아메드밸브삽입술에서 밸브 개방압의 주관적 분류와 술 후 초기 안압의 관계

Relationship between Grade of the Ahmed Glaucoma Valve Opening Pressure and Early Postoperative Intraocular Pressure

김경남, 김창식

Kyoung Nam Kim, MD, PhD, Chang-sik Kim, MD, PhD

충남대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Chungnam National University School of Medicine, Daejeon, Korea

목적: 아메드밸브삽입술에서 밸브 개방압의 주관적 분류가 술 후 초기 안압의 예측에 도움이 되는지를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 최대약물치료로도 조절되지 않는 고안압에 대해 동일 술자에게 아메드밸브삽입술을 시행받은 녹내장환자 중 6개월 이상 경과관찰을 시행한 환자를 대상으로 하였다. 술자가 아메드밸브의 프라이밍(priming)을 연달아 2회 시행하면서 밸브 개방압을 3단계로 분류하였다(1 단계 = 낮음, 2 단계 = 중간, 3 단계 = 높음). 수술 후 1일, 1주, 1개월, 6개월 뒤 안압 및 합병증을 조사하였으며, 밸브 개방압과의 상관성을 분석하였다.

결과: 전체 31명, 31안의 녹내장환자가 포함되었다. 평균 연령은 53.2세였으며 남성이 22명으로 여성 9명보다 많았다. 술 전 평균안압은 43.9 mmHg였으며, 술 후 6개월째 평균안압은 17.9 mmHg로 감소하였다. 술자가 연달아 측정한 밸브 개방압 중 두 번째 밸브 개방압은 술 후 1일째 안압과 높은 상관관계를 보였다($r=0.742$, $p=0.002$). 두 번째 밸브 개방압이 1 단계에 해당하는 8명 중 5명(62.5%)에서 술 후 저안압 및 저안압과 관련된 합병증이 발생하였으며, 이는 밸브 개방압이 2, 3 단계에 해당하는 환자들에서보다 유의하게 높은 수치였다(8.7%, $p=0.006$).

결론: 아메드밸브삽입술 시 술자가 직접 프라이밍을 시행하면서 밸브 개방압을 확인해 보는 것은 술 후 초기 저안압 및 저안압과 관련된 합병증의 발생위험을 예측하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

Key words: 녹내장, 아메드밸브, 안압, 저안압

서 론

방수유출장치삽입술은 섬유주절제술과 함께 안압하강 약 물치료에도 불구하고 안압이 조절되지 않는 녹내장환자에서 시행할 수 있는 대표적인 수술적 치료방법으로 최근에는 섬유주절제술에 버금가는 수술성공률을 보이는 것으로 보고 되고 있으며, 합병증의 빈도는 오히려 적다는 보고도 있다.¹⁻³

방수유출장치삽입술에 사용하는 다양한 방수유출장치들 중 아메드밸브는 안압이 8-12 mmHg보다 낮으면 밸브가 닫히면서 방수의 유출을 차단하는 기능을 가지고 있어 밸브가 없는 방수유출장치들에 비해 술 후 초기 저안압의 위험이 낮은 것으로 알려져 있다.^{4,5} 하지만 아메드밸브 삽입술을 시행한 후에도 저안압 및 저안압과 연관된 합병증의 발생이 보고된 바 있으며, 그 빈도가 아주 드물지는 않다.⁶⁻⁸ 최근 Bochmann et al⁹은 초음파유화-유리체절제기(phaco-vitreectomy machine)를 이용하여 아메드밸브의 밸브 개방압을 연달아 2회 측정하였으며, 첫 번째 밸브 개방압이 18 mmHg 이하이거나 두 번째 밸브 개방압이 11 mmHg 이하인 아메드밸브를 사용하는 경우에는 술 후 저안압의 위험이 있어 아메드밸브를 교체해서 삽입할 것을 권장하였다. 하지만 실제 임상에서 초음파유화-유리체절제기와 같은 고비용의 기계를 밸브 개방압 확인에 사

Received: 2017. 4. 8.

Revised: 2017. 4. 25.

Accepted: 2017. 5. 16.

