

Original Article

Visual outcomes and complications of transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy.

Pipat Kongsap M.D.*

Abstract Visual outcomes and complications of transconjunctival sutureless 23 - gauge vitrectomy

Pipat Kongsap M.D.*

* Department of Ophthalmology, Prapokklao hospital, Chanthaburi, Thailand.

J Prapokklao Hosp Clin Med Educat Center 2010; 8-15

Purpose : To compare visual outcomes and complications in eyes undergoing vitrectomy using 23-gauge and 20-gauge vitrectomy system.

Design : retrospective, comparative, case series.

Methods : Chart review of initial 30 consecutive patients that underwent transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy (from October 2008 to August 2009) and 40 consecutive patients that underwent conventional 20-gauge vitrectomy (from May 2006 to September 2008) by one surgeon were performed. The inclusion criteria for this study included eyes that underwent vitrectomy for various indications including nonclearing vitreous hemorrhage (29 eyes), retained lens fragment and lens dislocation (16 eyes), tractional retinal detachment associated with proliferative diabetic retinopathy (9 eyes), macular hole (4 eyes), endophthalmitis (6 eyes), rhegmatogenous retinal detachment (4 eyes), and other (2 cases), and postoperative follow-up of at least 3 months. Main outcome measures included best-corrected Snellen visual acuity (VA), intraoperative complications and postoperative complications.

* ภาควิชาจักษุวิทยา โรงพยาบาลพระปกเกล้า

Results : Vision improved from logMAR 2.16 to logMAR 0.82($P<0.001$), from logMAR 2.30 preoperatively to logMAR 1.14 ($P<0.001$) with 20 and 23-gauge systems, respectively. All group showed statistically significant improvement in visual acuity($P<0.05$).

In 20-gauge group, retinal break occurred in one eyes(2.5%). Postoperative complications included rebleeding in one eyes(2.5%), cataract in three eye(7.5%). In 23-gauge group, wound leak occurred in two eyes(6.6%). Postoperative complications included hypotony in three eyes(10.0%), rebleeding in one eye(3.3%), cataract in three eyes (10.0%). No cases of retinal tear or endophthalmitis were observed.

Conclusions : The conventional 20-gauge and transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy system for pars plana vitrectomy offers significantly improved in visual acuity. Intraoperative wound leak and postoperative hypotony were the most common complications observed in 23-gauge group. However, the visual acuity and complications did not differ significantly between both groups.

Keys word : vitrectomy, 23 gauge, 20 gauge, complications, visual acuity

บทนำ

การผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาโดยทั่วไปแล้วจะทำผ่าตัดโดยใช้ชุดผ่าตัด 20-gauge (20-gauge vitrectomy system, 20G PPV) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ผ่าตัดมาเป็นเวลานาน ปัจจุบันมีการพัฒนาการผ่าตัดให้แผลผ่าตัดมีขนาดเล็กลงจนไม่ต้องเย็บแผล โดยใช้ชุดผ่าตัดน้ำวุ้นตา 23-gauge หรือ 25-gauge (23-gauge, 25-gauge vitrectomy) ซึ่งมีข้อดีหลายประการได้แก่ แผลเล็กหายเร็ว, แผลเป็นที่เยื่อตาขาวน้อยลง, การอักเสบหลังผ่าตัดน้อยกว่า, ลดสายตาเอียงหลังผ่าตัด และผู้ป่วยรู้สึกสบาย เจ็บปวดน้อย¹⁻⁸ อย่างไรก็ตามมีรายงานพบว่า มีภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดบางอย่างสูงกว่าระบบเก่า(20-gauge vitrectomy) ซึ่งได้แก่ wound leakage, hypotony, choroidal detachment เป็นต้น^{1,2, 9-11}

