0,351D), Holladay 1 (0,381D), Haigis (0,382D), SRK/T (0,393D), Holladay 2 (0,399D), and Hoffer Q (0,41D). Như vậy, các công thức có dự đoán khúc xạ đúng đắn nhất là công thức Barrett Universal II, Hill-RBF, Olsen, hoặc T2 [15].

Có thể nói sự ra đời của các công thức tính công suất thể thủy tinh đã giúp cho các phẫu thuật viên cũng như người bệnh đục thể thủy tinh rất nhiều trong công cuộc đi tìm lại ánh sáng đã mất. Các công thức sau thường hoàn thiện và ưu việt hơn các công thức trước. Thực tế nghiên cứu này của chúng tôi mới đánh giá trên nhóm người bệnh chiếm đa số (có trục nhãn cầu bình thường) vì vậy trong tương lai chúng tôi sẽ nghiên cứu với phạm vi rộng hơn như người cận thị, viễn thị Việt Nam và tính toán trên nhiều công thức hơn nữa.

5. Kết luận

Độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh là hai yếu tố quan trọng trong tính công suất thể thủy tinh nhân tạo. Công thức Olsen là sự lựa chọn tốt cho tất cả các độ sâu tiền phòng và chiều dày thể thủy tinh khác nhau ở những người bệnh có trục nhãn cầu bình thường

Tài liệu tham khảo

1. Olsen T (2007) *Calculation of intraocular lens power: A review*. Acta Ophthalmol Scand 85: 472-485.
2. Mohammad M (2014) *Effect of anterior chamber depth on the choice of intraocular lens calculation formula in patients with normal axial length*. Middle East Afr J Ophthalmol 21(4): 307-311.
3. John Shammass (1996) *Modern formula for intraocular lens power calculation*. Intraocular lens power calculation 18(3): 15-24.
4. Olsen T (1996) *The Olsen formula*. Intraocular lens power calculation 31(4): 27-38.
5. Olsen T, Corydon L & Gimbel H (1995) *Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm*. J Cataract Refract Surg 21: 313-319.
6. Olsen T (2006) *Prediction of the effective postoperative (intraocular lens) anterior chamber depth*. J Cataract Refract Surg 32: 419-424.
7. Praveen MR (2009) *Lens thickness of Indian eyes: Impact of isolated lens opacity, age, axial length, and influence on anterior chamber depth*. Eye (lond) 23(7): 1542-1548.
8. Binkhorst RD (1975) *The optical design of intraocular lens implants*. Ophthalmic Surg 6: 17-31.
9. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC (1988) *Comparison of the SRK II formula and other second-generation formulas*. J Cataract Refract Surg 14: 136-141.
10. Eom Y, Kang S, Song J et al (2014) *Comparison of Hoffer Q and Haigis gormulae for intraocular lens power calculation according to the anterior chamber depth in short eyes*. Am J Ophthalmol 157: 818-824.
11. Haigis W (2008) *Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia: Haigis-L formula*. J Cataract Refract Surg 34: 1658-1663.
12. Wang J, Chang S (2013) *Optical biometry intraocular lens power calculation using different formulas in patients with different axial lengths*. Int J Ophthalmology 6: 150-154.
13. Day A, Foster P, Stevens J (2012) *Accuracy of intraocular lens power calculation in eyes with axial length < 22.00mm*. Clin Experiment Ophthalmology 40: 855-862.
14. Cooke DL, Cooke TL (2016) *Comparison of 9 intraocular lens power calculation formulas*. J cataract refract surg 42(8): 1157-1164.
15. Shajari M et al (2018) *Comparison of 9 modern intraocular lens power calculation formulas for a quadrifocal intraocular lens*. J cataract refract surg 44(8): 942-948.