Corresponding Author: Kyoung Nam Kim, MD, PhD
Department of Ophthalmology, Chungnam National University Hospital, #282 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: 82-42-280-8386, Fax: 82-42-255-3745
E-mail: kknace@cnuh.co.kr

용하기에는 어려움이 있다. 이에 저자들은 수술 시 쉽게 적용할 수 있으면서 아메드밸브의 개방압을 확인할 수 있는 방법이 필요하다고 생각하였으며, 아메드밸브삽입술 시 밸브 프라이밍(priming)을 술자가 직접 시행하면서 밸브 개방압을 주관적으로 판단하는 방법이 술 후 저안압을 예측하는 데 도움이 될지를 알아보려고 하였다.

대상과 방법

본 연구는 전향적으로 시행되었으며, 충남대학교병원 연구윤리심의위원회의 승인을 받았다. 2014년 3월부터 2015년 12월까지 최대약물치료에도 불구하고 안압이 조절되지 않아 아메드밸브삽입술을 시행하게 된 녹내장환자를 대상으로 하였다. 3개월 이내에 다른 안내 수술을 시행받은 경우는 제외하였으며, 6개월 이내에 안압을 조절하기 위한 레이저치료 또는 수술적 치료를 시행받은 경우는 제외하였다. 모든 환자는 한 명의 동일 술자에게 동일한 방법으로 아메드밸브 삽입술을 시행받았다. 국소마취하에 상이측에서 원개기저 결막편을 만든 후 3×5 mm 크기의 절반 두께 공막편을 만들었다. 아메드밸브의 튜브 끝에 27게이지 전방바늘(chamber needle)을 끼운 상태로 평형염용액이 들어있는 2 mL 주사기의 밀대(plunger)를 약한 힘으로 누르기 시작하여 점차 세게 누르면서 얼마나 세게 눌러야 밸브가 개방되는지를 3 단계로 분류하였다.¹⁰ 1 단계는 저항이 매우 낮아서 약하게 누르는 상태에서 밸브가 개방된 경우이고, 3 단계는 저항이 커서 세게 눌러야만 밸브가 개방되는 경우이며, 1 단계나 3 단계에 해당되지 않고, 적당한 세기로 누를 때 밸브가 열리는 경우를 2 단계라고 하였다. 첫 프라이밍을 시행한 뒤 수 초 후 두 번째 프라이밍을 동일한 방법으로 시행하고 밸브 개방압을 3 단계로 분류하였다. 다음으로 아메드밸브의 끝에 연결된 전방바늘에서 주사기를 제거하고, 대신 수액세트(JMS Dalian Medical Supply, Dalian, China)를 연결하였다. 수액세트의 반대편 끝에는 수술을 시작하기 전에 1,000 mL의 생리식염수를 연결해서 수술테이블보다 100 cm 높게 설치해두었으며, 수액세트의 클램프는 완전히 열어두었다. 술자가 분류한 밸브 개방압의 단계를 모르는 보조 술자가 떨어지는 생리식염수 방울을 센 후 이를 drops/min (guttae)으로 기록하였다.¹⁰ 아메드밸브에서 수액세트와 전방바늘을 제거한 뒤 테논낭하 공간에 아메드밸브를 삽입하고 공막에 고정봉합하였다. 미리 만들어 둔 절반 두께 공막편 아래에서 23게이지 주사바늘로 홍채면에 평행하면서 접촉하지는 않게 전방천자를 시행한 후 튜브를 전방

으로 2 mm 삽입하였다. 절반 두께 공막편과 원개기저 결막편을 원위치에 봉합한 후 수술을 마쳤다. 아메드밸브의 튜브를 전방에 삽입한 후 전방이 점차 알아지는 소견을 보이는 환자에서는 전방에 점탄물질을 주입하거나 8/0 vicryl을 이용하여 튜브결찰술을 시행하였으며, 본 연구의 분석대상에서 제외하였다. 또한 수술 후 전방출혈이 발생하여 혈병(blood clot)이 전방 내 튜브입구를 막은 경우도 제외하였으며 술 후 6개월까지 경과관찰이 되지 않은 환자도 분석에서 제외하였다. 술 전과 술 후 1일, 1주, 1개월 6개월째 안압검사를 포함한 세극등 현미경검사, 안저검사를 시행하였다. 술 후 안압이 6 mmHg 이하인 경우는 저안압으로 정의하였고, 저안압과 동반된 저안압항반병증, 맥락막삼출, 전방얕아짐 등의 합병증을 확인하고 기록하였다.