โรงพยาบาลพระปกเกล้า เริ่มทำผ่าตัดน้ำวุ้นตาโดยใช้ 23-gauge vitrectomy system (23G PPV) แก่ผู้ป่วย มาประมาณ 1 ปี งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาระดับการมองเห็นและภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาในระบบใหม่ 23G PPV โดยเปรียบเทียบกับ การผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาในระบบเดิม 20G PPV

วิธีการศึกษา

ทบทวนเวชระเบียนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาที่กลุ่มงานจักษุวิทยา โรงพยาบาลพระปกเกล้า ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2552 ผู้ป่วยมี 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ได้รับการผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาด้วย 20G PPV ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2551 กลุ่มที่ 2

ได้รับการผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาด้วย 23G PPV เดือนตุลาคม พ.ศ.2551 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2552 ผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์ในการศึกษาได้แก่ ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดจอตาและน้ำวุ้นตา เช่น nonclearing vitreous hemorrhage, tractional retinal detachment, rhegmatogenous retinal detachment, retained lens fragments/lens dislocation, macular hole, endophthalmitis และได้รับการติดตามการรักษาอย่างน้อย 3 เดือนหลังผ่าตัด

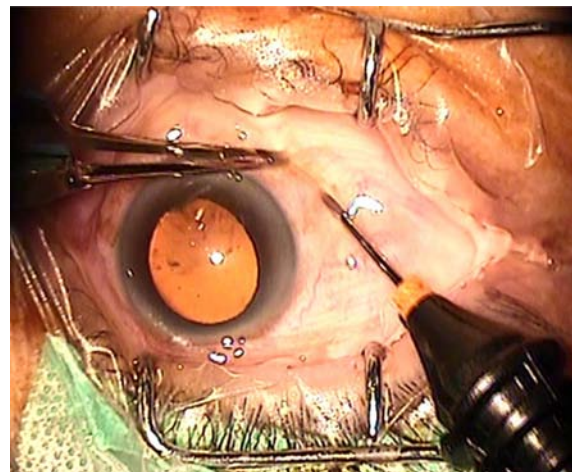
ผู้ป่วยทุกรายได้รับการผ่าตัดโดยจักษุแพทย์คนเดียวกัน ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แก่ เพศ อายุ วันที่ผ่าตัด ข้อบ่งชี้ในการผ่าตัด ความดันตา การมองเห็นก่อน/หลังผ่าตัด ภาวะแทรกซ้อนระหว่างผ่าตัดและหลังผ่าตัด

เทคนิคการผ่าตัด

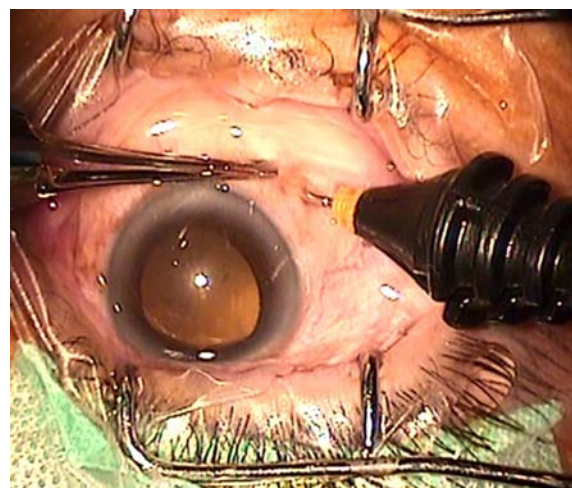
ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดโดยการดมยาสลบหรือฉีดยาชาเฉพาะที่ กลุ่มที่ 1 ได้รับการผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาด้วย 20G PPV การลงแผลผ่าตัด 3 แผล ตามเทคนิคมาตรฐานการผ่าตัดน้ำวุ้นตาที่ใช้โดยทั่วไป ผู้ป่วยทุกรายได้รับการเย็บแผลผ่าตัด กลุ่มที่ 2 ได้รับการผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาด้วย 23G PPV โดยเครื่องผ่าตัดน้ำวุ้นตา Accurus Vitrector (Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX) การผ่าตัดทำโดยเปิดแผลจำนวน 3 รู เริ่มด้วยการใช้ไม้พันสำลีกดเลื่อน conjunctiva ประมาณ 1-3 มิลลิเมตร รูเปิดของแผลห่างจากขอบ limbus ประมาณ 3 - 3.5 มิลลิเมตร ใช้ 23-gauge trocar canula (รูปที่ 1) แทะผ่าน conjunctiva, sclera ขนานกับ limbus โดยทำมุม 5 องศา กับ sclera (รูปที่ 2) เมื่อ trocar แทะผ่าน sclera ไกล่หมด bevel จึงหักมุม



