

비접촉성 안압계의 임상적 유용성*

개명대학교 의과대학 안과학교실

진익도 · 김기산 · 오준섭

=Abstract=

Clinical Usefulness of Non-Contact Tonometer

Ik Do Jin, MD; Ki-San Kim, MD; Joon Sup Oh, MD

Department of Ophthalmology, Keimyung University

School of Medicine, Taegu, Korea

The non-contact tonometer can measure intracocular pressure without touching the eye. A central area of the cornea(3.60 mm in diameter) is deformed by an air-pulse of linearly increasing force and the instant of applanation is determined by a monitoring system that senses light reflected from the corneal surface. The interval of time required for the air-pulse to produce applanation is proportional to IOP. The noncontact tonometer utilize the fundamental principles of applanation tonometry. It is calibrated against the Goldman tonometer. To evaluate non-contact tonometer clinically, intraocular pressure was measured with the non-contact tonometer(NCT) and the Goldman applanation tonometer(GAT) in 174 eyes of 101 subjects with normal corneas.

The results were as follows.

Mean intraocular pressure was 15.26 ± 4.07 mmHG with the NCT, and 16.36 ± 4.03 mmHG with the GAT respectively.

The correlation coefficient at 0.79 was statistically significant at the $p < 0.0001$ level. The regression analysis equation was $y = 4.34748 + 0.78861x$.

Intraocular pressures were gradually decreased with aging($p < 0.05$), but there was no sexual difference in intraocular pressure with the NCT and GAT.

서 론

녹내장은 일찍 치료할수록 시기능장애를 최소화로 막을 수 있어 조기 진단이 매우 중요하다. 그러므로 녹내장의 조기진단을 위하여 정기적인 안압 측정, 시야검사와 안저검사가 필요하다. 안압의 측정 방법은 전방내에 manometer를 직접 연결시켜 검사하는 것이 가장 정확한 방법이지만 환자에게 적용

하기가 불가능하므로 간접적으로 안압을 측정하는 Schiötz tonometry와 Goldmann applanation tonometry가 사용되고 있다. Schiötz tonometry는 공막벼 경성도에 따라 각마다 많은 영향을 받아 안압의 오차를 유발할 수 있고 공막벼 경성도는 개개인과 시간, 안압의 고저에 따라 다르다. Friedenwald¹⁾의 환산표에 의하여 공막벼 경성도에 따른 오차를 줄일 수 있으나 여러가지 요인들로 인해 오차 발생을 피하기가 힘들다. Goldmann applanation tonometry는 공

* 이 논문은 1989년도 개명대학교 융종 연구비 및 동산의료원 조사연구비로 이루어졌다.

막에 경성도에 의한 영향이 적고 정확한 안압을 측정할 수 있으나 측정하기가 어렵고 측정 시간이 많이 걸리며 특히 감염의 위험성이 있다. 1971년 Grolman²⁾에 의하여 안압계를 눈에 접촉시키지 않고 각막의 정점에 공기를 분사하여 일정한 넓이의 각막을 편평하게하여 안압을 측정할 수 있는 noncontact tonometer가 개발 되었다.

저자들은 비접촉성 안압계의 임상적 유용성을 알아보기 위해 동일인의 안압을 비접촉성 안압계와 편평 안압계로 측정한 후 각 측정치들을 비교하여 서로의 상관관계를 알아보고 그 유용성을 판단하고자 하였다.

재료 및 방법

계명대학교 의과대학 동산의료원 안과를 방문한 환자중에서 각막흔탁 및 부종이 없고 비접촉성 안압계로 측정이 가능한 101명 174안(평균 나이 42.5세: 남자 61명 104안, 여자 40명 70안)을 대상으로 하였다.

측정 방법은 비접촉성 안압계(American Optical Co.)로 국소마취없이 앉은 자세로 연속 3회에 걸쳐 시행하여 그 평균치를 구하였고, 이때 눈물이 결막낭에 고이지 않게 주의하였다. 이후, Alcain(0.5% proparacaine hydrochloride, Alcon 회사제제) 점안

액으로 국소마취 후 생리식염수로 적신 Fluorescein strip으로 누액을 염색한 후 편평 안압계로 측정하여 비접촉성 안압계와 편평 안압계에 의한 측정치를 비교하였다. 또한 성별, 연령별 차이와 비접촉성 안압계에 의한 측정치가 20mmHg 이상인 경우와 20mmHg 미만인 경우로 나누어 각각의 편평 안압계에 의한 측정치와 paired t-test, ANOVA(Analysis of Variance) 및 Chi-square test로 비교 분석하였다.