모든 통계분석은 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. Spearman correlation을 이용하여 술자가 3 단계로 분류한 첫 번째와 두 번째 밸브 개방압이 보조 술자가 측정한 생리식염수 guttae와 상관관계가 있는지를 분석하였으며, 수술 후 1일, 1주, 1개월, 6개월째 측정된 안압과의 상관관계도 분석하였다. 또한 술 후 6개월까지 경과관찰하면서 발견된 합병증과의 연관성도 분석하였다. p -value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

전체 분석 대상은 31명 31안이었으며, 평균연령은 53.2세였고, 남성이 22명이었다. 신생혈관녹내장이 11안으로 가장 많았으며, 거짓비늘녹내장, 스테로이드유발녹내장을 포함하는 속발개방각녹내장이 9안, 원발개방각녹내장이 6안, 신생혈관녹내장을 제외한 속발폐쇄각녹내장이 3안, 원발폐쇄각녹내장이 2안이었다. 이전 안내 수술력은 전체 34건이었고 이 중 투명각막절개백내장수술이 20건, 유리체절제술이 7건, 섬유주절제술이 5건, 전층각막이식술이 2건이었다. 수술 전 평균 안압은 43.9 mmHg였으며 사용하고 있던 안압하강 점안제는 평균 3.8개였다(Table 1).

술자가 첫 번째 프라이밍을 시행하면서 분류한 3 단계의 밸브 개방압이 낮을수록 보조 술자가 측정한 생리식염수 guttae가 증가하는 상관관계를 보였다($r=-0.566$, $p=0.001$). 또한 두 번째 프라이밍 시 측정한 밸브 개방압도 낮을수록 생리식염수 guttae가 증가하는 음의 상관관계를 보였으며, 더 큰 상관계수를 보였다($r=-0.879$, $p<0.001$; Table 2).

첫 번째 밸브 개방압은 술 후 1일, 1주, 1개월, 6개월의 안압

과 상관성을 보이지 않았으며(all $p>0.05$), 두 번째 밸브 개방압은 술 후 1일째 안압과는 유의한 양의 상관관계를 보였으나($r=0.742$, $p=0.002$), 술 후 1주, 1개월, 6개월의 안압과는 상관성을 보이지 않았다(Table 3).

두 번째 밸브 개방압이 1 단계로 분류된 환자는 8명이었는데, 이 중 2 명의 환자는 각각 술 후 2일째와 3일째 전방이 얇아지고, 저안압의 소견을 보여 전방내 점탄물질 주입술을 시행하였고, 2일째 전방이 얇았던 환자는 점탄물질 주입술 후

에도 다시 전방이 얇아지는 소견을 보여 술 후 1주일째 점탄물질 주입술을 반복하였다. 다른 2명의 환자에서는 저안압과 주변부 맥락막 박리의 소견을 보였으나, 술 후 3개월 이내에 해소되었다. 또 다른 1명의 환자에서는 술 후 저안압항반병증이 발생하였으나 2개월부터 호전되기 시작하여 6개월째에는 완전히 해소되었다. 나머지 3명의 환자는 술 후 1일째는 안압이 5–9 mmHg의 낮은 소견을 보였지만 술 후 1주일째 안압은 12–15 mmHg로 약간 상승하였고 저안압이나 이와 연관된 합병증을 보이지 않았다(Table 4). 이에 반해 두 번째 밸브 개방압이 3 단계인 환자 10명 중에서는 술 후 저안압이나 이와 연관된 합병증이 나타나지 않았으며, 개방압이 2 단계인 환자 13명 중에서는 2명의 환자에서만 술 후 1주일 이내에 저안압과 전방이 얇아지는 소견이 있어 전방내 점탄물질 주입술을 1회 시행하였고, 이후 반복되지는 않았다. 두 번째 밸브 개방압이 1 단계인 환자는 2 단계나 3 단계인 환자에 비해 저안압 및 이와 연관된 합병증의 빈도가 유의하게 높았다(62.5% vs. 8.7%, $p=0.006$, Fisher's exact test).