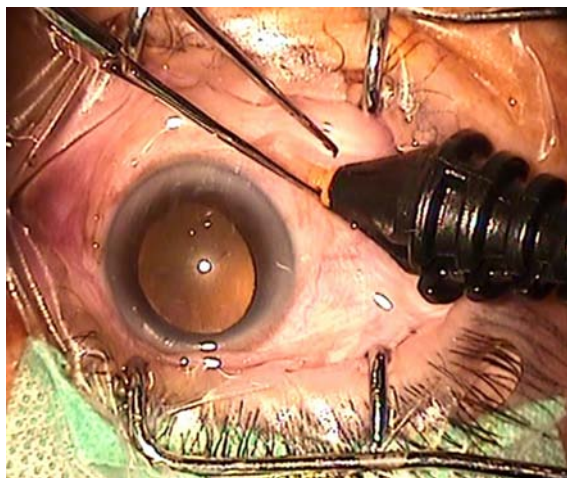
รูปที่ 1 แสดง 23- gauge trocar canula.



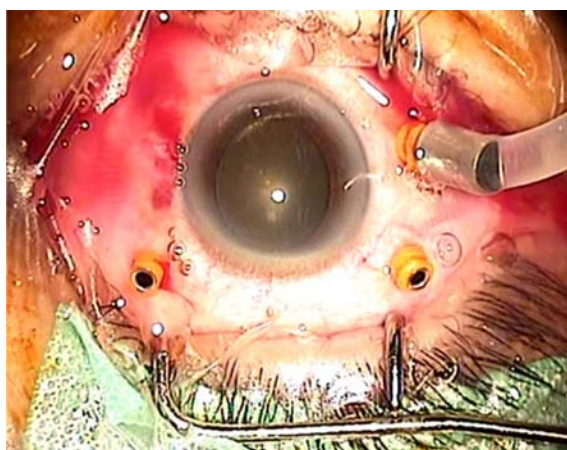
รูปที่ 2 แสดงการแทง 23- gauge trocar canula ในแนว 5 องศา



รูปที่ 3 แสดงการแทง 23- gauge trocar canula ในแนว 30 องศา



รูปที่ 4 แสดงการดึง trocar blade ออกจาก canula



รูปที่ 5 แสดง 23-gauge canula ที่แทงแล้วจำนวน 3 port พร้อมสำหรับทำผ่าตัดน้ำวุ้นตา

เป็น 30 องศา (รูปที่ 3) แทะเข้าไปจนกระทั่งเห็นว่าส่วน canula แทะผ่าน sclera จนสุดแล้ว จึงดึงส่วนที่เป็น trocar blade ออก ระวังอย่าให้ canula เลื่อนออกมา (รูปที่ 4) การเปิดแผลทั้ง 3 รูให้เริ่มทางด้าน inferotemporal สำหรับใส่ infusion line ก่อน ส่วนรูทาง superotemporal และ superonasal สำหรับใส่ light source และ vitrectomy probe จะแทงเป็นลำดับถัดมา (รูปที่ 5) เมื่อผ่าตัดน้ำวุ้นตาเสร็จ ก่อนดึง canula ออกจากแผล ให้ใส่ plug, light source หรือ vitrectomy probe คาไว้ใน canula และใช้ forceps ค่อยๆ