결 과

비접촉성 안압계와 편평 안압계를 이용한 174안의 안압측정치는 다음과 같다.

1. 각 측정치의 평균은 비접촉성 안압계로 측정한 경우에 15.26 ± 4.07 mmHg이고, 편평 안압계로 측정한 경우에 16.36 ± 4.03 mmHg로서 비접촉성 안압계의 경우에서 1.13mmHg 낮았으며 통계학적 의의가 있었다.($p<0.01$) 상관계수는 0.79로 높은 상관도를 나타내 주며 회귀방정식은 $Y=0.78861X+4.34748$ 이었다($p=0.00$) (Table 1), (Fig 1).

2. 성별에 따른 양안압계의 측정치는 비접촉성 안압계로 측정한 경우에 남자는 15.27 ± 4.06 mmHg 여자는 15.26 ± 4.10 mmHg이고, 편평 안압계로 측정한 경우에 남자는 16.48 ± 3.98 mmHg 여자는 16.24 ± 4.13 mmHg로서 성별에 따른 차이는 통계학적 의의가

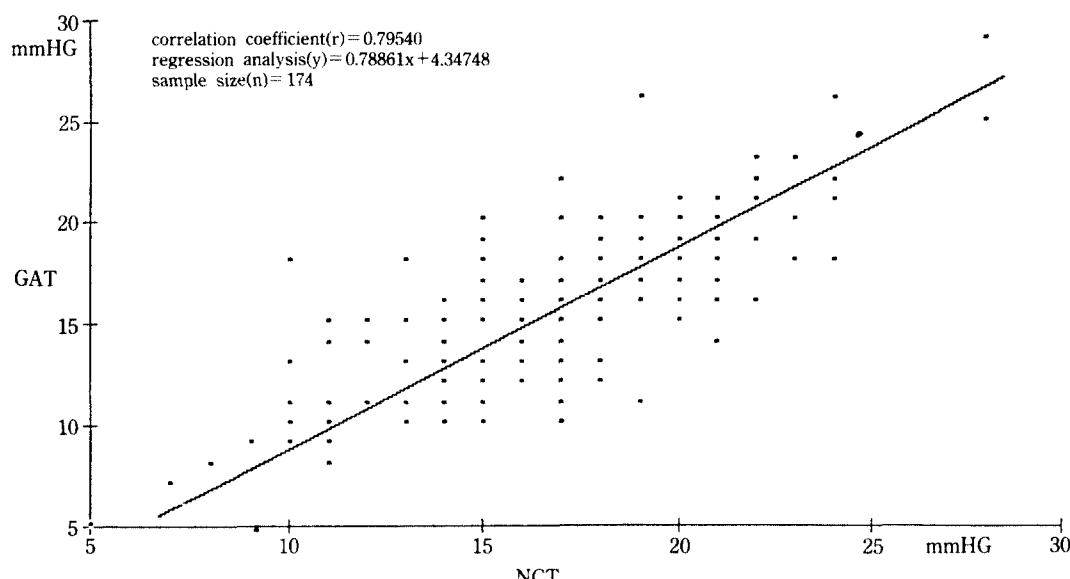


Fig 1. Scattergram of NCT IOP against GAT IOP.

없었다($p>0.05$) (Table 1).

3. 연령에 따른 양안압계의 측정치는 연령이 증가함에 따라 측정치의 통계학적 의의있는 감소를 보였다($F \text{ prob.} < 0.05$) (Table 2).