고 찰

본 연구 결과 아메드밸브삽입술을 시행할 때 술자가 주의 깊게 밸브의 프라이밍을 시행하면서 확인한 밸브 개방압은 술 후 초기 저안압을 예측하는 데 도움이 되는 것으로 나타났다. 또한 두 번째 밸브 개방압이 1 단계로 낮은 환자에서는 개방압이 2 단계 이상인 높은 환자들에 비해 술 후 저안압과 연관된 합병증의 빈도가 유의하게 높은 것으로 나타났다.

아메드밸브는 1993년에 소개된 방수유출장치로 이전의 장치

Table 1. Patient demographics

Patients (n)	31
Age (years)	53.2 ± 16.9
Sex (male/female)	22/9
Diagnosis (n)	
Neovascular glaucoma	11
Secondary open-angle glaucoma	9
Primary open-angle glaucoma	6
Secondary angle-closure glaucoma	3
Primary angle-closure glaucoma	2
Previous ocular surgery history (n)	
Phacoemulsification	20
Vitreotomy	7
Trabeculectomy	5
Penetrating keratoplasty	2
Axial length (mm)	23.9 ± 1.8
Preoperative IOP (mmHg)	43.9 ± 11.2
Topical IOP lowering medication (n)	3.8 ± 0.4

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.
IOP = intraocular pressure.

Table 2. Correlation of the valve opening pressures with normal saline guttae through the Ahmed glaucoma valve

	Mean ± SD	Correlation coefficient (r)	p-value
First opening pressure grade (first priming)	2.3 ± 0.7	-0.566	0.001
Second opening pressure grade (second priming)	2.1 ± 0.8	-0.879	<0.001

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

Table 3. Correlation between second valve opening pressure and postoperative intraocular pressure

	Intraocular pressure (mmHg)	Correlation coefficient (r)	p-value
Postop 1 day	9.6 ± 5.4	0.742	0.002
Postop 1 week	12.4 ± 4.7	0.302	0.701
Postop 1 month	18.6 ± 6.7	0.051	0.983
Postop 6 months	17.9 ± 5.5	0.296	0.447

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.
Postop = postoperative.

Table 4. Clinical data of the patients whose second opening pressure was graded "one" in second priming

Demographics					Tubing priming					Surgical outcomes				
Case number	Age	Sex	Diagnosis	Previous ocular surgery	Axial length (mm)	Preop IOP (mmHg)	First opening pressure (first priming)*	Second opening pressure (second priming)*	Normal saline drops/min	1 day postop IOP (mmHg)	1 week postop IOP (mmHg)	1 month postop IOP (mmHg)	6 months postop IOP (mmHg)	Complications
1	25	M	Steroid-induced glaucoma	Vitreotomy, phacoemulsification	22.2	48	2	1	22	5	8	4	12	Hypotonic maculopathy
2	67	F	NVG	Phacoemulsification	25.1	58	1	1	24	7	20	24	21	Anterior chamber shallowing at 3 days postop (viscoelastics injection)
3	63	M	NVG		22.0	40	2	1	20	6	15	20	11	-
4	56	M	Secondary glaucoma	Phacoemulsification	24.5	28	1	1	26	5	5	17	16	Choroidal effusion
5	50	F	NVG		23.1	67	2	1	24	9	12	17	18	-
6	61	M	PXF	Phacoemulsification	24.0	58	1	1	26	5	10	16	22	Choroidal effusion
7	82	F	PXF	Cataract	23.8	33	1	1	22	6	14	17	18	
8	23	M	Secondary glaucoma	PPV, cataract	25.0	40	1	1	26	13	6	18	16	Anterior chamber shallowing at 2 days and 1 week postop (viscoelastics injection, 2 times)

Preop = preoperative; IOP = intraocular pressure; postop = postoperative; M = male; F = female; NVG = neovascular glaucoma; PXF = pseudoexfoliative glaucoma; PPV = pars plana vitrectomy.