ดึง canula ออกจาก sclera ที่ละรู และใช้ไม้พันสำลีกดรูแผลเอาไว้ประมาณหนึ่งนาที เพื่อลดการรั่วซึมของแผล ทั้งนี้ควรดึง canula ที่อยู่ทาง inferotemporal หลังสุด ก่อนเสร็จสิ้นการผ่าตัดให้ตรวจสอบการรั่วซึมของแผลอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีการรั่วซึม ให้เย็บแผล sclera หนึ่งเข็ม

การวัดระดับการมองเห็นวัดโดยใช้ snellen chart ค่าที่ได้จะแปลงเป็น logarithm of minimum angle of resolution (logMAR) เพื่อการคำนวณค่าทางสถิติ ใช้ t test หรือ Fisher exact test ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปร พิจารณาค่านัยสำคัญทางสถิติ ที่ $P < 0.05$

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาจำนวน 70 ราย เพศชาย จำนวน 32 ราย เพศหญิง จำนวน 38 ราย เป็นผู้ป่วย nonclearing vitreous hemorrhage จำนวน 29 ราย retained lens fragments จำนวน 16 ราย tractional retinal detachment จำนวน 9 ราย, rhegmatogenous retinal detachment จำนวน 4 ราย macular hole จำนวน 4 ราย endophthalmitis จำนวน 6 ราย และอื่นๆ จำนวน 2 ราย (ตารางที่ 1) ระยะเวลาในการติดตามผู้ป่วยเฉลี่ย 5.9 เดือน (range 3-12 เดือน)

ระดับการมองเห็นของผู้ป่วยแสดงในตารางที่ 2 หลังผ่าตัดผู้ป่วยร้อยละ 85.71 (60 ราย) มีระดับการมองเห็นที่ดีขึ้น ร้อยละ 10.0 (7 ราย) ระดับการมองเห็นเท่าเดิมและร้อยละ 4.29 (3 ราย) ระดับการมองเห็นลดลง กลุ่มแรก ระดับการมองเห็นเพิ่มจาก log MAR 2.16 เป็น log MAR 0.82 ($P < 0.001$) และกลุ่มที่สองเพิ่มจาก log MAR 2.30 เป็น log MAR 1.14 ($P < 0.001$)

ผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มมีระดับการมองเห็นที่ดีขึ้นทั้งสองกลุ่ม ($P<0.05$) และระดับการมองเห็นหลังผ่าตัดจากการตรวจผู้ป่วยครั้งสุดท้าย ไม่แตกต่างกันระหว่างผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม ($P=0.139$) สำหรับผู้ป่วย endophthalmitis 2 รายในกลุ่มที่สอง ระดับการมองเห็นหลังผ่าตัดน้ำตาล ลดลงจาก perception of light เป็น no light perception แต่แพทย์

สามารถควบคุมการติดเชื้อไว้ได้โดยผู้ป่วยไม่ถูก evisceration ถ้าตัดผู้ป่วยกลุ่ม endophthalmitis (ซึ่งโดยทั่วไป การพยากรณ์โรคไม่ค่อยดี) ออกจากการคำนวณค่าทางสถิติ ในกลุ่มที่สอง ระดับการมองเห็นเพิ่มจาก log MAR 2.30 เป็น log MAR 0.91 ($P=0.644$)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย

	20-gauge (n=40)	23-gauge (n=30)	p-value
Sex			
Male	16 (40.0 %)	16(53.3 %)	0.387
Age			
Mean $\pm$ SD	54.13 $\pm$ 13.55	58.07 $\pm$ 12.27	0.22
Diagnosis			0.639
Vitreous hemorrhage	19 (47.5%)	10 (33.3%)	
Lens dislocation	10 (25.0%)	6 (20.0%)	
PDR and TRD	5 (12.5%)	4 (13.3%)	
Macular hole	2 (5.0%)	2 (6.7%)	
Endophthalmitis	2 (5.0%)	4 (13.3%)	
RRD	1 (2.5%)	3 (10.0%)	
Other	1 (2.5%)	1 (3.3%)	