Table 1. NCT 및 GAT로 측정한 안압평균

성별(안수)	NCT mean±S.D.(mmHg)	GAT mean±S.D.(mmHg)
남 (104)	15.27±4.06	16.48±3.98
여 (70)	15.26±4.11	16.24±4.13
계 (174)	15.26±4.07*	16.36±4.03

* $p<0.01$

Table 2. NCT 및 GAT로 측정한 안압의 연령별 변화

나이(안수)	NCT* mean±S.D.(mmHg)	GAT* mean±S.D.(mmHg)
11~20(14)	18.14±3.65	17.97±2.13
21~30(46)	15.72±3.53	16.76±3.52
31~40(28)	15.07±4.35	16.21±4.58
41~50(36)	14.81±4.20	16.94±4.29
51~60(20)	15.60±4.15	16.85±4.13
61~70(30)	13.73±3.99	14.27±4.02
계 (174)	15.26±4.07	16.36±4.03

* $F \text{ prob.} < 0.05$

4. 비접촉성 안압계로 측정시 20mmHg 이상인 경우에 있어서 편평 안압계로도 20mmHg 이상인 경우는 71.4% 이었고, 비접촉성 안압계로 20mmHg 미만인 경우 편평 안압계로도 20mmHg 미만인 경우가 85.6%로서 통계학적 의의가 있었다($p=0.0000$).

고 찰

Noncontact tonometer는 1971년 Grolman²⁾에 의해 개발된 일종의 Applanation 안압계로서 안압계가 안구에 접촉하지 않고 안압을 측정할 수 있다.

비접촉성 안압계는 점차로 힘이 증가되는 분사공기에 의해 각막 중심부를 편평하게 하며, 감지방식에 의해 각막 표면으로부터 반사된 빛을 감지한다. 안압측정치는 공기분사시간부터 각막이 편평하게 되어 최대의 빛을 반사하는 순간까지의 시간간격에 비례한다³⁾.

비접촉성 안압계의 중요부분은 다음과 같이 구성되어 있다.

Pneumatic system: 공기분사장치로서 피스톤을 이용하여 압축된 공기를 각막정점을 향하여 분사시키며, 이 분사된 공기는 점차 힘이 증가하여 각막을 편평하게 한다.

Applanation monitoring system: 공기 분사구 양쪽에 비스듬히 각막정점을 향하여 위치한 두개의 판으로 한쪽은 빛을 각막에 조사하는 transmitter이고 다른쪽은 각막에서 반사된 빛을 감지하는 receiver이다. 분사된 공기의 힘이 점차 증가하여 각막정점이 편평하게 되면 반사된 빛을 최대로 receiver가 감지하게 되어있다.

Alignment system: 안압계의 광학계와 각막정점을 한 직선위에 있게 한다.

비접촉성 안압계에 의한 안압측정 원리는 다른 종류의 편평 안압계와 같이 "Imbert Fick 법칙" 즉 안압은 각막의 단위면적을 편평하게 하는데 필요한 힘과 같다라는 원리를 이용한 것이다^{1,3)}. 비접촉성 안압계는 공기가 분사되는 순간에서 각막이 편평하게 되면까지의 시간을 안압(mmHg)으로 환산하며, 비접촉성 안압계에 의하여 편평화되는 각막의 직경은 3.60 mm로서 Goldmann 안압계의 각막 직경인 3.06mm에 비해 1.1 면적이 1.4배가 크다. 그러므로 Goldmann 안압계는 각막을 편평하게 하는데 안압 10mmHg당 1.0gm의 힘이 필요하지만 비접촉성 안압계는 1.4gm의 힘이 필요하다.

본측정에서 비접촉성 안압계와 Goldmann 안압계의 상관계수는 0.79이며, Forbes 등³⁾은 0.90, Hong⁵⁾은 0.98 그리고 유동⁶⁾은 0.90이라고 보고하였다. 본 실험에서는 안압측정시 한사람이 측정하지 않고 여러사람이 측정하였으므로 다른 보고에 비해서 다소 상관계수가 낮게 나왔으나 그림에도 불구하고 높은 상관계수를 나타내는 것으로 보아 재현성이 높음을 추측할 수 있다.

Sorensen⁸⁾은 정상안과 뉴내장안에서 두안압계를 비교하여 본 결과 안압이 35mmHg 이하인 경우에는 두안압계 사이에 높은 상관관계가 있지만, 안압이 35mmHg 이상인 경우에는 비접촉성 안압계로 측정된 안압의 신뢰도가 떨어진다고 하였다. 그러므로 비접촉성 안압계로 측정하여 안압이 높게 나타나면 반드시 Goldmann 안압계로 측정하여 비교하는 것이 중요하다 하였다⁹⁾.