*Measured shortly after second tube priming. Height of the normal saline (1,000 mL) was 190 cm; normal saline was connected with infusion set; height of the operating table was 90 cm.

들이 방수의 유출을 제어하지 못해서 발생하는 저안압 및 이와 연관된 합병증의 위험을 줄이기 위해 고안되었다. 아메드밸브 내부의 밸브구조는 두 장의 얇은 실리콘 탄성중합체 막(elastomer membrane)으로 구성되어 있고, 안압이 8-12 mmHg 이하인 상황에서는 밸브가 닫히면서 방수의 유출이 차단되어 저안압을 방지하게 된다. 이런 방수유출 차단기능은 실험실 연구와, 생체 내 연구를 통해서도 확인된 바 있으며,¹¹⁻¹³ 실제 환자들에서도 밸브가 없는 방수유출장치들에 비해 술 후 초기 저안압의 위험이 낮은 것으로 보고된 바 있다.^{4,5} 하지만 아메드밸브삽입술을 시행한 후에도 저안압 및 저안압과 연관된 합병증이 발생할 수 있으며 그 빈도가 드물지 않다.⁶⁻⁸ Kee¹⁴와 Lee et al¹⁵은 각각 아메드밸브삽입술 시 각각 튜브를 부분적으로 또는 일시적으로 결찰하는 방법이 술 후 저안압을 방지하는 데 도움이 된다고 하였는데, 술 후 저안압을 방지하는 데 튜브 결찰술이 도움이 된다는 것은 그만큼 아메드밸브 자체 내의 밸브기능을 완전히 신뢰할 수는 없다는 반증이기도 하다. 또한 Bochmann et al⁹은 술 후 저안압을 피하기 위해서는 초음파유화-유리체절제기로 측정된 밸브 개방압이 낮은 아메드밸브는 사용하지 말고 다른 것으로 교체할 것을 권장하기도 하였다.

본 연구의 술자는 아메드밸브삽입술을 시행할 때 프라이밍 시 느껴지는 저항의 정도가 각 제 품마다 다르고, 저항이 유난히 낮았던 환자들에서 저안압 및 저안압과 연관된 합병증이 발생하는 경우를 경험하여 본 연구를 계획하게 되었다. 이전에 17명의 환자를 대상으로 예비연구를 시행한 결과를 보고한 바 있으며,¹⁰ 이번 연구에서는 더 많은 수의 환자를 대상으로 동일한 방법으로 밸브 개방압의 주관적인 분류를 시행하고 술 후 안압 및 합병증과의 연관성을 확인해 보았다.

아메드밸브삽입술 시 필수적으로 시행해야 하는 밸브 프라이밍은 아메드밸브의 생산 과정에서 밸브를 구성하고 있는 두 장의 탄성중합체 막이 서로 들러 붙을 수 있어서 27개이지 또는 30개이지 케눌라(cannula)를 이용하여 밸브의 개방성을 확인하는 작업이다. 저자들은 이때 보조 술자나 간호사가 밸브의 개방 여부만 확인하는 대신

술자가 직접 프라이밍을 주의깊게 시행하면서 밸브의 개방압이 너무 낮지는 않은지를 확인하는 것이 술 후 저안압 및 저안압과 연관된 합병증의 위험성을 예측하는 데 도움이 될 것으로 생각하며, 술 후 저안압을 막기 위한 목적으로 시행하는 튜브절찰술은 모든 환자에서 시행하는 것보다는 밸브 개방압이 낮은 환자에서만 시행하는 것이 좀더 효율적일 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점으로는 대상환자 수가 많지 않은 점을 들 수 있는데, 본 연구기간 후에는 술자가 주관적으로 판단한 밸브 개방압이 낮은 경우에는 술 중 전방이 알아지는 소견이 없더라도 술 후 저안압의 위험이 있다고 보고 이를 막기 위한 술 중 튜브절찰술이나 전방내 점탄물질 주입술을 시행하였기 때문에 더 이상 분석대상을 추가할 수 없었다. 또 다른 제한점으로는 아메드밸브삽입술 후 발생하는 저안압 및 저안압과 연관된 합병증들을 모두 밸브의 기능에만 연관된 것이라고 할 수는 없겠다. 술 후 초기에는 밸브의 기능이 정상이라든가 환자가 눈을 세게 감는 것과 같이 안구가 눌릴 수 있는 상황에서도 저안압 및 이로 인한 합병증이 발생할 수 있을 것으로 생각되며, 반대로 밸브 개방압이 낮아서 술 후 일시적인 저안압이 있더라도 술 후 1-2주 정도의 시간이 경과되면 정상적인 창상치유 반응에 의해 아메드밸브의 몸체 주위로 테는 낭의 섬유화가 발생하면서 밸브 개방압과는 독립적으로 방수 유출에 대한 저항이 형성되어 최종 안압을 높이게 된다.¹⁶ 따라서 본 연구에서 확인한 밸브 개방압의 주관적 분류를 통한 술 후 저안압 및 이와 연관된 합병증에 대한 예측의 효용성은 술 후 1-2주 이내의 초기에 발생하는 저안압에만 국한해야 할 것으로 보인다.