ตารางที่ 2 แสดงระดับการมองเห็น ก่อนและหลังผ่าตัด

Visual acuity	20-gauge (n=40)	23-gauge (n=30)
Pre-op	2.16 $\pm$ 0.86	2.30 $\pm$ 0.85
Postoperative		
1 month	1.23 $\pm$ 0.82	1.33 $\pm$ 0.93
Last follow-up	0.82 $\pm$ 0.69	1.14 $\pm$ 0.99
P	P<0.001	P<0.001

ตารางที่ 3 แสดงภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัด

Complication	20-gauge (n=40)	23-gauge (n=30)	p-value (Fisher Exact test)
Intraoperative			
Retinal break	1	0	1.0
Wound leakage	0	2	0.18
Postoperative			
Hypotony	0	3	0.07
Cataract	3	3	1.0
Recurrent VH	1	1	1.0

ภาวะแทรกซ้อน แสดงในตารางที่ 3 ในขณะผ่าตัดพบ retinal break 1 รายในผู้ป่วยกลุ่มที่ 1 ผู้ป่วยได้รับการยิงเลเซอร์ในขณะผ่าตัด หลังผ่าตัดการมองเห็นดีขึ้นโดยไม่มีภาวะแทรกซ้อนอื่นใด ในผู้ป่วยกลุ่มที่ 2 เมื่อผ่าตัดเสร็จตรวจพบว่า มีน้ำซึมจากแผล (wound leak) จำนวน 2 ราย (ร้อยละ 6.6) ซึ่งแก้ไขโดยเย็บแผล 1 เข็ม หลังผ่าตัด พบ progression ของ cataract และ recurrent vitreous hemorrhage ได้ใกล้เคียงกัน ในผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม (Fisher exact test, $P=1$) ผู้ป่วยดังกล่าวได้รับการผ่าตัดต่อกระจก หรือน้ำวุ้นตาในเวลาต่อมา ในผู้ป่วยกลุ่มที่ 2 พบ hypotony 3 ราย (ร้อยละ 10) แต่ไม่พบในกลุ่มที่ 1 (Fisher exact test, $P=0.07$) ซึ่งอาการดีขึ้น 2 - 3 วัน หลังผ่าตัด โดยไม่ต้องนำผู้ป่วยไปเย็บแผล, เต็ม น้ำหรือฉีดแก๊สในห้องผ่าตัด

วิจารณ์

การผ่าตัดน้ำวุ้นตาด้วยชุดผ่าตัดน้ำวุ้นตาขนาด 23 หรือ 25 gauge ปัจจุบันได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเปิดแผลและ

ปิดแผลสั้น หลังผ่าตัดเสร็จไม่ต้องเย็บแผลผ่าตัด ทำให้มีการอักเสบน้อย และผู้ป่วยรู้สึกสบาย เจ็บปวดน้อย 1-10 Nagpal และคณะ¹² ใช้เวลาเฉลี่ยทั้งหมดในการผ่าตัดน้ำวุ้นตาประมาณ 21 นาทีเมื่อใช้ชุดผ่าตัดขนาด 23 gauge, 26 นาทีเมื่อใช้ชุดผ่าตัดขนาด 25 gauge และ 33 นาที เมื่อใช้ชุดผ่าตัดขนาด 20 gauge ซึ่งจะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการผ่าตัดโดยรวมน้อยลงด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับ 20 gauge อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า เกิดแผลผ่าตัดรั่วซึม (wound leak) และตาค้าง (hypotony, ความดันตาน้อยกว่า 6 มิลลิเมตรปรอท)⁹ ได้บ่อย Fine และคณะ¹ รายงาน hypotony ร้อยละ 2.6 (2/77 ตา) ซึ่งผู้ป่วย 1 รายต้องเข้ารับการเย็บแผลในห้องผ่าตัด Omesh และคณะ⁹ พบ hypotony และจำเป็นต้องเย็บแผลผ่าตัด ร้อยละ 6.5 (6/92 ตา), retinal tear ร้อยละ 1.1 (1 ตา) recurrent retinal detachment ร้อยละ 1.1 (1 ตา) Wimpissinger และคณะ¹⁰ พบ hypotony ร้อยละ 20 (6/30 ตา) และ severe hypotony ร้อยละ 7 (2/30 ตา) นอกจากนี้ยังพบ choroidal hemorrhage 2 ราย และ serous retinal detachment