비접촉성 안압계로 여러번 반복측정시 2~3mmHg

범위의 차이를 볼 수 있는데 이는 심장박동 cycle에 의한 것으로 3회 측정치를 평균함으로써 오차를 줄일 수 있고^{3,10,11)}, 환자가 긴장하거나 결막낭내에 눈물이 많은 경우 안압측정치가 높게 나올 수 있다¹²⁾.

반면, 비접촉성 안압계로 측정시 안압계가 앙구에 접촉하지 않으므로 통증이 없어 국소마취제가 필요 없고 유행성 결막염등 병원체의 전염위험이 없다¹¹⁾. 측정방법이 간단하여 안과의사가 아니라도 큰 오차 없이 안압측정이 가능하며¹³⁾ 반복측정시 각막과 안압에 미치는 영향이 적다^{3,10)}.

요 약

계명대학교 의과대학 동산의료원 안과를 방문한 환자중에서 각막반흔 및 부종이 없고 비접촉성 안압계로 측정이 가능한 174안을 비접촉성 안압계와 편평 안압계로 안압을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

각 측정치의 평균은 비접촉성 안압계로 측정한 경우에 15.26 ± 4.07 mmHg이고 편평 안압계로 측정한 경우에 16.36 ± 4.03 mmHg로서 비접촉성 안압계로 측정한 경우에서 1.13mmHg 낮게 측정되었고 통계학적 의의가 있었다($p < 0.01$).

성별에 따른 양안압계의 측정치는 유의성이 없었다($p < 0.05$).

각 연령군에 따른 양안압계의 측정치는 연령이 증가함에 따라 측정치의 통계학적 의의있는 감소를 보였다($F_{prob} < 0.05$).

비접촉성 안압계로 측정시 20mmHg 이상인 경우에 있어서 편평 안압계로도 20mmHg 이상인 경우는 71.4%이었고, 비접촉성 안압계로 20mmHg 미만은 경우에 편평 안압계로도 20mmHg 미만인 경우가 85.6%로서 통계학적 의의가 있었다($p = 0.00$).

이상의 결과로 각막부종, 각막흔탁등이 없이 각막이 깨끗하고 주시점을 볼 수 있을 정도의 시력을 가진 경우 큰 오차없이 안압측정이 가능하여 인력과 시

간이 절약됨으로 녹내장 환자의 조기진단을 위한 집단검진에서 안압을 측정하는데 비접촉성 안압계가 유용할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Frienwald JS: Tonometer calibration. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1957; 61: 108-123.
2. Grolman B: A new tonometer system. *Am J Optom Arch Acad Optom* 1972; 49: 646.
3. Forbes M, Pico G Jr, Grolman B: A noncontact applanation tonometer. *Arch Ophthalmol* 1974; 91: 134-140.
4. Imbert A: Theorie des Ophthalmotonometres. *Arch Ophthalmol* 1885; 5: 358-363.
5. Fick R: L'Ein neues Ophthalmotonometer. *Pflügers Arch Ges Physiol* 1880; 42: 159-190.
6. 홍 철: 비접촉성 안압계를 이용한 안압측정. 대한 안과학회잡지 1979; 20: 57-60.
7. 유호민, 권오웅, 김홍복, 회역: 비접촉성안압계, *Applanation* 안압계 및 *Schiotz* 안압계에 의한 안압의 비교. 대한안과학회잡지 1982; 23: 359-363.
8. Sørensen PN: The noncontact tonometer, Clinical evaluation on normal and diseased eyes. *Acta Ophthalm(Kbh)* 1975; 53: 513-521.
9. Dittmar P, Weinterg M and Liegl O: Experiences with the noncontact tonometer. *Klin Mbl Augenheilk* 1975; 167: 137-141.
10. Myers KJ and Scott CA: The noncontact("Air puff") tonometer: Variability and corneal staining. *Am J Optom & Physiol Optics* 1975; 152: 36-46.
11. AO noncontact tonometer instruction. October 1972.
12. Wittenberg S and Green MK: The effect of tears on intraocular pressure as measured with the NCT. *Invest Ophthal* 1976; 15: 139-142.
13. Sagan W and Schwaderer K: Noncontact tonometer by assistant. *Am J Optom & Physiol Optics* 1975; 52: 288-290.