결론적으로 아메드밸브삽입술 시 시행하는 밸브 프라이밍을 술자가 직접 주의깊게 시행하면서 밸브 개방압의 정도를 평가하는 것은 술 후 초기 저안압 및 저안압과 연관된 합병증의 발생위험을 예측하는 데 도움을 줄 것으로 기대된다.

References

1. Wilson MR, Mendis U, Paliwal A, Haynatzka V. Long-term follow-up of primary glaucoma surgery with Ahmed glaucoma valve implant versus trabeculectomy. *Am J Ophthalmol* 2003;136:464-70.
2. Allingham RR, Damji KF, Freedman S, et al. *Shield's textbook of glaucoma*, 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011: 532-5.
3. Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, et al. Treatment outcomes in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2012;153:789-803.e2.
4. Siegnier SW, Netland PA, Urban RC Jr, et al. Clinical experience with the Baerveldt glaucoma drainage implant. *Ophthalmology* 1995;102:1298-307.
5. Wilson RP, Cantor L, Katz LJ, et al. Aqueous shunts. Molteno versus Schocket. *Ophthalmology* 1992;99:672-6.
6. Coleman AL, Hill R, Wilson MR, et al. Initial clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. *Am J Ophthalmol* 1995;120:23-31.
7. Huang MC, Netland PA, Coleman AL, et al. Intermediate-term clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. *Am J Ophthalmol* 1999;127:27-33.
8. Park HY, Lee NY, Park CK. Risk factors of shallow anterior chamber other than hypotony after Ahmed glaucoma valve implant. *J Glaucoma* 2009;18:44-8.
9. Bochmann F, Kipfer A, Tarantino J, et al. Intraoperative testing of opening and closing pressure predicts risk of low intraocular pressure after Ahmed glaucoma valve implantation. *Eye* 2014;28:1184-9.
10. Kim CS, Kim KN, Lee MW. Usefulness of opening pressure grading just prior to Ahmed glaucoma valve implantation to predict early postoperative hypotony. *Acta Ophthalmol* 2016;94:e514-5.
11. Prata JA Jr, Mermoud A, LaBree L, Minckler DS. In vitro and in vivo flow characteristics of glaucoma drainage implants. *Ophthalmology* 1995;102:894-904.
12. Francis BA, Cortes A, Chen J, Alvarado JA. Characteristics of glaucoma drainage implants during dynamic and steady-state flow conditions. *Ophthalmology* 1998;105:1708-14.
13. Eisenberg DL, Koo EY, Hafner G, Schuman JS. In vitro flow properties of glaucoma implant devices. *Ophthalmic Surg Lasers* 1999;30:662-7.
14. Kee C. Prevention of early postoperative hypotony by partial ligation of silicone tube in Ahmed glaucoma valve implantation. *J Glaucoma* 2001;10:466-9.
15. Lee JJ, Park KH, Kim DM, Kim TW. Clinical outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation using tube ligation and removable external stents. *Korean J Ophthalmol* 2009;23:86-92.
16. Shaarawy TM, Sherwood MB, Hitchings RA, Crowston JG. *Glaucoma. Surgical management*, 2nd edition, vol. 2: Elsevier Saunders, 2015; 1093.