1 ราย, ส่วนใหญ่แล้ว hypotony จะเกิดในช่วงสั้นๆ มักจะดีขึ้นในระยะเวลาประมาณ 7 วัน อย่างไรก็ตาม การปล่อยให้ตาฉีกนานๆ อาจเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงตามมา ได้แก่ retinal/vitreous incarceration, supra-choroidal hemorrhage และ endophthalmitis ดังนั้นจึงอาจต้องแก้ไขด้วยการฉีดแก๊สหรือน้ำเข้าในลูกตาภายใน 2 - 6 ชั่วโมงหลังผ่าตัด ในบางรายอาจต้องเย็บแผลผ่าตัดเพิ่มเติม ในการศึกษานี้เป็นช่วงเริ่มใช้ชุดผ่าตัดขนาด 23 gauge พบ hypotony 3 ราย (ร้อยละ 10.0) ซึ่งเกิดมากกว่าการผ่าตัดด้วยชุดผ่าตัดขนาด 20 gauge แต่ไม่มากกว่าการศึกษาของ Wimpissinger และคณะ ผู้ป่วยทั้ง 3 รายที่มี hypotony เป็นผู้ป่วย 10 รายแรกที่ผ่าตัดด้วย ชุดผ่าตัดขนาด 23 gauge ผู้ป่วย 20 รายต่อมา ไม่พบภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวในการศึกษารั้งนี้ ยังไม่พบ retinal tear, choroidal hemorrhage, serous retinal detachment และ endophthalmitis

การลงแผลผ่าตัดเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แผลมีการรั่วซึมได้ ส่วนใหญ่ในการผ่าตัดด้วยชุดผ่าตัดขนาด 23 gauge จะลงแผลในแนวเฉียงกับ sclera (oblique) ทำให้การเกิด wound leak น้อยกว่าการลงแผลแบบตั้งฉากกับ sclera Chieh และคณะ¹³ รายงาน การใช้ single-step preloaded transconjunctival vitrectomy system ของ Alcon ซึ่งพบว่าเกิด intraoperative wound leak และจำเป็นต้องเย็บแผล ประมาณร้อยละ 38 และยังมี hypotony หลังผ่าตัด ร้อยละ 3.4 เทคนิคการผ่าตัดทำโดยแทง trocar เข้าใน sclera ในแนวเฉียง จนใกล้ขนานกับ limbus เมื่อใกล้ถึง trocar sleeve จึงหักมุม 90 องศากับ sclera

ในการศึกษานี้ใช้ Biplanar 5/30 insertion

technique ของ Pollack JS¹⁴ ทำโดยจะลงแผลเฉียง 5 องศากับ sclera ก่อน เมื่อปลายแหลมของ trocar ผ่านเข้าไปใน sclera บางส่วนแล้วจึงเพิ่มมุมเป็น 30 องศา ผู้เขียนเชื่อว่าน่าจะทำให้การรั่วของแผลลดลง นอกจากนี้การทำ fluid-air-exchange เล็กน้อย ก่อนเสร็จสิ้นการผ่าตัด ยังช่วยลดการเกิด hypotony ได้ด้วย¹¹

ข้อจำกัดในการศึกษานี้ได้แก่ รูปแบบการวิจัยเป็น retrospective study ข้อมูลบางส่วนอาจไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ และจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดด้วยชุดผ่าตัดขนาด 23 gauge ยังมีจำนวนน้อย การศึกษาเปรียบเทียบแบบ randomized control trial ด้วยกลุ่มตัวอย่างที่มากขึ้น จึงควรดำเนินการต่อไป

สรุป

การผ่าตัดน้ำวุ้นตาและจอตาด้วยชุดผ่าตัดน้ำวุ้นตา ขนาด 23 gauge ให้ระดับการมองเห็นใกล้เคียงกับ ชุดผ่าตัด ขนาด 20 gauge แม้ wound leak และ postoperative hypotony จะเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยกว่า แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพัฒนาเทคนิคการผ่าตัดดีขึ้นทำให้ภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวเกิดน้อยลง

หนังสืออ้างอิง

1. Fine HF, Iranmanesh R, Iturralde D, Spaide RF. Outcomes of 77 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival vitrectomy surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology*. 2007; 114(6):1197-200.
2. Chen JC. Sutureless pars plana

- vitrectomy through selfsealing sclerotomies. *Arch Ophthalmol* 1996;114:1273-5.
3. Kwok AK, Tham CC, Lam DS. Modified sutureless sclerotomies in pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 1999;127:731-3.
 4. Schmidt J, Nietgen GW, Brieden S. Self-sealing, sutureless sclerotomy in pars plana vitrectomy [in German]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1999;215:247-51.
 5. Theelen T, Verbeek AM, Tilanus MA, van den Biesen PR. A novel technique for self-sealing, wedge-shaped pars plana sclerotomies and its features in ultrasound biomicroscopy and clinical outcome. *Am J Ophthalmol* 2003;136:1085-92.
 6. Assi AC, Scott RA, Charteris DG. Reversed self-sealing pars plana sclerotomies. *Retina* 2000;20:689 -92.
 7. Rahman R, Rosen PH, Riddell C, Towler H. Self-sealing sclerotomies for sutureless pars plana vitrectomy. *Ophthalmic Surg Lasers* 2000;31:462- 6.
 8. Yanyali A, Celik E, Horozoglu F, Nohutcu AF. Corneal topographic changes after transconjunctival (25-gauge) sutureless vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2005;140:939-41.
 9. Gupta OP, Ho AC, Kaiser PK, Regillo CD, Chen S, Dyer DS, Dugel PU, Gupta S, Pollack JS. Short-term outcomes of 23-gauge pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol*. 2008 ;146 (2) : 193-7.
 10. Wimpissinger B, Kellner L, Brannath W, Krepler K, Stolba U, Mihalics C, Binder S. 23-Gauge versus 20-gauge system for pars plana vitrectomy: a prospective randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*. 2008 ;92(11):1483-7.
 11. Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. *Retina* 2005;25:208 -11.
 12. Nagpal M, Wartikar S, Nagpal K. Comparison of clinical outcomes and wound dynamics of sclerotomy ports of 20, 25, and 23 gauge vitrectomy. *Retina*. 2009 Feb;29(2):225-31.
 13. Chieh JJ, Rogers AH, Wiegand TW, Bauman CR, Reichel E, Duker JS. Short-term safety of 23-gauge single-step transconjunctival vitrectomy surgery. *Retina*. 2009;29(10):1486-90.
 14. Pollack JS. "Biplanar 5/30 insertion technique" produces improved wound construction for 23-gauge one-step entry vitrectomy system. Paper presented at the Annual Meeting of the American Society of Retina Specialists; December 1-5, 2007; Palm Springs, CA ;Available at http://www.retinatoday.com/issues/0308/0308_13.php. Accessed December 24,2009.